“VASIL LEVSKI” NATIONAL MILITARY UNIVERSITY

“ARTILLERY, AIRCRAFT DEFENSE AND CIS” FACULTY

INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE “DEFENSE TECHNOLOGIES” 2023

C O N F E R E N C E P R O C E E D I N G S

DEFENSE AND SECURITY

WEAPONS, TECHNOLOGIES, LOGISTICS

COMMUNICATION AND COMPUTER TECHNOLOGIES

CYBERSECURITY

SOCIAL STUDIES

GEODESY

Shumen, Bulgaria
2023

TO THE READERS

This collection is divided in three parts and includes science papers presented on the International Scientific Conference "DEFENSE TECHNOLOGY FORUM 2023" in "Artillery, Aircraft Defense and CIS" Faculty, Shumen, Bulgaria. Authors are responsible for the contents and the papers are not further edited after sending for publication.

The reviewers committee will be thankful for all proposed notes, corrections and replies.

REVIEWERS COMMITTEE

Prof. Eng. K. G.KALEV, Ph.D., NMU
Col. Eng. Assoc. Prof. A. L. ATANASOV, Ph.D, NMU
Col. Eng. Assoc. Prof. V. GANEV, Ph.D., NMU
Col. Eng. Assoc. Prof. M. LAMBEVA, Ph.D., NMU
Col. Eng. Assoc. Prof. C. CONEV, Ph.D., NMU
Lt.col. Eng. S. I. ANTONOV, Ph.D., NMU
Assoc. Prof. PhD. R. BOGDANOV, Ph.D., NMU
Lt.col.Eng. A.C. SAVA, PhD., MTA"Ferdinand I", Romania
Maj. Eng. C. GRUMĂZESCU, PhD MTA "Ferdinand I", Romania
COL Prof. Eng. E. TRANĂ, PhD, MTA "Ferdinand I", Romania
LTC Prof. Eng, A. ROTARIU, PhD, MTA "Ferdinand I", Romania
LTC Assoc Prof. Eng. S. TOMA, MTA "Ferdinand I", Romania
Maj. Assoc.Prof.Eng. F. BUCUR, PhD, MTA "Ferdinand I", Romania
LTC. Eng. L. MATACHE, PhD, MTA "Ferdinand I", Romania
Prof. D.sc.ing E. TEIRUMNIEKS, Faculty of Engineering, RTA Latvia
Prof. D.sc.ing. A. TEILANS, Faculty of Engineering, RTA, Latvia
Col. Assoc. Prof. V. SANDRU, Ph.D., Vice-Rector for research of Air Force Academy, Romania
Maj. L. GĂINĂ, "Henri Coanda" AFA
Assoc. Prof. C. CARSTEA, Ph.D., "Henry Coanda" AFA
Assoc.Prof., Ph.D. C. STRIMBU, "Henry Coanda" AFA
Assoc. Prof., Ph.D. G. CONSTANTINESCU, "Henry Coanda" AFA
LTC Assoc. Prof. Eng. B. BIERNACIK, Ph.D., WSU, Poland
LTCol. P. OSTOLSKI, Adiunkt, PhD Eng., WSU, Poland
Maj. W. MATERAK, War Studies University, Poland
LTCol. R. ZAJKOWSKI, Adiunkt, PhD Eng., WSU, Poland
LTCol. Z. LEŚNIEWSKI, Adiunkt, PhD Eng, WSU, Poland
Col. Asst. Prof. A. KOZINA, PhD, Dean of Croatian Defence Academy „Dr. Franjo Tuđman"
Dr. D. DUMITRU, "Spiru Haret" University, Romania
Associate Prof. Dr. R. IOAN, "Spiru Haret" University, Romania
Associate Prof. Dr. D. A. GÂRDAN, „Spiru Haret" University, Romania
R. WOŹNIAK, DSc. MUT Prof., Military University of Technology
J. JANISZEWSKI, DSc. MUT Prof., Military University of Technology
Col. A. KOZAKIEWICZ, DSc. MUT Prof., MUT
PhD. P. BERNAT, Polish Air Force University
Cpt. PhD D. MICHALSKI, Polish Air Force University

© "Vasil Levski" National Military University - Artillery, Air Defense and CIS Faculty, Shumen, Bulgaria, 2023.
c/o Jusautor, Shumen

ISSN 2815-4274 - печатно издание

ISSN 2815-4282 - онлайн издание

CONTENTS

PLENARY SESSION 9

STUDY OF THE THERMOBARIC COMPOSITIONS PERFORMANCES AND THEIR APPLICATIONS Liviu C. Matache, Andrada M. Runceanu, Pamfil Şomoiag, Adrian N. Rotariu, Mihai Ungureanu, Răzvan M. Mircioagă 10

CREATION OF COMMON UNDERSTANDING OF TACTICAL SITUATION WITH USE OF COMMAND SUPPORT SYSTEMS Bartosz Biernacik 16

ENHANCED SECURITY FOR MOBILE INSTANT MESSAGING SYSTEMS USING APPLIED CRYPTOGRAPHY Eugen Zaharescu 41

DEFENSE AND SECURITY 49

DECISION MAKING IN THE NATIONAL SECURITY: LEVELS OF COMMAND AND CONTROL Maxim M. Alashki, Angel D. Valchev 50

DECISION MAKING IN THE NATIONAL SECURITY: GOVERNANCE, COMMAND, MANAGEMENT, LEADERSHIP Maxim M. Alashki 56

ANALYSIS OF THE RESULTS OF A SURVEY CONCERNING THE SATISFACTION OF VICTIMS AND PARTICIPANTS IN THE EMERGENCY RESTORATION WORKS AFTER THE EXPLOSION IN THE VILLAGE OF HITRINO Yalchyn I. Rasim 60

MODEL OF METHODOLOGY FOR FUNCTIONAL ANALYSIS OF THE COMMAND AND CONTROL SYSTEM (C2) Ivo Radulov, Teodora Georgieva 68

COUNTERBATTERY COMBAT IN MODERN OPERATIONS Veliko P. Petrov 78

FEATURES OF THE COMBAT USE OF ARTILLERY FORMATIONS WHEN CONDUCTING OPERATIONS FOR URBANIZED TERRITORIES Veliko P. Petrov 92

STRATEGIC DEFENCE REVIEW LESSONS LEARNED ANALYSIS FOR COMMAND AND CONTROL (C2) Ivo G. Radulov 102

THE ROLE OF THE GREAT SHUMEN MANEUVERS IN THE DECLARATION OF WAR IN 1912 Georgi B. Georgiev 117

DEVELOPMENT, FUNCTIONS AND TASKS OF THE MILITARY POLICE OF THE REPUBLIC OF BULGARIA – MILITARY POLICE DOCTRINE Vladislav Savov 123

EXECUTIVE AND DISPOSAL ACTIVITY PERFORMED BY THE ARMED FORCES. CONCEPT AND MAIN CHARACTERISTICS Zhivko St. Yordanov 130

SECURITY PERESPECTIVES AND TRENDS IN THE BLACK SEA REGION Anastas M.Chitakov, Hristo Dessev 136

ANALYSIS OF CRISES IN BLACK SEA REGION AND THE RESULTING THREATS AND RISKS TO INTERNATIONAL AND NATIONAL SECURITY Anastas M. Chitakov 142

SECURITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE TECHNOSPHERE Hristo A. Desev 147

CRITERIA FOR CLASSIFICATION OF OBJECTS (TARGETS) TO BE DESTROYED IN COUNTERBATTERY COMBAT Veliko P. Petrov 152

CHALLENGES AND THREATS TO GLOBAL FOOD SECURITY IN CONFLICT Veliko P. Petrov 162

NATURE OF THE GLOBAL FOOD PROBLEM AND THE FORMS OF ITS MANIFESTATION Veliko P. Petrov 171

THE FORGOTTEN HEROES OF THE FIRST WORLD WAR – PAUN BANANOV Nayden Naydenov 181

WEAPONS, TECHNOLOGIES, LOGISTICS 186

PRODUCT TEMPLATES APPLIED IN CAD MODELING Mariela Lyubcheva Ivanova 187

HARDWARE TECHNOLOGIES AND MATERIALS FOR PHYSICAL PROTOTYPING Stamen Iliev Antonov, Conuy Grigorov Conev 192

SOME PECULIARITIES OF THE WORKING PROCESS OF 3D PRINTERS AND THE SOFTWARE TO SUPPORT THEM Stamen Iliev Antonov 198

THEORETICAL ASSESMENT OF FACTORS INFLUENCING ARTILLERY FIRE ACCURACY Neculai-Daniel Zvîncu, Stefania-Melania Bardac, Pamfil Somoiag, Florin-Marian Dîrloman, Mihai-Ionuţ Ungureanu, Costin-Dumitru Berechet 204

TECHNICAL CONSIDERATIONS REGARDING PERFORMANCE ENHANCEMENTS FOR UNGUIDED MULTIPLE LAUNCH ROCKET SYSTEM Neculai-Daniel Zvîncu, Bianca-Gabriela Antofie,Cristian-Emil Moldoveanu, Forin-Marian Dîrloman, Mihai-Ionuţ Ungureanu, Costin-Dumitru Berechet 217

AERODYNAMICS AND BALLISTICS OF SMALL CALIBER WEAPONS FIRING Neculai-Daniel Zvîncu, Teodora Chiojdoiu, Cristian-Emil Moldoveanu, Florin-Marian Dîrloman, Mihai-Ionuţ Ungureanu, Costin-Dumitru Berechet 229

UNMANNED COMBAT AERIAL VEHICLE (UCAV) – WEAPON OF THE FUTURE Ivaylo Zh. Bozov 243

PERSPECTIVES conected with STUDENT Education WITH 3D COMPONENT VISUALIZATION Stamen Iliev Antonov, Conyu Grigorov Conev 248

SAP ERP AS A TOOL SUPPORTING THE MANAGEMENT OF LOGISTICS PROCESSESIN A MILITARY Małgorzata Orłowska 252

OPTIMIZATION OF THE MILITARY LOGISTICS SYSTEM BY APPLICATION OF NATO F-34 FUEL Michał Wilk 262

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTOMATED DESIGN AND ENGINEERING SYSTEMS (CAD CAM CAE SYSTEMS) Stamen I. Antonov, Ivaylo Zh. Bozov 270

ANALISYS AND PERSPECTIVE ON UNMANNED AERIAL SYSTEMS FOR RECONNAISANCE AND MILITARY OPERATIONS Toni B. Borisov, Dimitar I. Raev 280

APPROACH FOR DETERMINING THE BALLISTIC CHARACTERISTICS OF THE AMMUNITION Vanko Ganev, Rosen Lazarov, Yana Dimitrova, Blagovest Bankov 285

ANALYTICAL METHOD FOR DETERMINE HIT POINT COORDINATES IN HORIZONTAL PLANE DEPENDING ON PROJECTILE ANGULAR VELOCITY Yana D. Dimitrova 290

POLYGON TESTS OF THE CHANGE OF THE BALLISTIC CHARACTERISTICS OF AMMUNITION WITH A CHANGED BULLET SHAPE WHEN IT ENCOUNTERS WITH AN ENVIRONMENT OF DIFFERENT DENSITY Vanko Ganev, Rosen Lazarov, Yana Dimitrova, Blagovest Bankov 295

ANALISYS OF INNOVATIVE BALLISTIC PROTECTION MATERIALS AND TECHNOLOGIES Miroslav Dimitrov*, Conyu Conev** 301

CONSIDERATION REGARDING THE USE OF TAYLOR-VON NEUMANN-SEDOV MODEL ON THE ESTIMATION OF INITIAL BURNED ALUMINUM PERCENTAGE ON THE

DETONATION OF SOLID PSEUDO-THERMOBARIC CHARGE Eugen Trană, Adrian-Nicolae Rotariu, Florina Bucur.....307

NUMERICAL STUDY ON BALLISTIC IMPACT PERFORMANCE OF BULLETPROOF VEST INSERTS Iustin Burducea, Florina Bucur*, Crinu Puică, Adrian Rotariu.....314

EXPERIMENTAL LABORATORY STAND FOR SIMULATION OF THE RECOIL FORCE OF SMALL CALIBRE WEAPONS Florin-Marian Dîrloman, Alina Alexandra Gabriela Groza, Marius-Valeriu Cîrmaci Matei, Adrian-Nicolae Rotariu, Cristian-Emil Moldoveanu, Neculai-Daniel Zvîncu 319

THE INFLUENCE OF FUEL TYPE ON PERFORMANCE AND SAFETY CHARACTERISTICS OF COMPOSITE PROPELLANTS Alexandra I. Dan, Liviu C. Matache, Florin M. Dîrloman, Adrian N. Rotariu, Răzvan M. Mircioagă.....332

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY ON THE DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT SYSTEM FOR INTEGRATING AND EXPLOITING THE SPECIFIC PARAMETERS OF FIRING AN ASSAULT RIFLE Andrea-Cristina Simion.....339

PSTOOL – LARGE SCALE PERSISTENT SCATTERER INTERFEROMETRY. CURRENT STATUS AND FUTURE WORK Stefan-Adrian Toma[1], Delia Teleagă[2], Valentin Poncoş[2], Dan Birtaş[2], Bogdan Sebacher[1], Luciana Morogan[1], Andrei Brînzea[1].....345

TECHNICAL CHALLENGES FOR BUILDING THE FIRST GENERATION QKD NETWORKS Constantin Grumăzescu*, Ştefan Arseni, Emil Bureacă, George-Codrin Hariga, Andrei Brînzea ...351

ANALYTICAL MODEL FOR EXAMINATION OF SHOTS GROUPING ALTERATION IN SINGLE FIRE SHOOTING Yana D. Dimitrova.....355

COMMUNICATION AND COMPUTER TECHNOLOGIES.....359

THE ROLE AND FUTURE OF AI IN EDUCATION Delyan S. Slavov.....360

CYBER ASPECTS OF THE MODERN CONFLICTS (RUSSIA- UKRAINE) Delyan S. Slavov 368

ANALYSIS OF CURRENT STANDARDS FOR MOBILE CELLULAR COMMUNICATION Miroslav G. Nedelchev, Dimitar I. Raev 374

SUPPORTING MILITARY UNIT MANAGEMENT PROCESSES THROUGH THE USE OF NEW TECHNOLOGIES - SELECTED EXAMPLES Dawid Orłowski 381

TECHNOLOGIES FOR PROTECTION AGAINST DDISINFORMATION IN ELECTRONIC COMMUNICATION CHANNELS Zhaneta N. Savova[1], Rosen A. Bogdanov[2] 391

RESEARCH OF LOW - PROFILE PRINTED 77-GHZ ANTI-COLLISION RADAR ANTENNAS IMPLEMENTED IN SMART VEHICLES Stanimir H. Parvanov, Georgi A. Kozarev.....399

TYPES OF METHODS AND THEIR COMPATIBLE USE IN LOCATING THE SMARTPHONES IN RURAL AND URBAN AREAS Stanimir H. Parvanov, Georgi A. Kozarev, Dimitar I. Raev ..409

RESEARCH ON HIERARCHICAL GROUPS OF DRONES TO SEARCH AREAS AND FIND OR STRIKE SPECIFIC TARGETS Stanimir H. Parvanov 416

CLOUD TECHNOLOGIES –DEVELOPMENT AND APPLICATION FOR THE INDUSTRY AND EDUCATION Dimitar I. Raev, Toni B. Borisov.....425

APPLICATION OF QUASI COMPLEMENTARY PAIRS OF PHASE MANIPULATED SIGNALS IN RADIO-COMMUNICATION SYSTEMS Borislav B. Bedzhev, Dilyan I. Dimitrov.....432

EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE APPLICABILITY OF LOW-BUDGET NON-PROFESSIONAL LASERS FOR BLINDING DRONES AT RANGES OVER 3 KM Vladislav M. Genoff, Lyubomir E. Manov, Yosif V. Yosifov 439

DETECTION AND RECOGNITION OF PARTIALLY VISIBLE OBJECTS IN OPTICAL IMAGES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES - MINI REVIEW FROM 1970 TO 2000 Lyubomir E. Manov, Nikolay Kulev 444

THE POSSIBILITIES OF THE COVERT TRANSMISSION OF INFORMATION ABOUT THE NEEDS OF A MILITARY FORMATION Veselka T. Stoyanova 451

CYBERSECURITY 455

DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS DRONES WITH ARTIFICAL INTELLIGENCE Aleksandra K. Atanasova 456

GOING THROUGH CYBER LANDSCAPE: THE EVOLUTION OF THREATS AND COUNTERMEASURES IN SOFTWARE SECURITY Marius I. Mihailescu[1], Stefania L. Nita[2], Valentina Marascu[3], Marius G. Rogobete[4] 461

PROVIDING SECURITY FOR INTERCONNECTED DEVICES AND DATA EXCHANGES IN THE IOT-BLOCKCHAIN ECOSYSTEM Marius I. Mihailescu[1], Stefania L. Nita[2], Marius G. Rogobete[3], Valentina Marascu[4], ... 477

CYBERSECURITY IN CRISIS MANAGEMENT Robert Zakrzewski 488

ABILITIES FOR INCREASING THE ELECTRONIC PROTECTION OF RADAR SENSOR NETWORKS BY USAGE OF MATRIX SIGNALS Dilyan I. Dimitrov 496

THE ROLE AND ADVANTAGES OF MACHINE LEARNING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DEFENSE CYBERSECURITY Toni B. Borisov, Dimitar I. Raev 503

THE ROLE OF THE USE OF VPN TECHNOLOGIES IN MILITARY OPERATIONS Dimitar I. Raev, Toni B. Borisov 508

NEURAL NETWORK FOR CYBERSECURITY Angela R. Borisova 512

SOCIAL STUDIES 518

ASSESSMENT OF THE SOCIAL ENVIRONMENT IN EDUCATIONAL Mariela Lyubcheva Ivanova 519

DECISION MAKING UNDER STRESS IN EDUCATIONAL SETTING Mariela Lyubcheva Ivanova 527

THE POWER OF WORDS - CHALLENGES FOR MILITARY PR (THE "BE A SOLDIER" CAMPAIGN) Valya Simeonova 536

BUILDING COMPETENCES FOR QUALITY MANAGEMENT IN THE RAKOVSKI NATIONAL DEFENCE COLLEGE Zarko I. Zdrawkow, Anelia A. Atipova, Sevdalin H. Stoykov, ... 540

PARTICIPATION OF WOMEN IN MISSIONS AND OPERATIONS ABROAD ON THE EXAMPLE OF PCM Barbara Drapikowska 550

THE INFLUENCE OF FINE DUST PARTICLES ON RESPIRATORY PROCESSES FROM ACTIVITIES CARRIED OUT BY INDUSTRIAL ORGANISATIONS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BULGARIA - CIVIL SECURITY Gloria Zasheva 558

GEODESY 563

ON THE TYPE OF DATA USED IN GEOINFORMATION TECHNOLOGIES Petina A. Andreeva, Gergana A. Dimova 564

PECULIARITIES OF THE TRAINING OF CADETS IN THE CADASTRAL INFORMATION SYSTEMS DISCIPLINE Petina A. Andreeva, Gergana A. Dimova 571

SOME PECULIARITIES OF THE VERTICAL LEVELING OF THE ADJACENT AREAS OF THE TRAINING BUILDINGS OF THE NATIONAL MILITARY UNIVERSITY “VASIL LEVSKY” VELIKO TARNOVO REGION Andrey I. Andreev, Ilinka M. Ivanova 580

SLOPE STABILITY – MAIN PROBLEM IN OPEN PIT MINING Yasen T. Prokopov 587

EARTHQUAKES AS A RESULT OF THE EARTH'S CRUST MOVEMENT AND THE ROLE OF GEODYNAMICAL POLYGONS IN THEIR PROGNOSTICATION Yasen T. Prokopov 595

GEODESIC WORKS IN THE SURVEYING OF MEMORIAL COMPLEX, PARKING AND PHOTOVOLTAIC AREA Nikolay H. Kopanov, Emil G. Monovski, Radostin D. Georgiev 601

NEW TRENDS IN ENGLISH LANGUAGE EDUCATION OF CADETS AND STUDENTS FROM “GEODESY “SPECIALTY AT VASIL LEVSKY NATIONAL MILITARY UNIVERSITY Gergana Dimova 606

TECHNOLOGY AND METHODOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF AN ENGLISH LANGUAGE MANUAL FOR CADETS AND STUDENTS FROM "GEODESY" SPECIALTY AT VASIL LEVSKI NATIONAL MILITARY UNIVERSITY Gergana Dimova 612

GEODETIC METHODS FOR DEFINING THE MAIN DIRECTION FOR SHOOTING AT A RANGE Dobromir D. Nikolov, Kiril P. Atanasov , Matyo P. Zhelev 616

GEODETIC WORKS IN THE FILMING OF A CINEMA THEATER IN THE AREA OF "LEVSKI VASIL" SHUMEN Hristiyan G. Georgiev, Daniel P. Draganov, Viktor M. Dragiev, Hristiana H. Koleva, Marin R. Rusev, Maria L. Tsendova 622

ORGANIZATION AND IMPLEMENTATION DURING THE EDUCATIONAL PHOTOGRAMMETRY PRACTICE IN MILITARY FORMATION – TROYAN Venelin S. Kozhuharov, Plamena S. Ivanova, Petar I. Haralanov 627

IMPLEMENTATION PROBLEMS DURING THE MILITARY INTERNSHIP IN TRAINING GROUND “KOREN” Plamena S. Ivanova, Venelin S. Kozhuharov, Petar I. Haralanov 635

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE NUMBER OF TIE POINTS ON THE PROCESS OF MUTUAL ORIENTATION OF A STEREO PAIR OF PHOTOGRAPHS IN A BASE COORDINATE SYSTEM Monika B. Bedzheva 644

MAINTENANCE OF THE CADASTRAL MAP AND CADASTRAL REGISTERS IN CURRENT STATE Mirem E. Niyazi-Yusuf, Evgeni Gr. Stoykov 652

THE ROLE OF REMOTE SENSING TO STUDY CLIMATE CHANGE Neli D. Zdravcheva 660

ENVIRONMENTAL MONITORING BASED ON PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING Neli D. Zdravcheva 667

APPLICATION OF DIGITAL PHOTOGRAMMETRY FOR TYING UP THE ARTILERY’S BATTLE FORMATION AND FIRE CONTROL USINUG UAVS Dimitar Petrov 673

CREATION OF GROUND CONTROL POINTS FOR PHOTOGRAMMETRIC RECORDING FOR THE PURPOSES OF MAPPING THE NORTHERN SIDE OF STARA PLANINA Tanislav H. Tanev, Georgi H. Tanev 679

USING OF THREE-DIMENSIONAL TERRRAIN MODELING IN THE GEOINFORMATION SUBSYSTEMS OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE Nataliia I. Lytvynenko, Olexander V. Korenets, Tamara M. Kurach, Iryna O. Pidlisetska 685

PLENARY SESSION

STUDY OF THE THERMOBARIC COMPOSITIONS PERFORMANCES AND THEIR APPLICATIONS

Liviu C. Matache, Andrada M. Runceanu, Pamfil Şomoiag, Adrian N. Rotariu, Mihai Ungureanu, Răzvan M. Mircioagă

Faculty of Integrated Systems of Armaments, Engineering and Mechatronics, Military Technical Academy „Ferdinand I", Bucharest, Romania, liviu.matache@mta.ro

***Abstract**: This paper discusses the composition and characterization of thermobaric explosives. These explosives offer promising features, combining metal fragmentation, metal acceleration effects, and superior air blast impulse. This paper follows the influence of different components upon the effects, specifically the amount of heat released by the detonation.*

***Keywords**: thermobaric, metallic powders, pressure of explosion, RDX, composite*

Introduction

Over the past few decades, there has been a notable increase in the development of weapon systems. Traditionally, warheads relied on explosives to propel metal fragments or shaped charge jets for target destruction. However, recent advancements have led to the creation of warheads claiming to possess enhanced blast performance.

Among these weapon systems, thermobaric weapons belong to a larger category known as volumetric weapons, which also includes fuel-air explosives (FAE) or aerosol bombs. The term "thermobaric" comes from the Greek words "therme" (heat) and "baros" (pressure), highlighting the effects of temperature and pressure on the target. These weapons are characterized by creating a large fireball and exhibiting good blast performance [1]. Both thermobaric and FAE devices operate on similar principles. A thermobaric explosive (TBX) typically consists of a central charge (core), usually a high explosive, and an external secondary charge (fuel-rich formulation). The detonation of TBX involves two actions: firstly, an anaerobic action occurs inside the high explosive core without air oxygen; secondly, delayed aerobic burning of the fuel mixture in the outer charge takes place, primarily depending on the consumption of surrounding air [2].

1. Reactive metals and metal carbonyls

They have garnered significant attention in the development of energetic applications and explosive formulations. Yen and Wang conducted a comprehensive review, exploring various classes of reactive metals, including elemental metals, thermites/intermolecular composites (MIC), encapsulated metals, metastable alloys, and "surface-activated" metals. They discussed the properties, processing techniques, ignition, and combustion characteristics of these materials, along with their field performance in explosive formulations [2].

Among the reactive metals, aluminum has been a popular additive in explosives since the early 20th century. However, its potential benefits have not been fully realized due to the challenges posed by its high melting point and surface oxide layer, causing long ignition delays and slow combustion rates. To overcome these limitations, researchers have explored material processing techniques such as

mechanical activation (MA), which involves size reduction through milling to enhance reactivity. Reactive metals find application in air-blast and underwater explosives, where their reactions with air or water release high heat, contributing to a considerable increase in energy release over a longer duration.

Recently, boron has been considered as a potential alternative to aluminum. It has the highest gravimetric and volumetric heat of combustion among metals. Tests with boron-containing explosive compositions showed promising results, exhibiting higher explosion heats compared to aluminum-containing formulations. However, the high ignition temperature of boron has been identified as a drawback to its application, hindering efficient burning.

Researchers have also explored encapsulating aluminum with reactive metals like magnesium, zirconium, and nickel, or polymers such as Teflon, Viton, and NC, to lower the ignition temperature and bridge the gap between detonation reactions and burning reactions. Thermites, including fuel-rich aluminum-based ones, are considered for cases with oxygen deficiency, and they can offer greater energy release.

Various studies have investigated the use of other metals, such as magnesium, boron, silicon, titanium, and zirconium, in thermobaric/enhanced blast explosives. Bimetallic particles with core/shell structures of differing metals have also been examined. Hafnium and zirconium show potential as incendiary materials, but their extreme electrostatic discharge sensitivities pose safety concerns. Coating aluminum or boron with more active metals like magnesium can improve ignition characteristics and combustion time.

In addition to reactive metals, metal carbonyl complexes have been studied to enhance blast effects and boost hollow charge explosives. Carbonyls such as $Cr(CO)_6$, $Mo(CO)_6$, $W(CO)_6$, $Fe(CO)_5$, $Fe_2(CO)_9$, and $Fe_3(CO)_{12}$ have been explored for this purpose.

Overall, ongoing research in the field of reactive metals and metal carbonyls holds promise for advancing energetic applications and developing more effective explosive formulations [2].

2. Analysis of compositions in terms of performance and safety. Determination of the optimal composition

2.1. Aim

Based on previous studies and projects we chose 5 types of thermobaric compositions on which we carried out laboratory tests to determine their performance and stability.

2.2. Used materials

Aluminium (Al), magnesium (Mg), difenilmetan-4,4′-diisocianat (MDI), Sethatane D 1160 (SET), phlegmatized hexogen (RDX), triethylene glycol dinitrate (TEGDN), glycidyl azide polymer (GAP) [3].

2.3. Stability and performance tests

DHf, (latent) heat of fusion, is the amount of heat absorbed during the transformation of a solid into a liquid. It is determined by the size of the area below the melting peak [4].

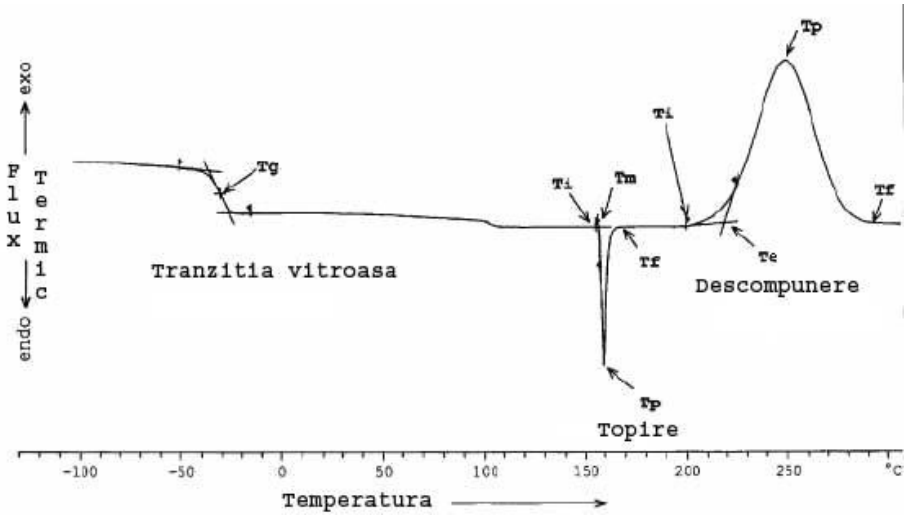


Figure 1. Diferentiate Thermal Analysis DTA [4]

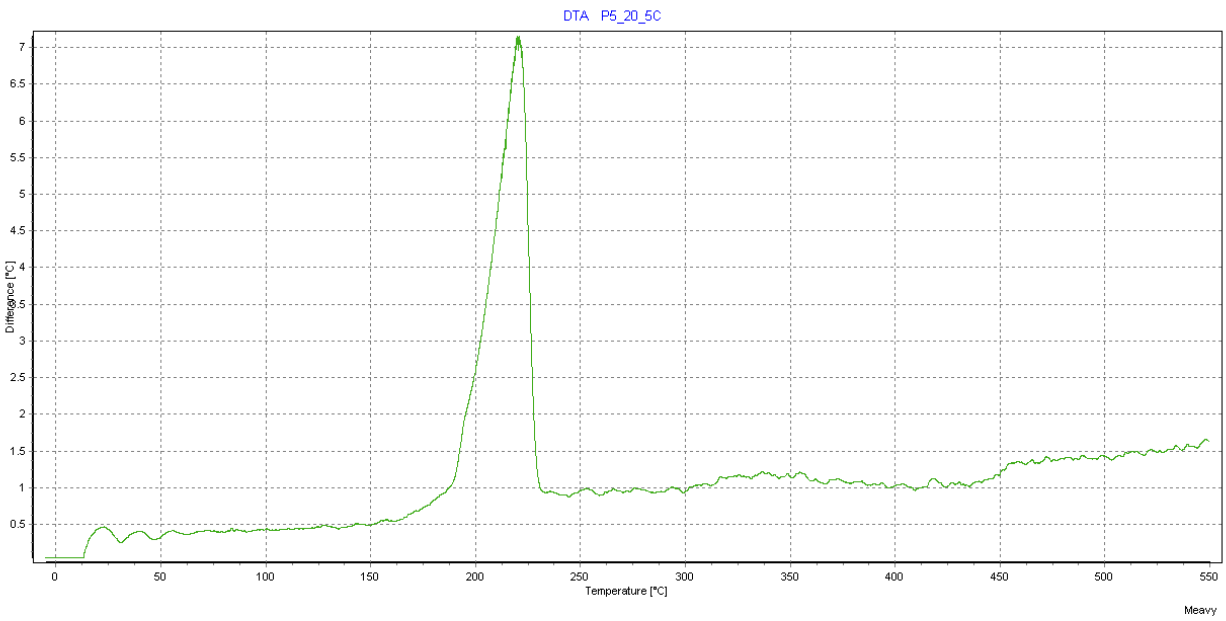


Figure 2. DTA curve of a thermobaric composition

The decomposition of the composition occurs around 220°C and has a maximum temperature difference of 7-8°C.

Compared to RDX, which has a decomposition temperature of around 215°C and a temperature difference of 80-90°, thermobaric compounding is safer.

2.4. Calorimetric bomb tests

Of the 5 compositions, calorimetric bomb tests were carried out on TB2 and TB5 to observe their performance and the differences between a composition containing TEGDN and one containing GAP.

The adiabatic calorimeter consists of: calorimeter bomb, stirrer, thermometer, Beckmann thermometer, bezel; the calorimeter body with isothermal basin, into which the calorimeter vessel filled with 1 l of distilled water is inserted, has the control panel on the front [25]

Figure 3. Adiabatic calorimetry equipment[5]

The sample was weighed using the balance, at first we used 0.898 grams because it was a new composition and we didn't know how it could react.

The priming of the explosive transformation is done electrically by means of a resistant nickel or constantan wire, whose characteristics (linear resistance, thermal effect, wire diameter) are known (1.5 cal/cm), 15 cm of this wire was used.

The wire is prepared in such a way that the 3-6 coils formed can be in physical contact with the substance to be initiated. The prepared electric primer is placed at the 2 terminals of the enclosure.

Figure 4. Ignition preparation

In the calorimeter bomb, the bomb is evacuated using the vacuum pump. The pressure inside the bomb is measured by means of a mercury pressure gauge; the vacuum is released until the pressure becomes 1-3 mm col. Hg.

Distilled water is introduced into the calorimeter vessel 1000 * 2 cm3 and the calorimeter bomb is then immersed in the water.

Then insert the calorimeter vessel into the recess in the apparatus, fix the stirrer and the Beckmann thermometer tank in the water, connect the firing terminals to the bomb and finally cover the calorimeter enclosure with the two covers. Read the temperature values indicated by the Beckmann

thermometer until the temperature has stabilised at a certain value; it is recommended that this should be between 0 and 1 °C.

Figure 5. Inserting the calorimeter vessel into the slot in the apparatus

Then insert the calorimeter vessel into the recess in the apparatus, fix the stirrer and the Beckmann thermometer tank in the water, connect the firing terminals to the bomb and finally cover the calorimeter enclosure with the two covers. Read the temperature values indicated by the Beckmann thermometer until the temperature has stabilised at a certain value; it is recommended that this should be between 0 and 1 °C.

Initiate the explosive substance by pressing and holding the switch (13) until the indicator light goes out, after which the temperatures indicated by the Beckmann thermometer are read off every 60 s with the aid of the observation telescope.

For the purpose of determining the rate of temperature rise, it is advisable to note all temperatures and times at which readings were taken.

The maximum temperature reached in the calorimeter vessel is the last value to be known in order to determine the heat effect.

The determination having been completed, the bomb is removed from the calorimeter vessel, the gases are drained from it and the entire interior is carefully cleaned.

Figure 6. The residues resulting from the tests

The tests resulted in a heat of explosion of 1154.83 cal/g for TB2 and 1150.26 cal/g for TB5.

3. Conclusions

The laboratory tests show that the thermobaric composites are insensitive to friction and therefore, they are very safe to mechanical stimuli.

The thermobaric composites showed exothermic reactions at high temperatures, showing a high degree of safety compared to RDX.

The optimal composition according to the tests carried out so far is TB1, having a higher heat of explosion, but further tests are needed to confirm that TB1 is indeed the optimal solution.

Acknowledgments

This work was supported by a grant of the Romanian Ministry of Education and Research, CCCDI - UEFISCDI, project number 84PTE/2022, within PNCDI III.

References

1. YEN, N. H. & WANG, L. Y. (2012). Reactive metals in explosives. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics*, *37*(2), 143-155. https://doi.org/10.1002/prep.200900050
2. Dearden P. (2001). New blast weapons. *J R Army Med Corps*, *147*(1):80–6. http://dx.doi.org/10.1136/jramc-147-01-08
3. Mihai-Ionuț UNGUREANU, Liviu-Cristian MATACHE, Traian ROTARIU, Cristian BARBU, Florin-Marian DÎRLOMAN. (2021). High blast explosive composition for annular thermobaric ammunitions. *U.P.B. Sci. Bull., Series B. 83* (4), 263-272.
4. 16 PO-LTECAM-16 Differential Thermal Analysis
5. 17 PO-LTECAM-17 Determination of Heat of Explosion

CREATION OF COMMON UNDERSTANDING OF TACTICAL SITUATION WITH USE OF COMMAND SUPPORT SYSTEMS

Bartosz Biernacik

War Studies University,al. Gen. Chruściela – Montera 103, 00-910 Warsaw, Poland,
b.biernacik@aon.edu.pl

Abstract: *Common understanding of the tactical situation at all levels is very important and may result win or lose in the battle. Time is a crucial factor to build it as well as modern technologies. Usage of modern ICT without creation of Common understanding is not enough and need to be changed. This article is about the latest improvement that were taken in War Studies University that affect the whole Polish Armed Forces and allows creating Common understanding of the tactical situation with a use of family of Jasmine System.*

Keywords: *Command Support System, ICT, Common Operational Picture, JASMINE Systems.*

Introduction

Once the Command Support Systems were implement into the Army, the more of creation of Common Operational Picture (COP) was took under consideration. Since 90' XX DC we have incremental grow of CSS and companies offering them to the Armies within the whole NATO. Once we set up the way of cooperation between them (implementing NATO interoperability standards because of work in NNEC program) we are ready to say that we are able to create COP (Common Operational Picture), as an extremely important tool for the commanders to take better and faster decisions.

Definition what is the way to create the COP was very easy – data from soldiers goes up, to the level of their commanders. Then data from their commander goes up to their commanders and so on and so on. On the top level, we present the COP made as an aggregated data from soldiers up to the highest units and updated in a real or nearly real time with the current data (holdings, positions, alerts) to a commander. So, thank to this, the commander is able to act before some actions will take place – predicting actions instead of reacting on them after they took place.

The problem starts when we are trying to define how we can support not only the commanders but also the effectors of their decisions – units below the level of COP. It had occurred that it is not so easy to define and realize that issue. <u>It is important to mention that COP is not the same as Common Understanding of Tactical Situation (CUTS).</u>

COP we understand as a "display of relevant information within a commander's area of interest tailored to the user's requirements and based on common data and information shared by more than one command.[1]" it is created as it was mentioned – from down up to the higher level.

[1] www.army.mil (access 09.2023)

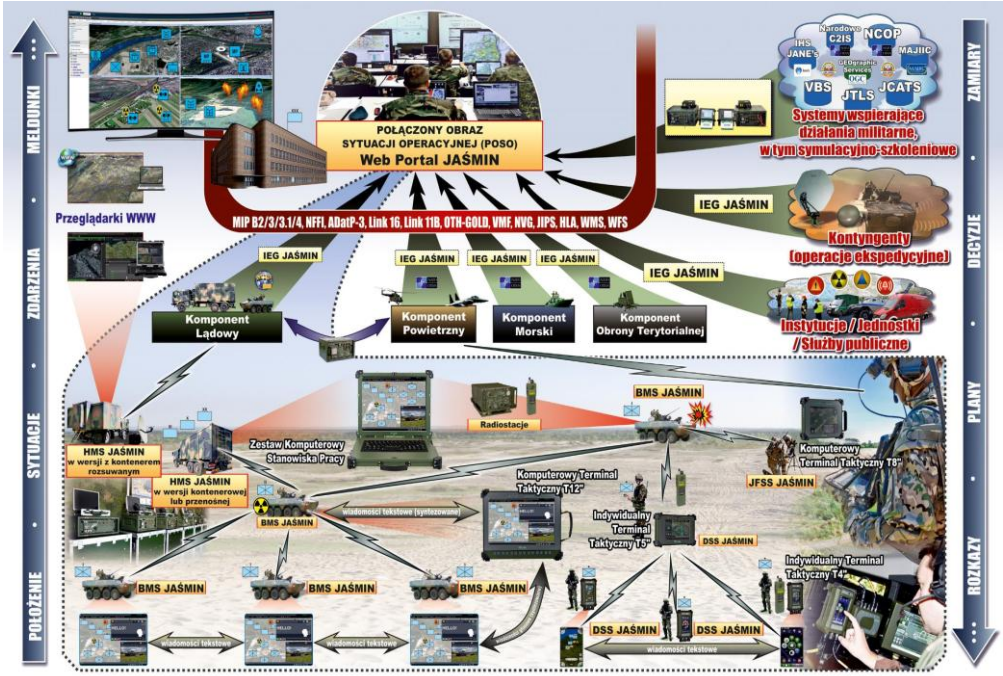


Figure 1. Creation of COP- aggregated data goes from the lowest level to the commanders at the high level.
Source: Material from Teldat.

COP is a tool, which feeds commanders information to inform decisions. In its entirety, this is comprised of running estimates and statuses across all warfighting functions that feed operational decisions. However, COPs are only as useful as the accuracy and timeliness of their content, which is often lacking even without the stress of ongoing operations. There are two principle reasons for this information shortfall. The first is the inability of battalion staffs to translate running estimates into coherent and prioritized information requirements that are tailored to their commander's COP. The second is an institutional lack of emphasis on command post (CP) operations at the company level and below, which translates into poor COP (information) management[2].

Creation of COP using the modern CSS is quite easy for the signal specialists but we may notice a trend of growing number of the tools supporting the Military Decision Making Process offered by plenty of companies. This trend is not fully positive because the more tools we use to support the Army with data exchange, the more effort we must put on preparation and training of the operators – system users and data creators. It may create a situation when every battle platform will be equipped with different CSS or Weapon System… It result the situation that soldiers going from one platform to another won't be able to operate it because of lack of training… that situation is not positive and should be taken under consideration to control number of CSS and WS implemented into one Army.

[2] https://www.moore.army.mil/infantry/magazine/issues/2021/Winter/pdf/2_Gruning.pdf (access 09.2023)

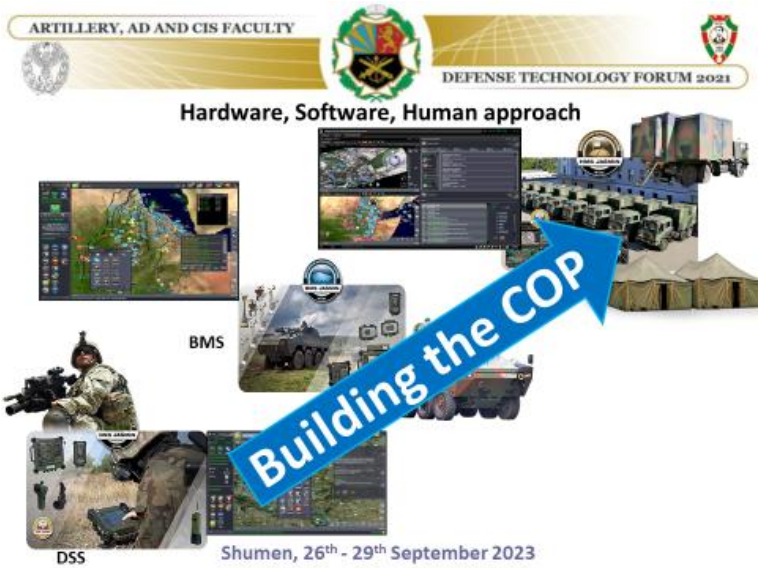


Figure 2. Creation of COP- Data collected on the lower level goes up to the higher commanders.
Source: Author's material.

There is a difference in the situation when we want to create the Common Understanding of the Tactical Situation CUTS. The main difference between COP and CUTS is the way of data exchange – in COP data goes (in most cases) from down up, but in CUTS data goes and inform also the commanders on the lower levels – it goes also from up down. The problem that is make by that direction of data exchange is the data itself – what should be send down and what should not sent.

There is a strong need to create a mechanism of defining and filtering the data – hopeful automated mechanism to be able to define the portion of data that goes from higher level of command down.

Higher commanders are in better position while creating COP – all data may be send up and thank to the aggregation tool to detailed information is hided and shown as a sum of coming data. That creates the adequate details level on the maps.

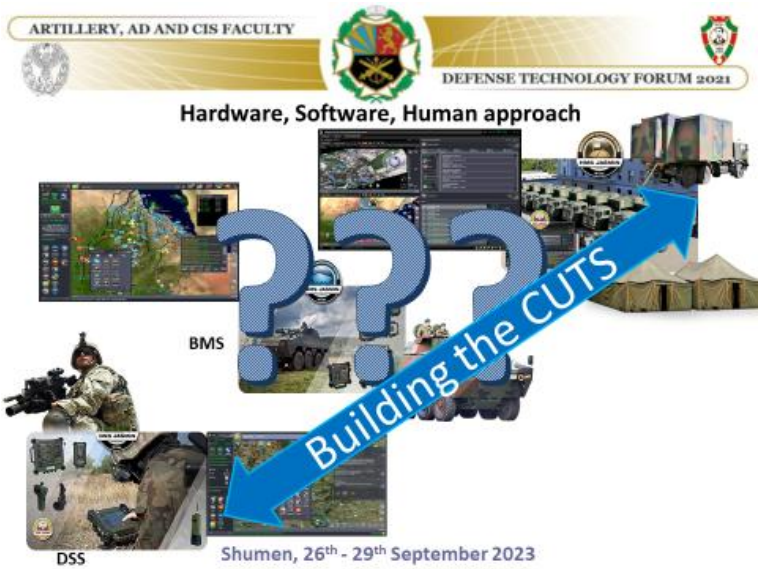


Figure 3. Creation of CUTS- Data is exchanged between the levels with use of aggregation and sanitization of data between the levels.
Source: Author's material.

To be able to create CUTS we must act in three different areas:

- hardware;
- software;
- human.

Hardware approach

Creation of CUTS require adequate hardware equipment to be deliver to all levels of command.

It means that every commander should be equipped in the right hardware solution. Right now we are able to do it with the COTS staff – the typical computers takes form the marked, but it should be treated not as a solution, but temporary option – in case of destroy the hardware it may be replace by commercial computers until new dedicated equipment is delivered.

That is why we have the long list of dedicated rugged computers for all levels of command produced by Polish (but not only) producers. It was shown at fig.4.

Figure 4. Creation of CUTS. Delivering the right hardware equipment is one of the key to build the common understanding of tactical situation. *Source: Author's material.*

Starting with mobile hardware (military version) that allow the soldiers to be active in the system. For the lowest level we may propose individual tactical terminal T4''.

Figure 5. Individual Tactical Terminal T4''.*Source: Teldat's material.*

The T4 Personal Tactical Terminal is one of the most resistant military terminals in the world, intended for use in the armed forces or other public services. A mobile personal computer combines the functions and

advantages of a PDA device and a smartphone. Designed to operate in the harshest environmental conditions without loss of processing power and image display capacity. It provides support for command and military operations support software, as well as dedicated network services for all C4ISR mobile solutions. It is equipment for: soldiers, rescuers, mobile platforms, including land vehicles and flying objects, and networked means of combat. It is a reliable tactical computer for carrying out tasks in critical missions and in all conditions.

Main details of this proposal are[3]:

Operating system:

- Android.

Military Standards:

- according to the classification in NO-06-A101 and NO-06-A103, the terminal is classified as a group of devices: N.10-O-II-A/B, N.11-O-II-A/B, N.12-O -II-A/B and N.14-O-II-A/B;
- electromagnetic compatibility in accordance with the NO-06-A200 standard;
- Mechanical and climatic conditions:

Operating temperature: -40 °C ÷ +60 °C;
Storage temperature: -50 °C ÷ +70 °C;
Dust and water tightness class: IP67;
Resistance to falls.
Power supply:
Onboard: 9-36 VDC;
Mains: dedicated external power supply 230 VAC / 24 VDC;
Battery-powered: battery enabling operation for min. 6 hours;
Power consumption: ≤ 15 W (when operating on mains or on-board power, including charging the internal battery);
Power consumption: ≤ 10 W (when operating on battery power).
Physical parameters:

- Terminal dimensions: 188 x 109 x 47 [mm];
- Terminal weight: ≤ 0.9 kg;

For the commanders of section or platoon we have proposal of propose tactical terminal T8'' or T10''.

The T8" or T10" Tactical Computer Terminal (Tactical Terminal Tablet) is one of the most resistant military terminals in the world, intended for use in the armed forces or other public services. Designed to operate in the harshest environmental conditions, without loss of computing power and image display capacity. It provides support for command and military operations support software, as well as dedicated network services for all C4ISR mobile solutions. It is equipment for: soldiers, rescuers, mobile platforms, including land vehicles and flying objects, and networked means of combat. It is a reliable tactical computer for carrying out tasks in critical missions and in all conditions.

Figure 6. Individual Tactical Terminal T8'' and 10''. *Source: Teldat's material.*

[3] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/urzadzenia/110-terminal-vis.html (access 09.2023)

Main details of this proposal are[4]:

- equipment for workstations in vehicles, vessels (underwater and surface) and flying objects;
- body armor for a dismounted soldier (e.g. Soldier Combat Management System - DSS JASMINE) and portable equipment (e.g. Data Exchange System for Joint Fire Support - JFSS JASMINE);
- portable device (individual) for soldiers and rescuers (e.g. JASMINE Crisis Management System) and special units;
- element of the on-board ICT platform for end users of the Battalion, Company, Platoon and Team Combat Management System - BMS JASMINE;
- dedicated to operating the C3IS JASMINE Command Support System software, versions: BMS, DSS and JFSS.

Operating system:

- Windows 7/10 or other.
- Military Standards:
- according to the classification in NO-06-A101 and NO-06-A103, the terminal is classified as a group of devices: N.10-O-II-A/B, N.11-O-II-A/B, N.12-O -II-A/B and N.14-O-II-A/B;
- electromagnetic compatibility in accordance with the NO-06-A200 standard.

Mechanical and climatic conditions:

- Operating temperature: -40 °C ÷ +60 °C;
- Storage temperature: -50 °C ÷ +70 °C;
- Dust and water tightness class: IP67;
- Resistance to falls.

Power supply:

- Onboard: 9-36 VDC;
- Mains: dedicated external power supply 230 VAC / 24 VDC;
- Battery operated: built-in battery enabling operation for min. 5 hours and an external Power Bank, allowing you to extend the working time by another min. 5 hours;
- Power consumption: ≤ 70 W (when operating on mains or on-board power, including charging the internal battery);
- Power consumption: ≤ 25 W (when operating on battery power).

The vehicle requirements may be fulfil by Military Terminal 12""

Figure 7. Military Tactical Terminal T12'. *Source: Teldat's material.*

[4] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/urzadzenia/110-terminal-vis.html (access 09.2023)

The T12" Tactical Computer Terminal (Tactical Terminal Tablet) is one of the most resistant military terminals in the world, intended for use in the armed forces or other public services. Designed to operate in the harshest environmental conditions without loss of processing power and image display capacity. It provides support for command and military operations support software, as well as dedicated network services for all C4ISR mobile solutions. It is equipment for: mobile platforms, including land vehicles, flying objects, networked means of combat, as well as soldiers and rescuers. It is a reliable tactical computer for carrying out tasks in critical missions and in all conditions.

Main details of this proposal are[5]:

- equipment for workstations in vehicles, vessels (underwater and surface) and flying objects;
- element of the on-board ICT platform for end users of the Battalion, Company, Platoon and Team Combat Management System - BMS JASMINE;
- body armor for a dismounted soldier (e.g. Soldier Combat Management System - DSS JASMINE) and portable equipment (e.g. Data Exchange System for Joint Fire Support - JFSS JASMINE);
- portable device (individual) for soldiers and rescuers (e.g. JASMINE Crisis Management System) and special units;
- dedicated to operating the C3IS JASMINE Command Support System software, versions: BMS, DSS and JFSS.

The T12 Tactical Computer Terminal enables users to work on the move, in data transmission networks and ensures cooperation with various means of communication. It is made using military technology, guaranteeing increased mechanical and climatic resistance, consistent with defense standards in this area.

Operating system:

- Windows 7/10 or other.

Military Standards:

- according to the classification in NO-06-A101 and NO-06-A103, the terminal is classified as a group of devices: N.10-O-II-A/B, N.11-O-II-A/B, N.12-O -II-A/B and N.14-O-II-A/B;
- electromagnetic compatibility in accordance with the NO-06-A200 standard.
- Mechanical and climatic conditions:

Operating temperature: -40 °C ÷ +60 °C;
Storage temperature: -50 °C ÷ +70 °C;
Dust and water tightness class: IP67;
Resistance to falls.
Power supply:

- Onboard: 9-36 VDC;
- Mains: dedicated external power supply 230 VAC / 24 VDC;
- Battery operated: built-in battery enabling operation for min. 7 hours and an external Power Bank, allowing you to extend the working time by another min. 3 hours;

Power consumption: ≤ 100 W (when operating on mains or on-board power, including charging the internal battery);

Power consumption: ≤ 25 W (when operating on battery power).

[5] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/urzadzenia/110-terminal-vis.html (access 09.2023)

Figure 8. Military Tactical Terminal T12'' . Mounted in vehicle
Source: Teldat's material.

Another example of the vehicle solution is T15''P Tactical Terminal shown on Fig.9.

Figure 9. Military Tactical Terminal T15''P . as a proposal for vehicle solution
Source: https://defence24.pl/rozwoj-polskich-terminali-taktycznych

To the higher levels of command, we propose rugged tablets or laptops in military versions.

Figure 10. Military Laptop that may be use in vehicle on Command Post 12'' or 15'' ARES
Source: Teldat's material.

L12" / L15" ARES Tactical Computer Terminal, which is the first and only device of this type produced in Poland and possibly abroad. It is an extremely resistant military laptop. It is intended for stationary or mobile use in difficult environmental and field conditions by the armed forces or other public services. It can also be adapted to process classified information up to and including the SECRET/NATO SECRET[6].

Unlimited possibilities of use

All technical advantages, innovative architecture and above-standard performance and durability parameters of the discussed military tactical terminals mean that they can be used in almost all current and prospective domestic and foreign defense programs and projects, in crisis management, as well as in the production and service industry, including .among others In:

- Armed Forces (mainly for: implementation in command vehicles, combat vehicles, including armored personnel carriers, wheeled and tracked carriers and tanks, other vehicles, flying and floating objects and securing the ICT needs of a dismounted soldier);
- Rescue Services (State Fire Service, Volunteer Fire Service, state medical, chemical, technical maritime and radiation rescue services);
- Rescue Organizations (GOPR, TOPR, WOPR and PCK) and commercial rescue companies;
- Special Services (e.g. reconnaissance and counterintelligence, information and intelligence, and police and preventive services);
- public security and order protection services (Police, City/Municipal Guard, Railway Protection Service, Forest Service and private security agencies);
- advanced industrial and medical equipment, assembly machines, control and measurement devices, etc.

Figure 11. Example of usage of the military equipment in much more extreme conditions than required by NATO standards.
Source: Teldat's material.

Because of this approach, we are able to fulfil much more that is expect from us – we are able to work in every conditions and every place: flying, riding, sitting, walking, swimming and being under surface as well. As it was mentioned that create many conditions for the commanders to use the possibility of the CSS and WS that was created by software.

[6] https://defence24.pl/rozwoj-polskich-terminali-taktycznych (access 09.2023)

Having that big family of hardware solutions (fig. 12) in one hand, we must analyse the software approach that we have in another.

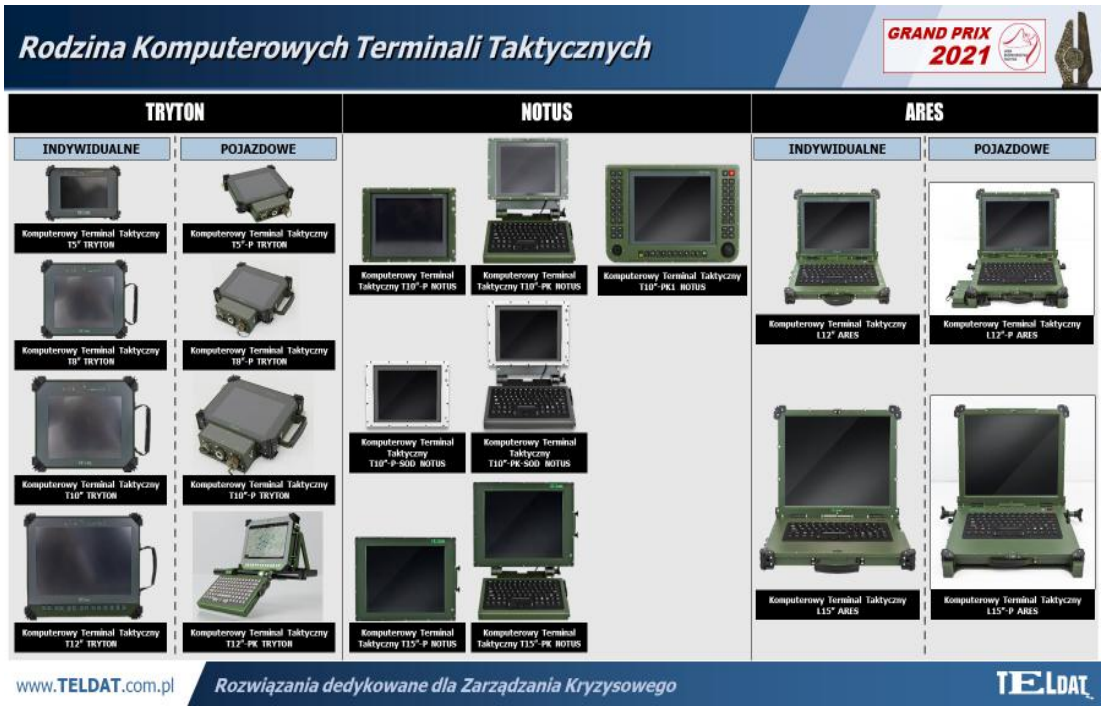


Figure 12. Family of hardware end user tools produced in Poland by Teldat Company.
Source: Teldat's material.

Software approach

To be able to use the functionalities given by the equipment mention above we must have a special software in other hand.

Since 2010 War Studies University is a leader to improve and constantly improve the family of the JASMINE systems that are used in Polish Army as a Command Support System and since 2013 Topaz – Aartillery Weapon System.

Figure 13. Dismounted Soldier System DSS.*Source: Teldat's material.*

Thank to this we are able to implement annually the latest trends and needs which comes from the Army itself and from NATO as a standard provider.

The results are extremely positive and widely commented within the whole NATO.

To start with, we have the proposal for the dismounted soldier – DSS C3IS JASMINE.

It is one of several SWD C3IS JASMINE systems (software / Multi-Domain Automated System of Combat Management Systems at all levels of command and troop operations). This software solution is the only one of this type, especially Polish Automated Soldier Combat Management System, enabling mainly effective command of the combat of a soldier and/or a combat section (group of soldiers) and IT support of his/her activities. It can be additionally equipped with a specially designed military personal ICT Node.

Main functionalities of DSS C3IS JASMINE[7]:

- important support: command of a soldier/rescuer, a combat team (a group of soldiers operating especially outside a vehicle) and their actions and cooperation, among others through effective and proven cooperation and automatic data exchange with higher level command systems (e.g. BMS C3IS JASMINE - Automated Battle Management System for Battalion, Company, Platoon and Team and, depending on the needs, HMS C3IS JASMINE - Automated Battle Management System at the Operational/Tactical level) and JFSS C3IS JASMINE - Automated Data Exchange System for Joint Fire Support;
- ensuring the achievement of an information advantage and thus, among others, creating and significantly increasing the situational awareness of a soldier/rescuer operating in a group and monitoring his location in the field, which, among others, significantly increases its security, e.g. through immediate and effective distribution of information about threats and an automated system of information about the current location of own forces;
- effective integration and cooperation with other systems (including allied ones, including through the use of NATO standards), including:
  - command, communications and combat, also anti-aircraft and JFSS JAŚMIN (the only Polish Data Exchange System for Joint Fire Support, including TZKOP),
  - reconnaissance (surveillance), among others by using information obtained from all available battlefield sensors (e.g. helicopters, UAVs, vehicles and soldier equipment), also about chemical, biological, radiological and nuclear threats using CBRN reports standardized by NATO (Reporting Nuclear Detonations Biological and Chemical Attacks and Predicting and Warning of Associated Hazards and Hazard Areas - STANAG 2103),
  - simulation and training (e.g. JCATS and VBS2 / VBS3) using the HLA (High Level Architecture) standard;
- current illustration of the tactical situation and tracking of own and allied troops at the level of an individual soldier (BLUE FORCE TRACKING) using the following standards: NFFI (NATO Friendly Force Information) and FFI (Friendly Force Identification - STANAG 5527);
- mission planning (including receipt of missions planned by superiors), visualization (in accordance with APP-6A/B/C and MIP Implementation Rules) and full handling of plans, orders and reports, in accordance with the STANAG 2014 standard;
- conducting reconnaissance and identifying targets;
- simple entry of objects and tactical signs via a personalized touch interface or handheld manipulator;
- fast sending of text messages (CHAT), including check-ins;
- analysis of field conditions, including 3D space visualization;
- automatic reporting of the situation during combat or rescue operations;
- automatic aggregation of data about subordinate soldiers/rescuers;
- storing operational data in the MIP JC3IEDM model database;

[7] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/oprogramowanie/125-dss-c3is-jasmin.html (access 09.2023)

- replication of MIP program data using the proprietary and unique BRM (Battlefield Replication Mechanism) protocol at the tactical level using radio links;
- support for messages in the ADatP-3 standards (versions 11C/F, 12.2, 13.1 and 14), OTH-GOLD and VMF (Variable Message Format);
- communication with soldiers/rescuers using the NATO JDSS protocol (Joint Dismounted Soldier System - STANAG 4677);
- using vector topographic bases distributed in VPF and SHP technologies and raster topographic bases in CADRG, ECW, MrSID, GeoTIFF and JPEG technologies, as well as DTED terrain model maps;
- handling topographic bases distributed, among others, in WMS (Web Map Service) and WFS (Web Feature Service) technologies;
- simple - fully automatic and intuitive installation and configuration of DSS C3IS JASMINE using the JASMINE Module Management software (a component of the JASMINE Management System, implemented and widely used in the Polish Armed Forces).

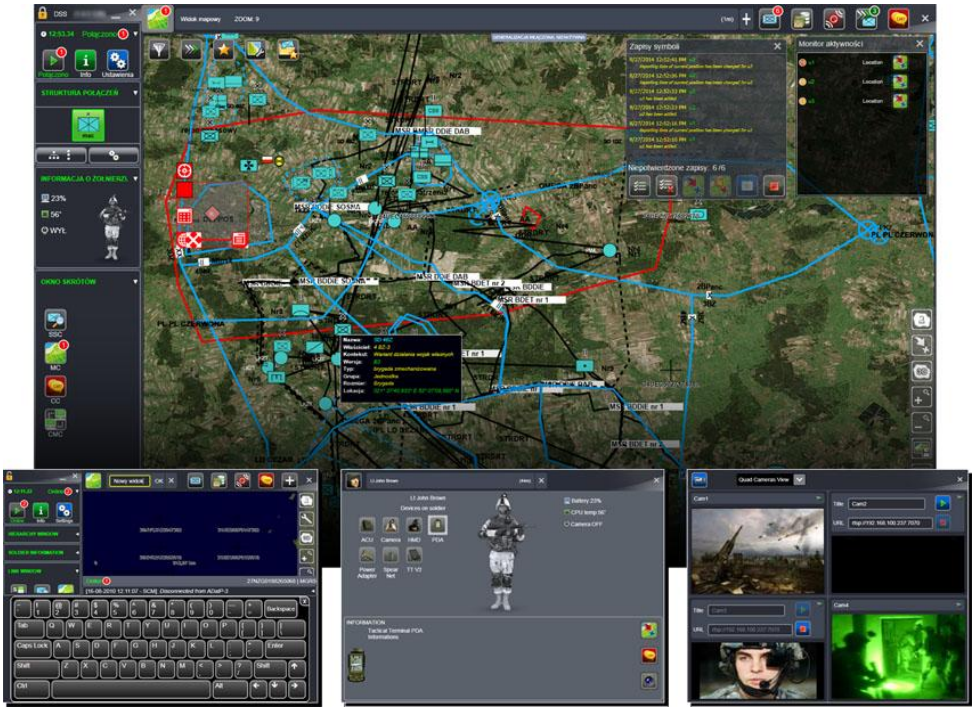


Figure 14. Example of usage of Dismounted Soldier System DSS. *Source: Teldat's material.*

Another important version of the software to fulfill the special requirements in the field is JFSS CIS JASMINE - Automated Data Exchange System for Joint Fire Support, including TZKOP.

JFSS C3IS JASMINE, like other nw. the above-mentioned systems SWD C3IS JASMINE, is derived from the unique, universal and comprehensive set of services of this second comprehensive solution, has many essential functionalities of its other systems - including: BMS C3IS JASMINE and DSS C3IS JASMINE (the descriptions of which are included in separate materials of this type) and, if necessary, can: easily and efficiently use other necessary services of these products and be quickly expanded with them. This highly specialized software, also the only Polish one, has, among others: NATO recommendations for operational use in allied armies, has been awarded many times, is successfully used and tested during the largest and most important international military undertakings (e.g. as part of the Multilateral Program MIP interoperability and subsequent editions of exercises held in Poland and other countries, including the USA). All this together constitutes the first-class and unique feature of this solution[8].

[8] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/oprogramowanie/292-jfss-c3is-jasmin.html (access 09.2023)

Figure 15. JFSS CIS JASMINE - Automated Data Exchange System for Joint Fire Support.
Source: Teldat's material.

Main functionalities of JFSS C3IS JASMINE:

- a significant increase in the situational awareness of Operators included in the joint fire support;
- increasing the effectiveness of ground and air fire support means (including: artillery fire, missile strikes, air strikes) by automating data exchange in real time;
- supporting the process of planning and performing fire support tasks, including direct air support of troops - CAS (Close Air Support) and DACAS (Digitally Aided CAS) or calling fire from the battlefield - CFF (Call for Fire);
- ensuring that the Operator reflects on the map the elements of fire support coordination, including the fundamental limitations in the performance of tasks in this area, i.e. air corridors of own aviation, fire prohibition areas and safety boundaries of own troops;
- effective real-time data exchange with fire weapons (including aircraft) and artillery command posts in the VMF (Variable Message Format) and ADatP-3 standards;
- data exchange with unmanned ships, including reception of the FMV (Full Motion Video) video signal in the VDL (Video Data Link) network from a SNIPER device in the following standards: PAL, NTSC, MPEG-4, MPEG-2 and MJPEG;
- cooperation with simulation and training systems (e.g. JCATS - Joint Conflict And Tactical Simulation and VBS - Virtual Battlespace) to facilitate the Operator training process;
- a unique opportunity to increase the situational awareness of pilots (also in relation to aircraft that do not have the ability to communicate in VMF and Link 16 standards) and operators included in joint fire support teams;
- identification and automatic reception of the location of own troops FFT (Friendly Force Tracking), provided by CID JASMINE;
- indicating to the means of fire destruction the location of own troops in order to avoid fratricidal fire, the so-called Blue-Blue Fire;
- automatic synchronization and exchange of data with devices included in the system, in order to avoid human error when entering data manually (e.g. own position, position of own troops and target position);

- integration with a portable and/or transportable terminal on which this software is running, as well as many external devices used by the System Operator (e.g. VECTOR 21 Nite, PLRF 10/15, DAGR, Micro DAGR, radio stations from the FALCON - ANP/ PRC 152/152A, ANP/PRC 117/G and ANP/PRC 158);
- controlling devices constituting the system equipment (e.g. TZKOP) using the Operator's terminal;
- unique and effective cooperation with other systems (including the Polish Armed Forces and NATO) and the possibility of quick and effective expansion with other command and military operations support systems thanks to the use of SWD C3IS JASMINE (also unique and comprehensive software used by the army for years), the universal use of which The set of services includes unified systems / software modules dedicated to SPT JASMINE solutions, including: HMS C3IS JASMINE (software / Automated Combat Management System at the Operational/Tactical level), BMS C3IS JASMINE (software / Automated Combat Management System of the Battalion, Company, Platoon and Team), DSS C3IS JASMINE (software / Automated Soldier Combat Management System), as well as SZK C3IS JASMINE (software / Automated Crisis Management System);
- automatic setting of targets and approval and determination of their parameters using digital map bases;
- mission planning, visualization (in accordance with APP-6A/B/C and MIP Implementation Rules) and full handling of plans, orders and reports, in accordance with the STANAG 2014 standard;
- applications (services) supporting the operation of CAS (Close Air Support), DACAS (Digitally Aided CAS) and DAFS (Digitally Aided Fire Support), including mechanisms for semi-automatic editing of reports, messages and messages;
- semi-automatic interpretation and editing of selected types of messages formatted in the ADatP-3 standard (including: FM type - Fire Mission, ATI - Artillery Target Intelligence, NNFP - Fire Plan, SPRT - Support Airspace Coordination Area, ACMREQ and AIRREQ);
- communication with soldiers using the NATO JDSS protocol (Joint Dismounted Soldier System - STANAG 4677);
- using vector topographic bases distributed in VPF and SHP technologies and raster topographic bases in CADRG, ECW, MrSID, GeoTIFF and JPEG technologies, as well as DTED terrain model maps;
- providing support for topographic bases distributed, among others, in WMS (Web Map Service) and WFS (Web Feature Service) technologies;
- fast sending of text messages (CHAT) using predefined messages and templates;
- modular structure, also enabling quick integration with devices necessary for the work of system operators;
- integration with directory services, in accordance with the STANAG 4644 standard (TELDAT Battlefield Directory).

Figure 16. Example of usage of JFSS CIS JASMINE. *Source: Teldat's material.*

For the vehicles there is a version BMS C3IS JASMINE - software / Automated Battle Management System for Battalion, Company, Platoon and Team.

BMS C3IS JASMINE is one of several SWD C3IS JASMINE systems (software / Multi-Domain Automated System of Combat Management Systems at all levels of command and troop operations). This software solution is the only mature, especially Polish, Automated Battle Management System for Battalion, Company, Platoon and Team, intended for use in on-board support systems for command, army operations and communications dedicated to the battalion and its subunits, including e.g. command and combat vehicles. It can also be additionally equipped with specially designed, unique and modern equipment - an on-board ICT Node, made in IPv6 technology.

BMS C3IS JASMINE, like other nw. the above-mentioned systems SWD C3IS JASMINE, is derived from the unique, universal and comprehensive set of services of this second comprehensive solution, has many essential functionalities of its other systems - including: HMS C3IS JASMINE, DSS C3IS JASMINE and JFFS C3IS JASMINE (the descriptions of which are included in separate materials of this type) and, if necessary, can: easily and efficiently use the other necessary services of these products and be quickly expanded with them. This highly specialized software, also the only Polish one, has, among others: NATO recommendations and interoperability certificates, NDU / WSU operational references, has been awarded many times (also by the President of the Republic of Poland and the Ministry of National Defense), is successfully used in the Armed Forces and the Ministry of National Defense. National Defense and in many of the largest and most important international military projects (e.g. the Multilateral Interoperability Program MIP and subsequent editions of the COMBINED ENDEAVOR, NATO CWIX / CWID and BOLD QUEST exercises). As the only system of this class, in 2010 it also underwent complex (including mobile) tests carried out by the Ministry of National Defense as part of the ASTER exercise. All this together constitutes the first-class and unique features of this solution[9].

[9] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/oprogramowanie/124-bms-c3is-jasmin.html (access 09.2023)

Figure 17. BMS C3IS JASMINE - software / Automated Battle Management System for Battalion, Company, Platoon and Team. *Source: Teldat's material.*

Main functionalities of BMS C3IS JASMINE[10]:

- significant support for the command of subunits, their actions and cooperation, including: through effective and proven cooperation and automatic data exchange with higher-level command systems (e.g. HMS C3IS JASMINE operated in the Polish Armed Forces - Automated Combat Management System of the Operational/Tactical Level) and lower levels (e.g. DSS C3IS JASMINE - Automated Soldier Combat Management System), as well as JFSS C3IS JASMINE - Automated Data Exchange System for Joint Fire Support);
- ensuring the achievement of information advantage at the tactical/lower level and thus, among others, creating and significantly increasing the situational awareness of troops/units, including their security, e.g. through: immediate and effective distribution of information about threats and an automated system of informing about the current location of own forces;
- effective integration and cooperation with other systems (including allied ones, including through the use of NATO standards), including:
  - command, communications and combat, also OPL and JFSS JAŚMIN (the only Polish Data Exchange System for Joint Fire Support, including TZKOP);
  - reconnaissance (surveillance), among others by using information obtained from all available battlefield sensors (e.g. helicopters, UAVs, vehicles and soldier equipment), also about chemical, biological, radiological and nuclear threats using CBRN reports standardized by NATO (Reporting Nuclear Detonations Biological and Chemical Attacks and Predicting and Warning of Associated Hazards and Hazard Areas - STANAG 2103);
  - simulation and training (e.g. JCATS and VBS2 / VBS3) using the HLA (High Level Architecture) standard;
- current visualization of the tactical situation and tracking of own and allied troops down to the level of an individual soldier (BLUE FORCE TRACKING) using the following standards: NFFI (NATO Friendly Force Information) and FFI (Friendly Force Identification - STANAG 5527) - in this respect the system can act as a HUB -aFFT;

[10] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/oprogramowanie/124-bms-c3is-jasmin.html (access 09.2023)

- automated exchange of operational data and effective work in mobile conditions/operations using radio stations;
- mission planning, visualization (in accordance with APP-6A/B/C and MIP Implementation Rules) and full handling of plans, orders and reports, in accordance with the STANAG 2014 standard;
- submitting reports and keeping an Activity Log, etc.;
- simple entry of objects and tactical signs through a personalized interface, also touch;
- fast sending of text messages (CHAT) using predefined messages and templates;
- analysis of field conditions, including 3D space visualization;
- analysis and visualization of Fresnel zones (areas of radio signal energy propagation) using altitude data, enabling, for example, the appropriate location of antennas;
- integration and monitoring of the equipment status (including communication means, transmission media, sensors, effectors and end devices) of a combat or e.g. rescue vehicle, vessel or aircraft;
- data hierarchy and aggregation;
- archiving data, including graphic layers and voice messages, which allows for precise reconstruction of the course of events during operations and determining their actual facts;
- storing operational data in the MIP JC3IEDM model database;
- replication of MIP program data using the proprietary and unique BRM (Battlefield Replication Mechanism) protocol at the tactical level using radio links, including narrowband;
- support for messages in the MIP MEM B2 and B3, ADatP-3 (versions 11C/F, 12.2, 13.1 and 14), OTH-GOLD, Link 11B, Link 16 (JREAP C and SIMPLE) standards, as well as VMF (Variable Message Format));
- communication with soldiers using the NATO JDSS protocol (Joint Dismounted Soldier System - STANAG 4677);
- integration with directory services in accordance with the STANAG 4644 standard (TELDAT Battlefield Directory);
- using vector topographic bases distributed in VPF and SHP technologies and raster topographic bases in CADRG, ECW, MrSID, GeoTIFF and JPEG technologies, as well as DTED terrain model maps;
- handling topographic bases distributed, among others, in WMS (Web Map Service) and WFS (Web Feature Service) technologies;
- simple - fully automatic and intuitive installation and configuration of BMS C3IS JASMINE using the JASMINE Module Management software (a component of the JASMINE Management System, implemented and widely used in the Polish Armed Forces).

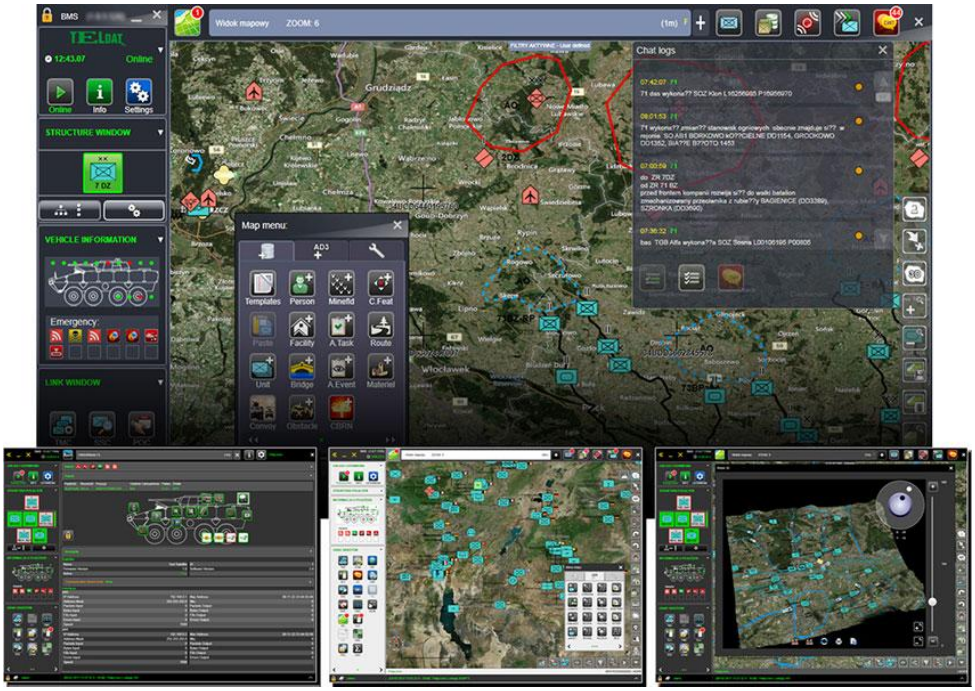


Figure 18. Example of usage of BMS C3IS JASMINE - software / Automated Battle Management System for Battalion, Company, Platoon and Team. *Source: Teldat's material.*

The HQ level is covered by HMS C3IS JASMINE - software / Multi-domain Automated Combat Support System at the Operational/Tactical Level.

Figure 19. HMS C3IS JASMINE - software / Multi-domain Automated Combat Support System at the Operational/Tactical Level. *Source: Teldat's material.*

HMS C3IS JASMINE is the main system (has most of the functionalities) of SWD C3IS JASMINE (software / Multi-Domain Automated System of Command Support Systems at all levels of command and troop operations). This software solution is the only one of its kind, especially Polish Multi-Domain Automated Combat Management System/Command Support System at the Operational/Tactical Level, which also works in mobile conditions using radio means and is dedicated especially

to use at command posts/points of corps, divisions, brigades, regiments, battalions and their subunits (also e.g. in command and combat vehicles). It can additionally be mounted on specially designed, unique and modern military equipment - at least one ICT Node in container or portable or vehicle versions made in IPv6 technology (especially their servers and dedicated Tactical Computer Terminals)[11].

Main functionalities of HMS C3IS JASMINE[12]:

- significant support for the command of military structures at the operational/tactical level, their operation and cooperation, also through: having functionalities useful in subunits and, if necessary, the possibility of immediate implementation of other necessary services, provided by e.g. BMS C3IS JASMINE (Automated Battle Management System for Battalion, Company, Platoon and Team), DSS C3IS JASMINE (Automated Soldier Combat Management System) and JFSS C3IS JASMINE (Automated Data Exchange System for Joint Fire Support);
- the possibility of achieving an information advantage and thus, among others, creating and significantly increasing the situational awareness of troops, including their security, e.g. through immediate and effective distribution of information about threats and an automated system of information about the current location of own forces;
- creating a Combined Operational Situation Picture and ensuring integration/cooperation with other systems creating the POSO;
- effective integration and cooperation with other systems (including allied ones, including through the use of NATO standards), including:
  - command, communications and combat, also OPL and JFSS JASMINE (also with the only Polish Data Exchange System for Joint Fire Support, including TZKOP);
  - reconnaissance (surveillance), among others by using information obtained from all available battlefield sensors (e.g. helicopters, UAVs, vehicles and soldier equipment), also about chemical, biological, radiological and nuclear threats using CBRN reports standardized by NATO (Reporting Nuclear Detonations Biological and Chemical Attacks and Predicting and Warning of Associated Hazards and Hazard Areas - STANAG 2103);
  - simulation and training (e.g. JCATS and VBS2 / VBS3) using the HLA (High Level Architecture) standard;
- current visualization of the operational/tactical situation and tracking of own and allied troops down to the level of an individual soldier (BLUE FORCE TRACKING) using the following standards: NFFI (NATO Friendly Force Information) and FFI (Friendly Force Identification - STANAG 5527) - in this respect the system can serve the role of the FFT HUB;
- automated exchange of operational data and effective work in mobile conditions/operations using radio stations;
- secure operation in networks with high confidentiality clauses, including allied ones (e.g. PMN and NS-WAN);
- mission planning, visualization (in accordance with APP-6A/B/C and MIP Implementation Rules) and full handling of plans, orders and reports, in accordance with the STANAG 2014 standard;
- submitting reports and keeping an Activity Log, etc.;
- simple entry of tactical objects and signs through a personalized interface;
- fast sending of text messages (CHAT) using predefined messages and templates;
- analysis of field conditions, including 3D space visualization;
- analysis and visualization of Fresnel zones (areas of radio signal energy propagation) using elevation data, enabling, for example, the appropriate location of antennas;

[11] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/oprogramowanie/123-hms-c3is-jasmin.html (access 09.2023)
[12] https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/oprogramowanie/123-hms-c3is-jasmin.html (access 09.2023)

- ability to create and maintain documents, including: templates, orders, group work, information flow control, etc.;
- automatic aggregation of information about subordinate units;
- archiving data, including graphic layers and voice messages, which allows for precise reconstruction of the course of events during operations and determining their actual facts;
- storing operational data in the MIP JC3IEDM model database;
- replication of MIP program data using the proprietary and unique BRM (Battlefield Replication Mechanism) protocol at the tactical level using radio links, including narrowband;
- transformation of operational data between data models: C2IEDM and JC3IEDM – MIP versions 2, 3 and 3.1;
- data exchange using the following protocols: DEM B2, DEM B3 (Data Exchange Mechanism) and MIP B4;
- support for messages in the following standards: MIP MEM B2 and B3, ADatP-3 (in versions 11C/F, 12.2, 13.1 and 14), OTH-GOLD, Link 11B, Link 16 (JREAP C and SIMPLE), as well as VMF (Variable Message) Format);
- possibility of mutual data conversion between selected ADatP-3 messages and the MIP database;
- possibility of communication, among others with NATO systems (JCOP and NCOP) using NVG 1.4, 1.5 and 2.0 and JIPS 0.5 and 0.6 protocols;
- e-mail support in client software;
- integration with directory services in accordance with the STANAG 4644 standard (TELDAT Battlefield Directory);
- access to operational data and the HMS C3IS JASMINE Program Module also via a WEB application (e.g. Web Portal JASMINE);
- possibility of using vector topographic bases distributed in VPF and SHP technologies and raster topographic bases in CADRG, ECW, MrSID, GeoTIFF and JPEG technologies, as well as DTED terrain model maps;
- possibility of using vector topographic bases distributed in VPF and SHP technologies and raster topographic bases in CADRG, ECW, MrSID, GeoTIFF and JPEG technologies, as well as DTED terrain model maps;
- handling topographic bases distributed, among others, in WMS (Web Map Service), WMTS (Web Map Tile Service) and WFS (Web Feature Service) technologies;
- simple - fully automatic and intuitive installation and configuration of HMS C3IS JASMINE using the JASMINE Module Management software (a component of the JASMINE Management System, implemented and widely used in the Polish Armed Forces);
- functioning in Windows 10, 8.1, 7 and its earlier versions.

Figure 20. Example of usage of HMS C3IS JASMINE - software / Multi-domain Automated Combat Support System at the Operational/Tactical Level. *Source: Teldat's material.*

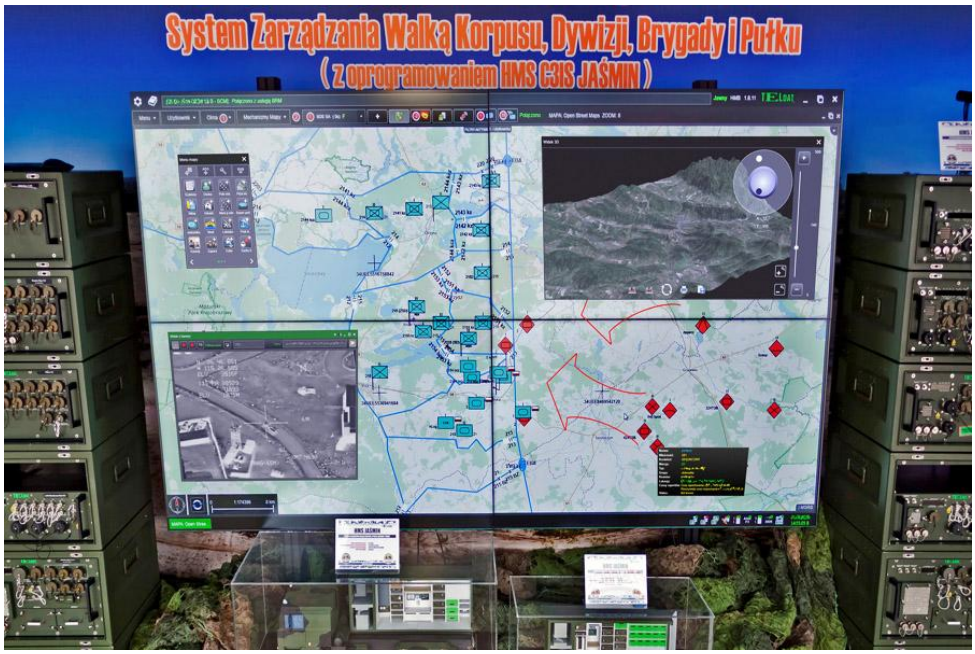


Figure 21. Presentation of HMS C3IS JASMINE - software / Multi-domain Automated Combat Support System at the Operational/Tactical Level. *Source: Teldat's material.*

Mentioned above software solutions as well as hardware proposals are only a few examples to show the variety of possibilities around the subject. The problem that we are suffering right now is number of potential solutions offered by different companies from different countries. As it was mentioned at the begginig it is very important to have a plan in mind and the clearly defined path to achieve the goal – creation of COP and CUTS within the whole country and the NATO as the next step. To be able to do that we have to consider the third factor to do that – human factor.

Human approach

This is the key factor to achieve the idea – create the Common Understanding of Tactical Situation. Man is the link that connects the above-mentioned approaches - software and hardware. If the link works, we are able to use all features given by hardware and software.

If there are some problems (wrong or limited hardware or limited of to many software tools in one place) we may suffer problems and it won't work.

As an example let analyze the situation of implementation new battle platform into the Army. New battle platform is a huge event and a lot of consequences for the logistics, signals and the operators itself. Everyone must learn how to operate the platform, how to logistically support it, how connect it via radios and how to exchange data between other platforms and commanders. If it is the known Weapon System or Command Support System, it is a very short time to establish the usage of new platform.

But as we all know nowadays with the battle platform Army has option or chance or is obligated to but not only the platform itself but also the things around it (signals, logistic devices, software, hardware etc.). It creates unnecessary grow of system number used within the Army.

This is the reason of creation the other problem – insufficient number of operators and the situation when soldiers will not be able to operate the battle platform at all, because unknown of the platform system.

For example to train operators of HMS JASMINE system in Polish Army we created a number of trainings and we put it into the training system of the Polish Army (fig. 22).

The training system consist a few levels of the knowledge of the HMS C3IS JASMINE system:

- 1st level – BASIC COURSE is dedicated to the operators that do not know anything about the CSS system. It takes 5 working days (ap. 30 hours) and give the knowledge to operate the system;
- 5th 2nd level – ADVANCED COURSE is dedicated to those who accomplished the 1st level course and give the advance knowledge of the system. It is more concentrated on MDMP showing the operator role during each of the phase of the process;
- 3rd level – PREPARATION AND CONDUCT OF THE MILITARY EXERCISE with the HMS C3IS JASMINE system is dedicated to the teams that are responsible to prepare and conduct the military exercise. To accomplish this level candidate must accomplish the 1st and 2nd level of the training;
- 4th level – OPERATIONAL ADMINISTRATOR of HMS C3IS JASMINE system is dedicated to the operators that are responsible for support the Operators on the Command Post with the system running. To accomplish this level it is required to accomplish all previous courses;
- 5th level – INSTRUCTOR of the HMS C3IS JASMINE system is dedicated to the persons that are going to organize in their military units the courses at the first level. Thank to this there will be more instructors and it will be much more popular to get the first level course;
- 6th level – INTENSIVE COURSE FOR INSTRUCTOR of the HMS C3IS JASMINE system is dedicated to those who are prescribed by Unit Commanders to become trainer and are going to organize the courses from first level.

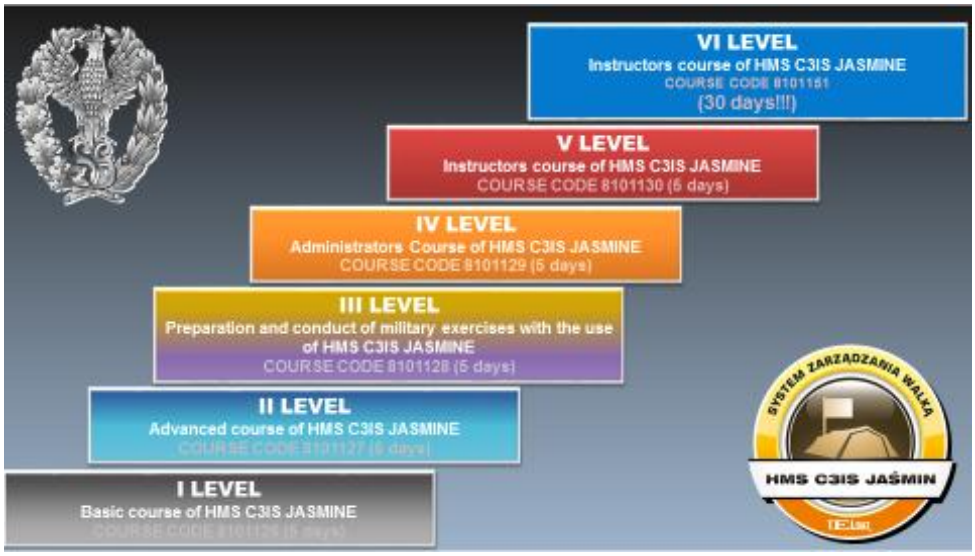


Figure 22. Training system implemented into the Polish Armed Forces in 2019.
Source: Author's materials.

This is only one of the tools helping to create CUTS implemented in the Army. What if we implement new software solution at every new battle platform?

We may end with plenty of different solutions that are according to the NATO interoperability standards, because we are able to set the data exchange between all of them but number of them is so high that we are not able to train our soldiers to use them as we want.

We need to remember that technical readiness to create system is not enough. We need to change the mindset of the operators, decision makers. There is a need to change the culture of the security culture[13].

Security is a state in which its subjects are in a constant balance between the objective and subjective perception of the surrounding reality. Any elements that make up the security environment. The level of our security culture depends on many factors. The most important of them are the constituent elements of culture[14].

By usage of modern ICT we are able to strengthen certain desirable leadership qualities mentioned by many classics of military strategy like Clausewitz, Sun Tzu, Sun Pin and many others[15]. One of the leadership qualities that should be strengthened is determination, understand as an ability to take a decision in the limitation of time and lack of information without hesitation and doubts using his intelligence and wisdom. If the system is able to create situation awareness, collect data in a real or close to the real time and display it on a digital map, satellite picture or any other operator require, any alarm is created and spread within the system in a seconds, commanders are aware about the holdings they are available for their teams – all of this change an approach to decision makers and increases the level of accuracy of decisions made based on that data.

As it was mentioned earlies – solution for creation the CUTS in an easier and better way is to use the family of the solutions as it stays on fig.12 for the hardware family and fig. 23 for the software solution.

[13] P. Ostolski, Culture functions for creating security culture, Security dimensions, No. 37; 2021 (78-90)
[14] P. Ostolski, Culture functions for creating security culture, Security dimensions, No. 37; 2021 (78-90), p.79
[15] P. Ostolski, Cechy przywódcze kadr systemu bezpieczeństwa narodowego, p.164-175

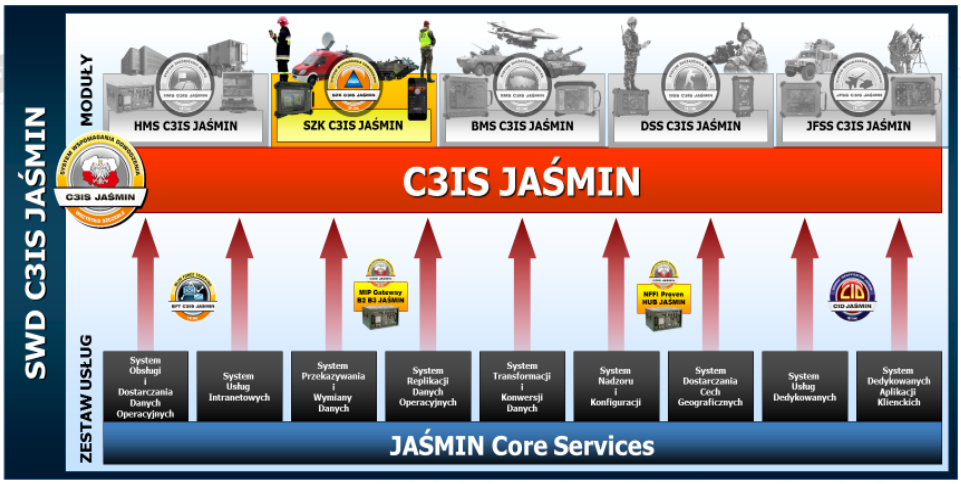


Figure 23. Core services on which JASMINE CMS is based.
Source: Material from the Teldat.

Once we have the family of solution implemented on both approaches we may train, prepare and act in a better and faster and more scalable way.

Our University role is to show the opportunities and shortfalls in every proposal made by commercial market and validate them.

Summary

War Studies University is the highest University in providing the studies and courses for the Polish Armed Forces. To our University comes officers with an experience from units and their knowledge and experience combined with the knowledge of academic teachers and the system producer gives the chance to constantly develop better and better Command Support System – System of Systems.

The latest implementation of new battle platform created the need for another path of training of new CSS software.

As an Army we are pretty well prepared to fulfill the need of soldiers that are trained and prepared to use the most advanced solutions in all mentioned aspects. But on the other hand we are witnessing implementation of more and more new hardware and software solutions which may complicate the process of preparation and use of them during the crisis, battle or war. Therefore it is more than a need to stay focus n the family of the solution already implemented in Armed Forces and constantly improve them step by step.

We have a plenty of examples of family companies delivering great, modern and in accordance with NATO requirements tools to be able to create Common Operational Picture as well as Common Understanding of the Tactical Situation.

References

1. Biernacik B., Grel L., Surwiłło T., Vademecum użytkownika oprogramowania HMS C3IS Jaśmin Zautomatyzowanego Systemu Zarządzania Walką poziomu operacyjnego/taktycznego w wersji klienckiej. Poziom podstawowy, WSU, Warsaw, 2021
2. Biernacik B. Wsparcie informatyczne procesów informatycznych w podstawowej jednostce organizacyjnej uczelni wojskowej, AON Warsaw, 2013
3. Ostolski P., Halicka B., Military leadership: case studies, Security. Theory and practice, Cracov 2022, No. 3 (XLVIII)

4. Ostolski P., Culture functions for creating security culture, Security dimensions, No. 37; 2021 (78-90)
5. Ostolski P., Kaźmierczak D., Geneza bezpieczeństwa, Astudia Administracji i Bezpieczeństwa, 2021,
6. https://defence24.pl/rozwoj-polskich-terminali-taktycznych
7. www.army.mil
8. https://www.moore.army.mil/infantry/magazine/issues/2021/Winter/pdf/2_Gruning.pdf
9. https://studia.administracji.i.bezpieczenstwa.ajp.edu.pl/resources/html/article/details?id=226943
10. https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/systemy/319-szk-jasmin.html
11. https://www.teldat.com.pl/do-pobrania/publikacje-naukowe.html
12. https://www.teldat.com.pl/oferta/produkty/urzadzenia/110-terminal-vis.html

ENHANCED SECURITY FOR MOBILE INSTANT MESSAGING SYSTEMS USING APPLIED CRYPTOGRAPHY

Eugen Zaharescu

Spiru Haret University of Bucharest
Engineering and Informatics Faculty of Bucharest, Romania, e.zaharescu.mi@spiruharet.ro

***Abstract**: The End-to-End (E2E) encryption system used in mobile instant messaging systems is described in this paper based on the elliptic curve cryptosystem and the advanced encryption standard algorithm. The Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH) key agreement protocol is explained in order to overcome its limitations in case of the asynchronous settings, by updating the ephemeral key periodically. The enhanced security system proposed in this paper supports all types of multimedia messages (text, images, video, etc.) and has high security capabilities (privacy leakage prevention, replaying attack and forgery attack denial, etc.) avoiding vulnerability of conventional encryption.*

***Keywords**: End-to-End (E2E) encryption, Diffie-Hellman key exchange protocol,* Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH) key agreement protocol

Introduction

The **Diffie-Hellman Key Exchange Algorithm** is used by a lot of interactive protocols to enhance their security, based on the fact that discrete logarithms have a high level of computational complexity e.g. **Internet Key Exchange (IKE)** used to establish a secure **Virtual Private Network (VPN)** connection and data exchange, **Internet Protocol Security (IPSec)** for online communication protection by securely exchange encryption keys while preserving the confidentiality and integrity of data transmission, **Secure Shell (SSH)** to allow secure key exchange between client and server and secure data transfer in order to transmit files and login to distant machines**, Transport Layer Security (TLS) / Secure Sockets Layer (SSL)** for online communication protection, or **Public Key Infrastructure (PKI)** for Internet communication security when exchanging encryption keys with data integrity and secrecy preserving.

1. The Theoretical Paradigm of Diffie-Hellman Key Exchange Protocol

The mathematical background is provided by Algebra, Number Theory (cyclic groups, arithmetic modulo primes, structure of $\mathbb{Z}_q$ etc.) and Elliptic Curve Cryptography.

1. Each of the 2 communicating entities (***A**(lice)* and ***B**(ob)*) has a pair of distinct chosen ***private key (α*** for ***A*** and ***β*** for ***B)*** and a distinct calculated ***public key (E(α)*** for ***A, E(β)*** for ***B);***

2. Over an insecure channel, they exchange only the 2 ***public keys (E(α)*** for ***A, E(β)*** for ***B)***, but in the end they will share a ***common secret key ((F(α,β)=F(β,α),*** due to commutative / symmetric property of function ***F),*** after the proper distinct calculus of ***F(α, β)*** (from ***α*** and ***E(β)***) and ***F(β, α)*** (from ***β*** and ***E(α)***)***,*** at low level of computational complexity***;***

3. Also, from the security perspective, the ***shared*** / ***common secret key ((F(α,β)=F(β,α))***, will be very difficult to be calculated only from the 2 ***public keys (E(α)*** for ***A, E(β)*** for ***B)***, without the 2 ***private keys (α*** for ***A*** and ***β*** for ***B),*** due to the very high level of computational complexity of the

reverse function $E^{-1}(\alpha)$ or $E^{-1}(\beta)$. Therefore, any interception or hacking activities will be quite impossible or ineffective due to excessive time consuming, even it will use gigantic cloud computing resources trying to calculate by brute force $\alpha=E^{-1}(\alpha)$ or $\beta=E^{-1}(\beta)$. This ensures the key exchange protocol security.

1.1. Generic example

In the following example a more specific, concrete functions on a particular finite field are used for the description of Diffie-Hellman key exchange protocol:

Private Keys: α, β are random elements from $\mathbb{Z}_q$;

Public Keys: $E(\alpha) = g^{a}$, $E(\beta) = g^{\beta}$ are easy to calculate on both sides ***A*** and ***B*** with ***discrete exponentiation function;***

Shared Secret Key: $F(\alpha,\beta) = g^{a\beta} = g^{\beta a} = F(\beta,\alpha)$, function ***F*** is easy to calculate and commutative;

Shared Secret Key: $(E(\alpha))^{\beta} = F(\alpha,\beta) = g^{a\beta} = g^{\beta a}= F(\beta,\alpha)= (E(\beta))^{\alpha}$, identical result on both sides ***A*** and ***B***

Very difficult to calculate $F(\alpha,\beta)$ from $E(\alpha)$ and $E(\beta)$ because ***reverse function*** $\alpha =E^{-1}(\alpha)=Dlog_g (E(\alpha))$ (or $\beta =E^{-1}(\beta)=Dlog_g (E(\beta))$) has a very high level of computational complexity when a, β, g and q are very large numbers (g should be at least 2048-bits long, and q should be at least 256-bits long) and reverse function is ***discrete logarithm function.***

Observation: $\mathbb{Z}_q^*$ is a ***cyclic group*** i.e. there exists a ***generator (base point)*** $g \in \mathbb{Z}_q^*$ such that $\mathbb{Z}_q^* =\{ 1, g, g^2, g^3, \dots , g^{p-2} \}$. There are 2 problems that involve a high level of computational complexity: ***Discrete Log problem*** and ***Diffie-Hellman problem.***

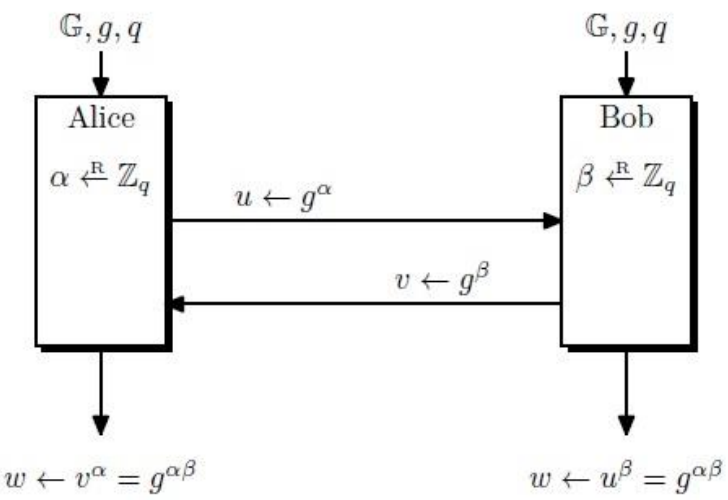


Figure 1. Diffie-Hellman key exchange protocol [3]

2. Elliptic Curve Diffie–Hellman Key Agreement Protocol

Diffie-Hellman Key Exchange Protocol can be implemented using elliptic curve cryptography, based on the algebraic structure of elliptic curves over finite fields (i.e. the group structure of the set of points on an elliptic curve). ***ECDH (Elliptic Curve Diffie–Hellman)*** key agreement protocol has more remarkable properties and advantages then the approach based on the multiplicative group of the integers modulo a prime number.

2.1. Curve25519

Curve25519 is an elliptic curve from ***Montgomery*** curves family (**E** : $By^2 = x^3+Ax^2+x$, where $A,B \in \mathbb{F}_p$, a prime finite field where ***mod(p)*** is defined by $3 < p \leq 2^{255} - 19$, with the ***based-point x*** = 9):

$$y^2 = x^3+486662 \cdot x^2+x \tag{1}$$

p is the largest prime less than $2^{255}$and this enables fast arithmetic in $\mathbb{F}_p$**.** The curve has the ***cofactor* 8** because the number of points on this curve is **8** times a prime. The curve is generated by a point ***P* = *(9, y),*** i.e. the ***base point*** or the ***generator*** of a ***cyclic subgroup*** whose order is the prime number:

$$p = 2^{255} - 19 = \mathbf{2^{252} + 27742317777372353535851937790883648493} \tag{2}$$

or in hexadecimal:

(=0x7FFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFFED)

This means the numbers in the curve calculations fit in **255** bits (under **32** bytes).

This subgroup has a ***co-factor*** of ***8*** (the number of elements in the subgroup is ***1/8*** that of the elliptic curve group. Using a prime order subgroup prevents mounting a ***Pohlig–Hellman algorithm attack*** [1]**.**

For any ***Montgomery*** curve the group operations are faster as coefficient ***A*** is smaller. For the best performance we need (***A*** / 2)=4 to be small [2].

Dan Bernstein designed this curve and has chosen the smallest possible ***A*** so that the curve is secure against the known discrete log attacks. He also made sure that the order of the curve and the order of its twist are either **4** times a prime or **8** times a prime.

Dan Bernstein had 3 smallest positive choices for ***A:*** **358990**, **464586**, and **486662.** He has chosen **486662** in order to avoid theoretical possibility of a user's secret key matching the prime.

The elliptic curve ***Curve25519*** has ***reflection symmetry*** around the ***x*** axis because the variable ***y*** appears only in quadratic form y^2 . Therefore, if the point ***P = (x, y)*** is on the curve (i.e. the coordinates ***(x,y)*** as integers modulo $\mathbf{2^{255} - 19}$ are a solution of ***Curve25519*** equation) then ***P' =(x, −y)*** is also on the curve. This property is important for the generation repeated combination of a curve point P with itself.

The set of points on elliptic curve ***Curve25519*** together with one special element {∞} (***point at infinity*** has the algebraic structure of an abelian group (more specific a ***cyclic subgroup***) with the operation named ***point addition P + Q***:

$$E = \{(x,y) \mid y^2 = x^3+486662 \cdot x^2+x\} \cup \{\infty\} \tag{3}$$

The group ***order*** of ***Curve25519*** is finite as all the elements are integers modulo $p = 2^{255} - 19$:

$$|E| = 8 \cdot (2252 + 27742317777372353535851937790883648493) \tag{4}$$

Algorithms for counting the number of curve points are presented in some textbooks [4].

<u>Specific ***Curve25519*** notation:</u> Although the group operation ***point addition*** is written ***P + Q*** the ***inverse*** of ***P*** is written as ***–P***, ***point doubling*** (i.e. combining a point ***P*** with itself) ***P + P = 2P*** , in the cryptographic protocols literature, the group operation is traditionally written as multiplication [·], the inverse of ***P*** is written as P^{-1}, and combining a group element with itself is written as $P \cdot P = P.^2$

The ***Curve25519*** group is used to implement the ***ECDH (Elliptic Curve Diffie–Hellman)*** key agreement protocol and ***X25519 Diffie-Hellman*** key exchange function.

The ***scalar multiplication*** of group element ***P ∈ E*** and a non-negative integer ***n*** is define as the repeated ***n*** times application of the group operator **[·]** to ***P*** itself: $P^n = P \cdot P \cdot \ldots \cdot P.$

The sequence $P, P^2, P^3, \ldots P^n$ can be visualized by repeatedly drawing a line through points P^{k-1} and P^k, finding the 3-rd intersection point of this line with the elliptic curve, and mirroring it with

respect to the x axis to obtain next point P^{k+1} (Figure 2). The only exception is for the first iteration ($P \rightarrow P^2$) where it is drown the only possible line as the tangent to the elliptic curve in base point P.

Security remarks:

- This complicated pattern is difficult to predict and makes this group suitable for cryptography as the Decisional Diffie-Hellman (DDH) assumption is true in this group.
- The high computational complexity of algorithms for discrete logarithms (e.g. Pollard's rho algorithm) takes approximately $O(\sqrt{k})$ time to find k. If k is chosen to be n bits long, the time taken is O(2n/2).
- For X25519 Diffie-Hellman key exchange function n = 251 (less than 255 because four bits are set to constant values). Therefore the difficulty of computing the discrete logarithm is similar to the difficulty of breaking a 128-bit symmetric cipher.

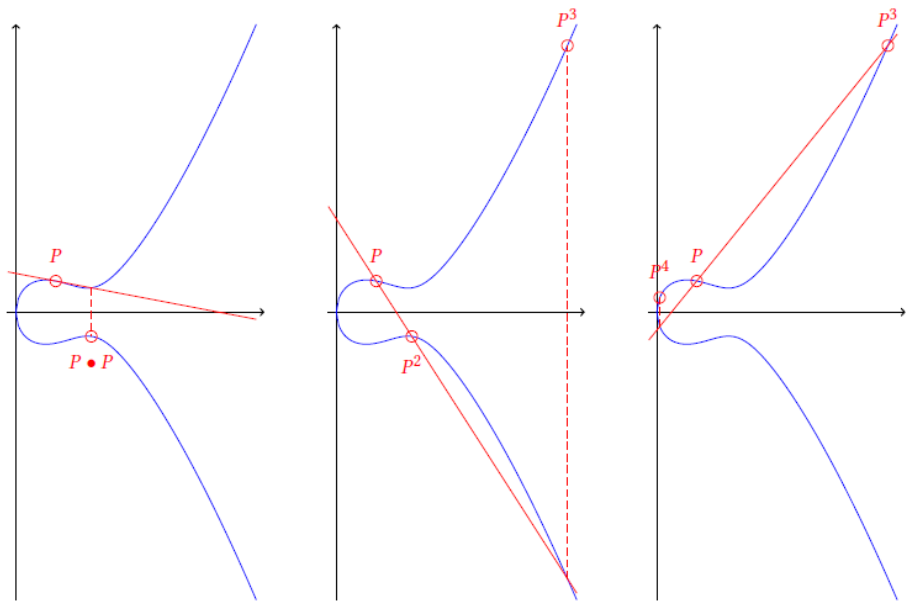
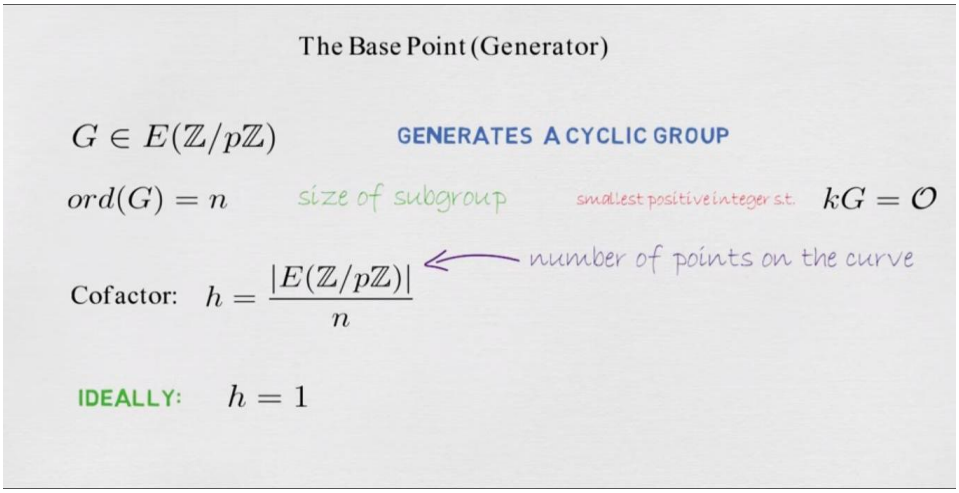


Figure 2. The repeated combination of a curve point P with itself. The sequence $P, P^2, P^3, \ldots P^n$ is generated by drawing a straight line through points P^{k-1} and P^k, finding the 3-rd intersection point of this line with the elliptic curve, and mirroring it with respect to the x axis to obtain next point P^{k+1} . For the first iteration ($P \rightarrow P^2$) it is drown the unique tangent to the elliptic curve in base point P. [6]

Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH) key agreement protocol is the basic element of the End-to-End (E2E) encryption systems used by the most important modern messaging systems (e.g. ***WhatsApp, Facebook Messenger-Meta Platforms, Skype,*** or ***Signal***).

Curve25519 [1] is used for Diffie-Hellman key agreement protocol standardized as the **X25519** encryption ([7], [9]) in WhatsApp [10], Signal [8], and many other systems and protocols [5]. Also it is described and explained in the standard textbooks on ***Elliptic Curve Cryptography*** ([6],[8]).

There are 6 public ***domain parameters*** **{** p, a, b, G, n, h **}** used in this protocol: p is largest prime less than 2^{255} defining prime finite field $\mathbb{F}_p$, a and b are the curve parameters as coefficients in initial Montgomery curve defining equation, G is base point (generator of the cyclic subgroup) previously noted as P, $n = ord(G)$ is the size of the cyclic subgroup generated by G and the smallest positive integer so that $kG = \{\infty\}$ point at infinity, and h is the cofactor i.e. the ratio between the number of points on the elliptic curve and the size of the cyclic subgroup (see **Figure 3.**).



Domain Parameters

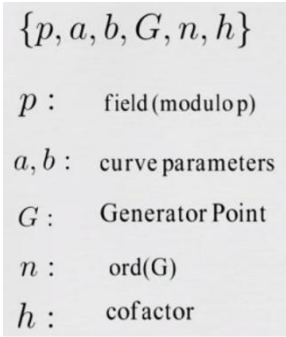


Figure 3. The Base Point (Generator) and the Domain Parameters definition for ***Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH)*** key agreement protocol

Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH) key agreement protocol may be described by a flow chart where are represented the 2 communicating entities (***A****(lice)* and ***B****(ob)*) as well as the third actor (***Eve*** the interceptor of this key exchange protocol). Although the malicious interceptor ***Eve*** knows all the domain parameters and the two public keys $\boldsymbol{A(x_A, y_A)}$ and $\boldsymbol{B(x_A, y_A)}$, she cannot compute the shared key (i.e. the new point on the elliptic ***Curve25519*** $\boldsymbol{P = \alpha\beta G = \beta\alpha G}$) because she does not have access to private keys $\boldsymbol{\alpha}$ and $\boldsymbol{\beta}$. (see **Figure 4.**).

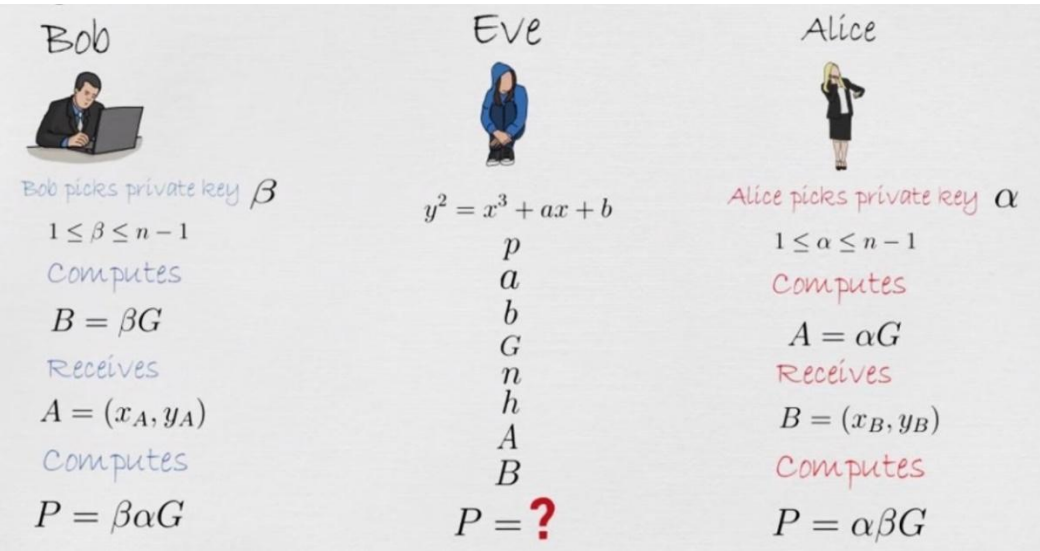


Figure 4. ***Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH)*** key agreement protocol flow chart description

3. The End-to-End (E2E) encryption system in WhatsApp

The basis for WhatsApp's End-to-End (E2E) encryption protocol is the ***Signal Protocol***, designed by Open Whisper Systems [10].

This End-to-End (E2E) encryption protocol uses 3 types of keys: ***Public Keys Types, Signed Pre KeyTypes,*** and ***Linking Secret Key*** (Other Key Types)**.**

Public Keys encrypt the message by sharing it with the recipient user (asymmetric keys for Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH) key exchange protocol):

1. Identity Key Pair (IA, IB) – A long-term Curve25519 key pair, generated at application install time. They are device specific and never changed.
2. Signed Pre Key (SA, SB) – A medium-term Curve25519 key pair, generated at install time, signed by the Identity Key, and rotated on a periodic timed basis (changed periodically.).
3. One-Time Pre Keys (OA, OB) – A queue of Curve25519 key pairs for one time use, generated at install time, and replenished (renewed) as needed and deleted afterwards.
4. Session Keys are symmetric keys/ pseudo random numbers:
5. Root Key (SA, SB) – A 32-byte value that is used to create (derive) Chain Keys.
6. Master Key (MA, MB) – A 32-byte value that is used to create (derive) Root Keys.
7. Chain Key (DA, DB) – A 32-byte value that is used to create (derive) Message Keys.
8. Message Key – An 80-byte value that is used to encrypt message contents. 32 bytes are used for an AES-256 key (Advanced Encryption Standard – a Rijndael symmetric key ciphering algorithm), 32 bytes for a HMAC-SHA256 key (Hash-Based Message Authentication Code - Secure Hash Algorithm), and 16 bytes for an IV.

Other Key Types (asymmetric ephemeral keys for Elliptic Curve Diffie–Hellman (ECDH) key exchange protocol):

***Linking* Secret Key (E_A, E_B)** - A 32-byte value that is generated on a companion device and must be passed by a secure channel to the primary device, used to verify an HMAC (Hash-Based Message Authentication Code) of the linking payload received from a primary device. The transmission of this key from companion devices to the primary device is done by scanning a QR code.

WhatsApp uses these keys and the ***Curve25519*** encryption and ***SHA256 (Secure Hash Algorithm)*** to create keys and encrypt messages.

Communicating entities are:

A- Sender / Initiator (the initiating communicating entity)
B- Recipient (the receiving communicating entity)

Cryptographic functions used are:

- ECDH (X,Y)- calculates the shared secret. X and Y are ECDH public keys of two entities.
- HKDF (X)- Hash-Based Key Derivation Function key derivation function based on HMAC(Hash-Based Message Authentication Code)
- AES256 (K, P) – encrypts the plain text P with 256 bit AES (Advanced Encryption Standard) using the key K.
- HMAC-SHA256 (K, P) – calculates HMAC(Hash-Based Message Authentication Code) using SHA256 (Secure Hash Algorithm) for plain text P using the key K.

All the processes and activities embedded in **End-to-End encryption** system in **WhatsApp Messenger** are presented as flow / activity diagram in **Figure 5.**

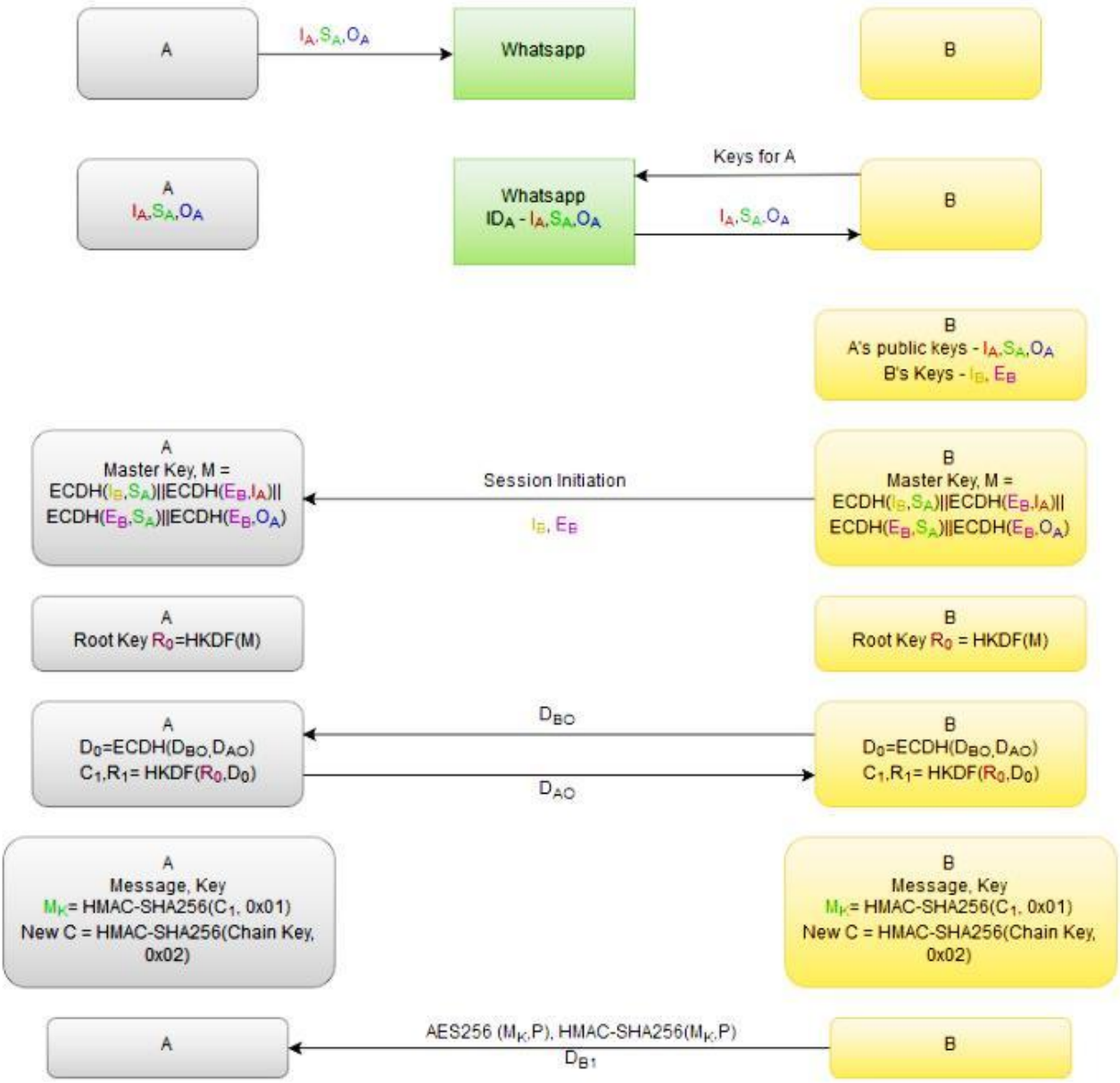


Figure 5. End-to-End encryption system in **WhatsApp Messenger**

References

1. Bernstein, D.J. (2006). Curve25519: New Diffie-Hellman Speed Records. Public Key Cryptography - PKC 2006. Public Key Cryptography. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 3958. New York: Springer. pp. 207–228. doi:10.1007/11745853_14. ISBN 978-3-540-33851-2. MR 2423191.
2. Bernstein D. & Lange T. (2017). Montgomery curves and the Montgomery ladder. Topics in Computational Number Theory Inspired by Peter L. Montgomery. Cambridge University Press,. In J. Bos and A. Lenstra, editors,Available at eprint.iacr.org/2017/293.
3. Boneh, D., & Shoup, V. (2023). A Graduate Course in Applied Cryptography. USA: Stanford University.
4. Cohen H., Frey G., Avanzi R., Doche C, Lange T., Nguyen K.& Vercauteren F. (2006).

5. Handbook of Elliptic and Hyperelliptic Curve Cryptography. CRC Press.
6. Ianix.com. (2020). Things that use Curve25519. https://ianix.com/pub/curve25519-deployment.html.
7. Kleppmann M. (2022). Implementing Curve25519/X25519: A Tutorial on Elliptic Curve Cryptography. United Kingdom, University of Cambridge .
8. Langley A, Hamburg M, & Turner S. (2016). Elliptic Curves for Security. RFC7748. https://doi.org/10.17487/RFC7748.
9. Marlinspike M & Perrin T. (2016). The X3DH Key Agreement Protocol. https://www.signal.org/docs/specifications/x3dh/.
10. Rescorla E. (2018). The Transport Layer Security (TLS) Protocol Version 1.3. RFC 5869. https://doi.org/10.17487/RFC8446 .
11. WhatsApp. (2023). WhatsApp Encryption Overview. WhatsApp Security Whitepaper. https://www.whatsapp.com/security/WhatsApp-Security-Whitepaper.pdf .

DEFENSE AND SECURITY

ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ В НАЦИОНАЛНАТА СИГУРНОСТ: НИВА НА КОМАНДВАНЕ И УПРАВЛЕНИЕ

Максим М. Алашки*, Ангел Д. Вълчев**

Министерство на отбраната, дирекция „Политика по въоръженията". E-mail: m.alashki@mod.bg, 02 9220869, 0884 332761; a.valchev@mod.bg, 02 9220606

Резюме: *Направен е преглед на нивата, свързани с разновидностите на упражняване на правомощия по отношение на вземането на решения и тяхното персонифициране в Системата за защита на националната сигурност на Р. България.*

Ключови думи: *ниво, стратегическо, политическо, оперативно, тактическо, административно, национална сигурност, вземане на решения.*

DECISION MAKING IN THE NATIONAL SECURITY: LEVELS OF COMMAND AND CONTROL

Maxim M. Alashki, Angel D. Valchev

Abstract: *An overview was made of the levels related to the varieties of exercise of powers in relation to decision-making and their personification in the National security protection system of the Republic of Bulgaria.*

Keywords*: level, strategic, political, operational, tactical, administrative, National security, Decision making.*

Във връзка с разновидностите на упражняване на правомощия по отношение на вземането на решения: ръководство, командване, управление, мениджмънт и пр., и тяхното персонифициране в Системата за защита на националната сигурност на Р. България, от особена важност е разделението и съответното дефиниране на нивата, като степени в системата, които е необходимо да се разбират и познават за да се схващат правилно и еднозначно. Нивата в свързаните нормативни документи са стратегическо, оперативно, тактическо (пряко определени) и административно (косвено определено), за които ще стане дума тук.

Стратегическото (още политическо) ниво е свързано със стратегическото ръководството, което е дейност на висшите органи за командване и управление на национално (държавно) равнище, осигуряваща всестранно управление на страната и нейните сили: Въоръжени сили (в обхвата на Системата за отбрана), полицейски, жандармерия и др. (в обхвата на Системата за

---

* *Авторът е държавен експерт в дирекция „Политика по въоръженията", Министерство на отбраната и професор по стратегическо управление и аквизиция на националната сигурност във Висшето училище по сигурност и икономика (ВУСИ) – гр. Пловдив.*

** *Авторът е началник на отдел в дирекция „Политика по въоръженията", Министерство на отбраната.*

сигурност). Основните дейности на стратегическото ръководство, в ракурса на националната сигурност, включват:

- комплексна подготовка и вземане на решения във всички сектори и направления на националната сигурност в мирно и военно време - определяне на целите и задачите, способите за тяхното изпълнение и осигуряване на всички необходими ресурси;
- точно формулиране на задачите на ангажираните структури, подготовка за реализиране на взетите решения и всестранно осигуряване на изпълнението им;
- управление в хода на изпълнението на поставените задачи и насочване на усилията за тяхното успешно решаване.

По своята същност стратегическите решения са решения, взети в процеса на реализация на цялостния когнитивен управленски процес, които действат дългосрочно и всеобхватно, със съществени трайни последици, ползват съществени ресурси и са с относително съизмерима висока стойност. Те се вземат в резултат на многостранни анализи и прогнози за желани и възможни крайни резултати, с отчитане на всички потенциални рискове за тяхно не сбъдване, както и в среда на неопределеност, динамика и сложна идея за абсолютна целесъобразност на създадената организация. Стратегическото ръководството (или управление, когато не става дума за най-висшето ниво на държавата, респ. на националната сигурност) е най-високото равнище (степен) на управленска дейност и осигурява цялостната посока и следване на избрания общ курс (политика, амбиции, цели). От безброй многото различни дефиниции, дадени в световната, вкл. и в нашата обща и специализирана литература на понятието, за целите на настоящия доклад е подбрано следното:

„Стратегическото ръководство/управление е процесуалното приложение на стратегическото мислене и стратегическото планиране в ежедневен план". То може да се синтезира като изкуството и науката за формулиране, осъществяване и оценяване на над функционални решения, които правят възможно съответната организация (система) да постигне своите крайни цели.

Стратегическото ръководство е приложението на стратегическото мислене в общото, над оперативно управление и в най-широк смисъл е непрекъсната верига от последователно вземане на взаимосвързани решения за движението към общата крайна цел (посоката), преимуществото, като гаранция за нейното следване и правилност. Това е постоянно протичащ процес, с ясно определена крайна цел, и низходяща вертикална насоченост. Стратегическите решения се вземат от стратегически планиращото ръководство, тоест планирането и вземането на решение са две функции на един орган (вземащ решението). На това равнище се разработват стратегии, дефинират и интегрират се структури, изгражда се и се управлява организационна култура, и се разработват различните концепции, свързани с изграждане и функциониране на системата.

Стратегическото ръководство/управление е последователност от три основни процеса:

1. формулиране на стратегията (настоящо състояние, каква е целта и как да се постигне), което включва: стратегически анализ, стратегически избор и стратегически план;
2. осъществяване на стратегията: разпределяне на необходимите ресурси (финансови, материални, човешки, информационни, технически, др.), фиксира се командната верига, разпределят се ролите, отговорностите и задачите на конкретните действащи лица, сиреч тук става действителното функционално управление на процеса;
3. оценка на стратегията с измерване на нейната ефективност и ефикасност при практическото ѝ провеждане, чрез различни способи и техники: напр. ситуационен/стратегически анализ – SWOT анализ, PEST анализ, матрица на стратегическите направления (DSM), сегментиране, планиране чрез сценарии и др.

Стратегическото ръководството на Системата за защита на националната сигурност на Р. България (държавното ниво) включва:

- Народното събрание;
- президента на републиката;

- Министерския съвет;
- министъра на отбраната;
- министъра на вътрешните работи.

Президентът като върховен главнокомандващ на Въоръжените сили на Р. България утвърждава стратегическите планове за действие на Въоръжените сили, привежда ги (или част от тях) в по-висока степен на бойна и оперативна готовност. Министерският съвет осъществява общото ръководство на Системата за защита на националната сигурност на Р. България, в т.ч. на отбраната и Въоръжените сили, ръководи и осъществява държавната политика на страната в областта на националната сигурност, приема стратегическите планове за действие (такива се явяват напр. плановете на Въоръжените сили, които после се предлагат на президента за утвърждаване, и др.).

Министърът на вътрешните работи и министърът на отбраната ръководят и отговарят за провеждането на държавната политика в съответните области на обществения ред и сигурността (Системата за сигурност), както и на отбраната (Системата за отбрана), като ръководят тяхното планиране, утвърждават концепциите, доктрините и плановете за операции на оперативно ниво, по предложение съответно на главния секретар на Министерство на вътрешните работи (МВР) и на началника на отбраната. Двамата министри се подпомагат от заместник-министри и политически кабинети.

Администрацията (личният кадрови състав) на двете министерства подпомагат министрите при изпълнението на правомощията им като централен едноличен орган на изпълнителната власт и в дейността им за ръководене и командване на техните прилежащи сили. Други две длъжности с основно значение в МВР и Министерството на отбраната (МО) са главният секретар на МВР и началникът на отбраната, които са най-висшите професионални длъжности в министерствата.

При обявяване на положение на война или на военно положение отбраната на страната и осигуряването на вътрешния ред преминават под ръководството на върховния главнокомандващ и създадените от него органи за ръководство на отбраната. С въвеждането на такова особено положение или с фактическото започване на военните действия президентът на републиката формира Върховно главно командване (ВГК), което го подпомага като върховен главнокомандващ при ръководството на отбраната и Въоръжените сили. ВГК включва в своя състав министър-председателя, министъра на отбраната, министъра на вътрешните работи, министъра на външните работи, министъра на транспорта, министъра на информационните технологии (понастоящем това е министъра на електронното управление, но ЗОВСРБ все още не е отразил тази промяна), министъра на икономиката, министъра на енергетиката, министъра на регионалното развитие и благоустройството, министъра на финансите, началника на отбраната, председателя на Държавна агенция „Национална сигурност" (ДАНС) и др. лица, определени от върховния главнокомандващ. Към ВГК се създава щаб, в който се включват длъжностни лица предимно от МО, както и от други структури, определени от върховния главнокомандващ.

По своя генезис стратегическото ръководство на държавата (на държавно ниво) е политическо, а не професионално или експертно. Това е така, защото Народното събрание и президента се избират пряко от народа и по своята същност депутатите и държавният глава са политици, министрите се избират от Парламента и това ги прави също политици. Като доказателство за това използваме едно определение, компилация от няколко най-широко използвани такива по отношение на това що е политик:

„Политикът е лице, занимаващо се с политика, личност, действаща в политическа партия. В демократичните страни политиците разчитат на общественото мнение и се избират с мнозинство или избори за някаква политическа длъжност или функция. Политик е всеки с политическо влияние в дадена бюрократична институция, както и държавник, който заема висок държавен пост".

Теоретичните и историческите анализи показват, че сигурността и отбраната са приоритетни проблемни области на политиката на националната държава (съюза или коалицията от държави). Това обстоятелство е наложило обособяването на система от органи за формиране и реализиране на политика за национална сигурност и за ръководство на въоръжените и на останалите т.нар. „силови" институции. Тази политика формулира, определя и осигурява реализирането на главната цел, мисиите и задачите на Въоръжените сили, другите сили, както и на т.нар. „невоенен компонент", и включва съвкупност от идеи, принципи, подходи и дейности на органите за държавно (съюзно) управление, които от своя страна се отразяват в съответстващи им документи с програмно/стратегическо значение и се подкрепят от издадени целесъобразни правно-административни актове.

Ръководството на политическо ниво се реализира от органи, които са носители на власт, дадена им от обществото по определен ред, за който вече стана реч. Тези органи формират съответно политиката за сигурност и отбранителната политика, като част от общодържавната съвкупна политика, като цяло, а в частност на политиката за национална сигурност, както и механизмите за упражняване на управленските функции, от една страна на общо политическо ниво, а от друга на ниво на управление на националната сигурност. Те в голяма степен се покриват както функционално, така и структурно.

Органите за общо политическо ръководство формулират базови политически приоритети, включително и относно националната сигурност (обществен ред, отбраната, др.), генерират политически и други механизми за реализиране на формулираните приоритети с политически, икономически, информационни, въоръжени и други средства, предопределят ролята на силовия фактор за реализацията на политиката за сигурност, дефинират насоките за развитие, подкрепа и използване на способностите на държавата (или съюза). Посочените функции се реализират от органите за държавно управление, в съответствие с възприетата от тях единна държавна политическа стратегия за национален просперитет, национални амбиции и приоритети, както и сигурност.

Органите за формиране на възгледите и политиките, свързани с националната сигурност, реализират и политически, и експертни функции. Те имат ангажиментите да вземат политически решения и да направляват дейността на компонентните организации относно изграждането на националните способности за сигурност, обществен ред и отбрана и препоръчват политическите цели, за чието постигане да се използват силите на Системата за защита на националната сигурност, разработват необходимите документи, които трябва да се приемат на общо политическо ниво, осъществяват международното сътрудничество в областта на националната сигурност и направляват интеграцията на страната в политически или политико-военни съюзи и коалиции. Освен това разработват и реализират концепции и планове за разрешаване на организационни, икономически, социални, правно административни и други проблеми свързани с изграждането, функционирането и подготовката на силите за сигурност на национално и съюзно равнище.

Оперативното ниво на командване и управление на Системата за защита на националната сигурност на Р. България включва:

- в Системата за отбрана: командирите на Съвместното командване на силите (СКС), Сухопътните войски (СВ), Военновъздушните (ВВС) и Военноморските сили (ВМС), Съвместното командване за специални операции (СКСО), Командване за логистична поддръжка (КЛП), Командване за комуникационно-информационна поддръжка и киберотбрана (ККИПКО), както и директорите на Служба „Военно разузнаване" и Служба „Военна полиция";
- в Системата за сигурност: директорите на главните дирекции и областните дирекции на вътрешните работи (вкл. Софийската дирекция на вътрешните работи – СДВР, която е най-голямата), и на Държавна агенция „Национална сигурност" (ДАНС), Държавна агенция „Разуз-

наване" (ДАР), Националната служба за охрана (НСО) и Държавна агенция „Техническо осигуряване" (ДАТО).

Командирите и директорите (обединени под общото им наименование командири, което е вярно, а и подходящо, когато става дума именно за командване и управление) осъществяват командването и управлението на пряко подчинените им формирования (военни, полицейски, жандармерийски, разузнавателни и др.), както и оперативното командване и управление на придадените им формирования при провеждането на съвместни операции. Командирите са непосредствено подчинени съответно на началника на отбраната (и министъра на отбраната за двете служби в МО, които са на негово пряко подчинение) и главния секретар на МВР.

Щабовете (и пунктовете за управление, където се изграждат такива) на съответните командири в Системата за отбрана са функционално интегрирани в единно оперативно ниво за управление, подобна е организацията на структурите в Системата за сигурност. Пунктовете за управление могат да бъдат стационарни (вкл. защитени) и полеви (на терен). При провеждане на самостоятелни операции командирите осъществяват командването и управлението на подчинените им тактически формирования. При съвместни операции командирите, в зависимост от мащаба на операцията и участващите сили и средства формират компоненти на съответните видове сили, предават и/или приемат определени сили и средства под оперативно командване или управление. За осъществяване на командването и управлението на участващите в съвместната операция компоненти, в зависимост от нейния мащаб и участващите сили и средства, се формират отделни командвания. Командирът при съвместни операции осъществява командните си правомощия над формираните съвместни сили чрез назначените командири на компоненти и командирите на формирования непосредствено подчинени/преподчинени му за операцията. Делегирането и предаването/ прехвърлянето на командни правомощия са свързани с процеса на планиране и водене на операции и се извършва йерархично отгоре надолу по веригата на командване.

Тактическото ниво на командване и управление включва командирите и щабовете на формированията на силите за сигурност (военни, полицейски, жандармерийски, разузнавателни и др.). Командирите на съответните формирования осъществяват тактическо командване и управление на подчинените им формирования, по веригата на командване/управление. Командирите организират и ръководят всекидневната дейност на подчинените щабове и формирования. Щабовете (пунктовете за управление) подпомагат командирите на формирования в дейността им за организиране и ръководене на всекидневната дейност, носене на бойно и оперативно дежурство, поддържане на готовност, планиране на тяхното използване и управление на действията им при участие в операции. Пунктовете за управление на тактическо ниво при участие в операции са защитени и полеви (на терен).

Що се касае до **административното ниво**, по принцип, тъй като става дума за бюрократична система, изцяло или в по-голямата си степен част от държавната администрация, или администрацията ангро, с ясно определена командна верига, може да говорим и за наличие на административно ниво на командване и управление, със своите поднива и йерархия. Това ниво следва нормите на Закона за администрацията и не се намира в пряка зависимост с разгледаните вече стратегическо (политическо), оперативно и тактическо нива, и има своите специфични различия и характерни черти, закономерности и логика.

Понеже Системата за защита на националната сигурност, и нейните две основни подсистеми – за сигурност (на МВР и службите) и за отбрана (на МО), са изградени в голямото си множество по т.нар. „военизирани" принципи и правила (устави) на подчинение, които не корес-

пондират с гражданските такива, в настоящото изложение се визира схемата: стратегическо-оперативно-тактическо ниво.

Литература:

1. Семерджиев, Ц., Стратегия – среда, ресурси, способности, планиране, Класика и стил, София, 2007 г.;
2. Танев, Т., Стратегическо управление на публичната сфера, Военно издателство, 2008 г.;
3. Закон за отбраната и Въоръжените сили на Република България, Апис, 07.07.2023;
4. Закон за Министерството на вътрешните работи, Апис, 07.07.2023;
5. Доктрината на Въоръжените сили на Република България, МО, 2011 г.;
6. Алашки, М., Вземане на решения в Системата за защита на националната сигурност, монография, Принт фактор, 2022 г.

ВЗЕМАНЕ НА РЕШЕНИЯ В НАЦИОНАЛНАТА СИГУРНОСТ: РЪКОВОДСТВО, КОМАНДВАНЕ, УПРАВЛЕНИЕ, ЛИДЕРСТВО

Максим М. Алашки

Министерство на отбраната, дирекция „Политика по въоръженията".
E-mail: alashkim@abv.bg, телефони: 02 9220869, 0884 332761

Резюме: *Направен е преглед на понятията „ръководство", „командване", „управление", „мениджмънт" и „лидерство", като съставни елементи на Системата за вземане на решения в националната сигурност, които се явяват сродни по определени критерии, както и твърде различни по други.*

Ключови думи: *ръководство, командване, управление, мениджмънт, лидерство, национална сигурност, вземане на решения.*

DECISION MAKING IN THE NATIONAL SECURITY: GOVERNANCE, COMMAND, MANAGEMENT, LEADERSHIP

Maxim M. Alashki

Abstract*: An overview of the concepts of "governance", "command", "control", "management", and "leadership" as constituent elements of the National security decision making System, which appear related by certain criteria, as well as very different by others.*

Keywords*: governance, command, control, management, leadership, National security, Decision making.*

В официалните документи, свързани с управлението и функционирането на Системата за защита на националната сигурност, както на структурно и функционално ниво, също и от професионалисти и експерти, а и в разговорната реч, се използват по отделни критерии сродни понятия каквито са „ръководство", „командване", „управление", дори и „мениджмънт". Освен това, в различни теории, свързани с управлението, а и в лексиката в обществото, става дума и за т. нар. „лидерство", което очевидно прави връзка с фигурата на лидера, погледнато от различния аспект на анализ или дискусия. В тази връзка е необходимо да бъде внесена известна яснота и точност относно техния смисъл и принципни разлики, които са третирани често много противоречиво, като различно са схващани и специфично интерпретирани от командна, технологична, психологическа, организационна и др. гледни точки.

Всяка социална система или организация, състояща се от множество взаимосвързани елементи, се нуждае под някаква форма от командване и управление. В терминологията на Общата теория на конфликта командването и управлението се дефинират най-общо като „изкуство" и „наука". **Командването** се определя като „съвкупност от малко на брой творчески интелектуал-

ни дейности със силно изразен интуитивно-евристичен характер", а **управлението** – като „крайно множество рутинни интелектуални дейности, които могат да се опишат с логико-лингвистични модели, поддаващи се на математически формализации, алгоритмизация и компютърна реализация". Думите „командване" и „управление" се използват както като глаголи, така и като съществителни. В първия случай те означават процеси, а във втория – система, като съвкупност от необходими персонал, оборудване и процедури. Традиционно тези два термина се разглеждат спрямо два начина на действие в рамките на една мисия и определена посока: от върха на организационната структура към нейните по-ниски йерархични нива. По презумпция ръководителите (командирите) управляват заедно с тези, които са им подчинени (под тяхно командване), защото заедно са обхваната в рамките на управлението - подчинените са под властта (командването) на своите ръководители, които пък са в полезрението на своите подчинени. В контекста на този традиционен теоретичен модел командването и управлението се представят като две страни на един циклично реверсивен процес, в който командването е упражняване на власт от горе на долу, а управлението е въздействие по линия на обратната връзка за оказване на коригиращи въздействия при реализация на предприетите действия (също от горе на долу). На практика командването е налице, когато имаме строго йерархична система, в която твърдо е регламентирано кой на кого е началник (пряк и/или непосредствен) и съответно на кого е подчинен, сиреч има ясно обособена т.нар. „командна верига". Такива са предимно въоръжените организации (армия, полиция, пожарна, разузнаване, охрана и др.), както и други т.нар. „силови" или псевдо такива структури.

Ръководството често се спряга с определението „стратегическо", поставено пред него. То е дейност на висшите органи за командване и управление на определено стратегическо равнище (национално/държавно, съюзно, корпоративно), осигуряващо някаква форма на национално или глобално управление. Дейности, свързани със стратегическото ръководство са: подготовка и вземане на решение във функционалните области; формулиране на целите и задачите; подготовка за осъществяване на взетите решения; управление за изпълнение на решенията и др. В Теорията на социалните организации „ръководство" се определя като „съвкупност от дейности по прилагане на организационната стратегия за постигане на набелязаните цели и изпълнение на мисията на организацията". Тези дейности се изпълняват от отделни субекти - личности, групи или колективи, заемащи ръководни длъжности на стратегически равнища, които извършват поредица от дейности по описание на стратегическата идентичност (мисия, визия, намерения, цели, задачи) във вид на концепция, модели, желани крайни състояния, планиране, организация, координация, контрол, ефективно използване на ресурси, служители, организации, общности, създаване на необходими условия за успешна реализация и т.н.

Стратегическо ръководство е целенасочената дейност по създаване и експлоатация (командване и управление) на изградена в съответствие с ясно дефинирана мисия и подробен предварителен план система за постигане на определените крайни цели. Най-общите базови функции на всеки ръководител са: планиране, организация, ръководство, координация и контрол на дейността в една система, както и подходящо кадрово осигуряване и мотивиране на персонала, и разбира се, вземането на решения за постигане на набелязаните (планираните) цели, като най-висша сумарна (или резултатна) дейност на всеки ръководител. Съгласно това третиране на понятието „ръководство", то е синоним на управление (в широк смисъл) и командване (в по-тесен смисъл).

Лидерството пък, от своя страна, също е основно понятие, под което се разбира начин на въздействие предимно върху голяма група хора, които трябва да работят или имат кауза да постигнат изпълнението на една обща цел. То може да се приеме като синоним на целенасочено

далновидно управление на хора, групи, организации или големи социални и други образувания. Разгледаният термин „ръководство", в известна степен, или гледна точка, е ограничена интерпретация на понятието „лидерство", като упражняване на властта, в смисъл на право и възможност да се управлява волята и да се насочва дейността на други лица. Според някои от теориите на мениджмънта, лидерството е процес на упражняване на влияние върху хората в една организация или бюрократична система, чрез формулиране на смисъл, посока и мотивация на съвместната им дейност, с цел постигане на тяхната мисия, а паралелно с това и усъвършенстване на самата организация/система.

Лидерите осигуряват основните възгледи и насоки на дейност на хората, които ръководят, те формират ценностната система, и морала и етиката в нея. Лидерът има необходимост от постоянно подхранване от доверие и готовност на своите подчинени или последователи да изпълняват поставените мисии и задачи. По отношение на този си смисъл се наблюдава качествена разлика между понятията „ръководство" и „лидерство". При ръководителите, с използване на инструментите на планиране, кадрови ресурси, организация на труда и вземане на необходимите решения се заставят подчинените да постигат поставените пред тях цели. При лидерите, чрез формулиране на идеи, създаване на подходящи възгледи, ценностна система и мотиватори, се постига необходимото желание за активна дейност (а не формална) за реализиране на целите.

Сродно понятие на „управление" е „**мениджмън**т", което навлиза в българския език от английския през 90-те години на миналия век (лат. Manus - ръка). С други думи „мениджър" е буквален превод на „ръководител", а „мениджмънт" се използва като синоним на „управление". Има безброй определения на това що е мениджмънт, но най-общо казано в света на бизнеса то е координирането на човешките усилия за постигане на заложените цели, използвайки ефективно наличните ресурси. Все пак, за да се направи разлика с използваното тук понятие за управление, мениджмънт се свързва по-скоро с икономическата и/или гражданската сфера на дейност и лексиката му се свързва основно по отношение на бизнес, стопански, търговски и финансови процеси.

Ако се навлезе по-детайлно и конкретно, на базата на развитите до тук теоретични постановки, напр. в Доктрината на Въоръжените сили на Република България, и използвайки алюзията спрямо цялата Система за защита на националната сигурност, може да се синтезират следните адаптирани и обобщаващи принципни позиции:

Ръководство в националната сигурност е процес, който обхваща целия личен състав на структурите, които са част от системата, и включва ръководител и подчинени. Целта на този процес е вземане на решения, поставяне на задачи, организиране и осъществяване на контрол за тяхното изпълнение и постигане на предварително набелязани и поставени цели. Ръководителят, от своя страна, е личност (тоест субект), който заема най-висшестояща позиция в йерархията на организационната структура или командната верига и осъществява ръководство, което е постоянно и трайно въздействие върху целия подчинен личен състав. Ръководството на националната сигурност (респ. Системата за защита на националната сигурност) е дейност и отговорност на политическото ръководство на страната, а командването и управлението обикновено са дело на командири от всички нива на командване и управление.

Командване са правомощията (тоест властта), дадени на отделна личност да ръководи, координира и управлява подчинените му сили (въоръжени, полицейски и др.). Командването включва процесите, чрез които командващият/ командирът взема решение, налага своята воля и предава намеренията си на своите подчинени. Командването на всички нива е изкуство за вземане на решение, мотивиране и управляване действията на подчинените за изпълняване на възложените мисии и задачи. Това изисква формиране на ясна визия за постигане на желаните резултати и единно разбиране на концепцията, мисията и приоритетите, разпределението на ре-

сурсите и способността за оценяване на личния състав и риска, както и непрекъснато оценяване на ситуацията/ обстановката.

Философията на командването има четири аспекта:

- ясно разбиране на намеренията на старшия командир;
- задължение от страна на подчинените да приемат тези намерения;
- важност на своевременното вземане на решение;
- решителност от страна на командира да доведе до успешен край реализирането на плана.

Тази философия насърчава децентрализираното командване, свободата и бързината на действие, инициативността на командирите в рамките на насоките, дадени от старшия командир. Децентрализацията и делегирането на правомощия на подчинените командири чрез даване на свобода на действията им в подкрепа на намеренията на старшия командир се дефинира като мисийно командване.

Управление са правомощията, упражнявани от съответния командващ/ командир, върху дейностите на подчинените му структури или други структури, които обикновено не са под негово непосредствено командване. Тези правомощия обхващат отговорността за изпълнението на отдадени заповеди, указания или директиви. По принцип всички правомощия или част от тях могат да бъдат прехвърлени или делегирани, по съответния нормативно установен начин. Управлението позволява на командира да следи за предприетите действия и за тяхната ефективност за реализиране на намерението на старшия командир и целите на операцията. Командването и управлението са взаимообвързани и се отнасят за дейността на командира и неговия щаб, като между тях не може да се постави знак за равенство, а управлението е само аспект от командването.

Тук е заложен принципът на единоначалието, който установява уникална процедура по издаване и изпълнение на заповедите и по осъществяване на взаимоотношенията на власт и подчинение между командира или началника от всички степени и съответния подчинен (военнослужещ, служител и пр.). Непосредственото ръководство на структурите (формированията, поделенията) се осъществява от командирите и началниците, които при осъществяване на правомощията си издават заповеди.

Литература:

1. Семерджиев, Ц., Стратегия – среда, ресурси, способности, планиране, Класика и стил, София, 2007 г.;
2. Алашки, М., Функционалната хомеостаза като основен принцип на управление", Сборник с доклади от Годишна научна конференция, Военна академия „Г. С. Раковски", 2022 г.;
3. Доктрината на Въоръжените сили на Република България, МО, 2011 г.;
4. Алашки, М., Вземане на решения в Системата за защита на националната сигурност, монография, Принт фактор, 2022 г.

ANALYSIS OF THE RESULTS OF A SURVEY CONCERNING THE SATISFACTION OF VICTIMS AND PARTICIPANTS IN THE EMERGENCY RESTORATION WORKS AFTER THE EXPLOSION IN THE VILLAGE OF HITRINO

Yalchyn I. Rasim

***Abstract**: On 10.12.2016, the largest railway accident in the history of Bulgaria took place on the territory of the village of Hitrino, with 7 dead, 29 injured and huge material damage to the infrastructure of the settlement, an incident without analogue in the history of the Republic of Bulgaria. The purpose of this study is to track the satisfaction of the individual categories of victims and participants in the liquidation of the consequences of the accident and, based on the results, to develop proposals for improving the organization of rescue work in similar incidents.*

***Keywords**: security, personal security, emergency restoration works, extinguishing fires, protection of property*

АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ПРОВЕДЕНА АНКЕТА ОТНОСНО УДОВЛЕТВОРЕНОСТТА НА ПОТЪРПЕВШИ И УЧАСТНИЦИ В АВАРИЙНО ВЪЗСТАНОВИТЕЛНИТЕ РАБОТИ СЛЕД ВЗРИВА В С. ХИТРИНО

Ялчън И. Расим

Енерго-Про София E-mail: y.rasim@energo-pro.com

***Абстракт:** На 10.12.2016 г. на територията на село Хитрино се случи най-голямата, в историята на България железопътна катастрофа, със 7 загинали, 29 ранени и огромни материални щети за инфраструктурата на населеното място, инцидент без аналог в историята на Р. България. Настоящото изследване има за цел да проследи удовлетвореността на отделните категории потърпевши и участници в ликвидирането на последиците от инцидента и на база на получените резултати да се разработят предложения за подобряване на организацията на спасителните работи при подобен вид инциденти.*

***Ключови думи:** сигурност, лична сигурност, аварийно-възстановителни работи, гасене на пожари, охрана на имущество*

Трагичният инцидент в с. Хитрино на 10.12.2016 г. подложи на изпитание не само жителите на селото, но и стотици служители от ОДМВР Шумен, РДПБЗН, областната и общинските администрации в област Шумен, както и останалите органи на Единната спасителна система на Р. България. Оценката на дейността на всеки един участвал в спасителните и възстановителните работи е един субективен процес пречупен през гледната точка на потърпевшите и спасителите. Макар и проведено 6 години след инцидента, проучването показа, че всеки един от тях все още

преживява случилото се по различен начин и оценява дейността на участниците в него под свой собствен ъгъл. В този аспект проведеното изследване имаше за цел да проследи удовлетвореността на отделните категории потърпевши и участници в ликвидирането на последиците от инцидента и на база на получените резултати да се разработят предложения за подобряване на организацията на спасителните работи при подобен вид инциденти. Това анкетно проучване е първото по рода си след инцидента и бе насочено към три групи респонденти: жители на село Хитрино, служители от РДМВР – Шумен и служители на РДПБЗН-МВР гр. Шумен. По своята същност изследването прави опит да се анализира общественото мнение относно доверието към служителите от МВР и действащата в България Единна спасителна система. Анкетното проучване беше проведено в периода 25.06 до 15.07 2022 г. В него взеха участие 101 души разпределени равномерно сред отделните групи респонденти. За провеждане на изследването бяха разработени 3 вида анкетни карти (по една за всяка целева група респонденти) от по 20 въпроса. Всяка анкетна карта беше насочена към специфични дейности на респондентите и имаше за цел да отчете удовлетвореността от техните, и на колегите им действия. Основен инструментариум на проучването бяха разработените анкетни карти за всяка целева група и пояснителните текстове към тях, имащи за цел да улеснят участниците при попълването на анкетата. Въпросите в анкетните карти бяха от затворен тип с предложени конкретни отговори за всеки въпрос. Тяхното разработване беше съвместно дело на кмета на община Хитрино, началника на Регионална дирекция „Пожарна безопасност и защита на населението" – Шумен комисар Иван Иванов и автора на дисертационния труд, директор на Областната дирекция на МВР в Шумен по време на инцидента. С любезното участие на посочените лица, в посочения по горе срок бяха събрани на 100 % попълнените анкетни карти на участниците в изследването.

Резултати от анкетното проучване:

Ще направим кратък анализ на отговорите на част от въпросите по които има противоречиви мнения на анкетираните.

В първата целева група – жители на село Хитрино, взеха участие 33 души. От тях 24 мъже и 9 жени.

Интерес при тази група представляват болшинството положителни отговори на зададените въпроси. На 15, от общо зададени 20 въпроса, жителите на село Хитрино отговарят, че са напълно удовлетворени от действията на служителите на МВР относно опазване на обществения ред и ликвидиране на последствията от взрива на цистерните. Това може да бъде обяснено с постигнатите положителните резултати относно опазването на тяхното здраве и имущество от страна на органите на МВР, както и от изминалия 6 годишен период, през който негативните спомени избледняват и остават част от положителните страни на изживяното. Всички участници споделят мнението, че е била създадена стройна организация по отношение на действията на органите на МВР, Областната и общинските администрации, насочена към бързо и безопасно за жителите на селото справяне с последиците от инцидента.

На въпроса – „Притесняхте ли се за имуществото и животните Ви след евакуацията?" наблюдаваме паритет в отговорите на анкетираните. Седемнадесет души отговарят с „Да" на въпроса, а 16 с „Не".

Този паритет бихме могли да обясним отчасти с началното традиционно недоверие на хората относно дейността на МВР по опазване на имуществото на хората в малките населени места в нормални условия. Фактът, че на 16 въпрос „Как оценявате като цяло дейността на правителството, областната и общинската администрация за справяне с бедствието? всички анкетирани са отговорили положително, показва пълното удовлетворение от дейността на посочените структури в тази посока.

Интерес за нуждите на проучването представляват отговорите на един въпрос, който винаги е бил обект на противоречиви мнения след подобни инциденти. Въпросът който бе зададен на жителите на селото беше формулиран по следния начин: „Бяха ли Ви възстановени щетите от

взрива и пожарите?". За разлика от очакваните негативни отговори, 100% от жителите на село Хитрино са отговорили, че са обезщетени напълно. Това потвърди и тезата на кмета на селото г-н Нуридин Исмаил в предварителните разговори, според който сред пострадалите няма недоволни от формата и размерите на обезщетението.

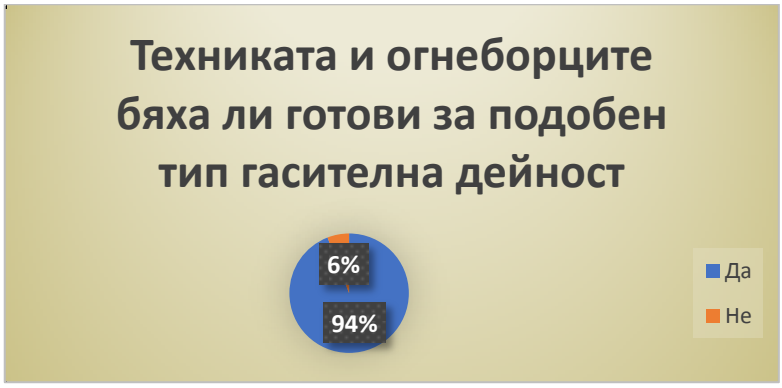
Въпросът за ролята на медиите при отразяване на ежедневните дейности на спасителната операция, беше зададен в този му вид и на трите целеви групи респонденти. Отговорите задоволяват представителите на масмедиите, които според анкетираните са отразявали събитията достоверно и своевременно. Резултатите от гласуването са видни на следващата диаграма.

Втората целева група респонденти бяха служителите от Регионална дирекция „Пожарна безопасност и защита на населението" – Шумен. Целта на създадената анкетна карта беше да се проследи мнението на служителите от тази дирекция по отношение на удовлетвореността им от собствената работа и наличното имущество и техника с която разполага дирекцията за справяне с подобен тип инциденти.

На въпроса „Лично Вие участвахте ли в ликвидирането на последствията при инцидента в с. Хитрино?" всички участници от целевата група отговарят положително. Този резултат е гаранция за адекватни и компетентни отговори от първо лице на останалите въпроси в анкетната карта.

При следващия въпрос „Първите екипи пристигнали в селото имаха ли представа за мащаба на бедствието?" отговорите са 79% „Не" срещу 21% „Не мога да преценя" в полза на липсата на информираност на участниците в действията по гасенето на пожарите. Липсата дори и на един положителен отговор показва, че в първия момент тръгвайки след поредния сигнал за пожар, екипите не са очаквали подобен по мащаб инцидент на територията на действие на регионалната дирекция. Подобно е и мнението на началника на дирекцията комисар Иванов – един от първите пристигнали на мястото на инцидента.

Независимо от липсата на информация за мащаба на бедствието, 94% от анкетираните смятат, че наличната техника и огнеборците са били готови за подобен тип гасителна дейност.



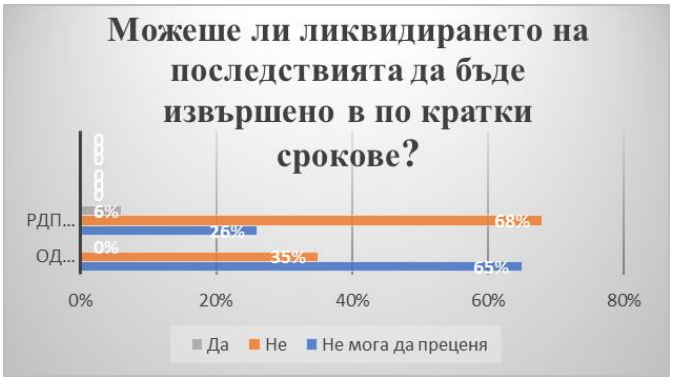
Подобно е и съотношението на отговорите относно навременното започване на оказване на първа помощ на пострадалите от взрива. Общо 29 човека посочват че първата помощ е започнала навреме, 2 считат че екипите са закъснели, а 3 души не могат да преценят. Това съотношение 85% към 15 %, в полза на навременното спасяване на пострадалите, говори за удовлетвореност на спасителните екипи от ОДМВР – Шумен, служителите на РДПБЗН-МВР и доброволците от своята дейност. Ако прибавим и 100% положителни отговори на жителите от селото на този въпрос, не бива да се съмняваме в навременното започване на спасителните дейности. В тази удовлетвореност, би следвало да се включи и положителното отношение към дейността на екипите на Бърза помощ от гр. Шумен и гр. Варна.

В потвърждение на сложността на създадената обстановка, говорят и резултатите от отговорите на въпроса „Имахте ли навременна информация за вида на превозвания в цистерните

газ?". 82 %, включително и началникът на РДПБЗН, декларират че не са имали толкова подробна информация и само 6 души (18%) са посочили че са знаели за вида на превозваният газ.

За разлика от жителите на селото служителите на РДПБЗН не са толкова единодушни. От следващата графиката е видно че 67% отговарят с „Положителна", 18% посочват отрицателна оценка, а 15 % не могат да преценят. По отношение на сложността на обстановката и опасността за живота и здравето на участващите служители на РДПБЗН, участниците в анкетното проучване са единодушни. Сто процента от анкетираните посочват че е съществувала реална опасност за тяхното здраве и живот.

„Можеше ли ликвидирането на последствията да бъде извършено в по-кратки срокове?". Отговорите тук отново се обединяват около невъзможността за справяне в по кратки срокове. Едва 2-ма анкетирани (6%) считат че сроковете са можели да бъдат съкратени. Служителите от ОДМВР също считат че сроковете са били нормални, но при тях по голямата част са посочили отговор „Не мога да прецяня", поради факта, че не са специалисти в това направление.



По същия начин анкетираните отговарят на въпроса справили ли са се по най-добрия начин с гасенето на цистерните и предотвратяването на нови експлозии.

По отношение на получаването на навременна и достоверна информация за хода на спасителните работи в селото, 30 души (88%) от анкетираните отговарят положително, а 4 човека (12%) са на противоположно мнение.

Въпросът относно създадената организация за евакуация на населението, бе зададен и на трите целеви групи. От служителите на РДПБЗН 94% от анкетираните изразяват положителна оценка, докато останалите 6% не могат да преценят, най-вероятно поради факта че не са участвали пряко в евакуацията. Същият процент 94% изразява и положителната оценка на служите-

лите на ОДМВР – Шумен. Ако прибавим и единодушната положителна оценка 100% на жителите на селото е видно, че евакуацията е преминала при добра организация, за кратко време и без каквито и да е произшествия.

Аналогични са и отговорите на въпроса „Успяха ли полицаите да опазят имуществото и животните на евакуираните граждани?" Тук едва 3-ма служители на РДПБЗН не могат да преценят резултатите от дейността на полицията. Останалите анкетирани са категорични че служителите на ОДМВР са изпълнили в пълен обем поставените им задачи.

Към служителите от РДПБЗН беше поставен и един противокативен въпрос. На същите бе зададен въпроса „Според Вас трябва ли ГДПБЗН да излезе извън системата на МВР и да се обособи като отделна структура?". Този въпрос периодично се поставя пред обществото, във връзка с подобряване дейността на дирекцията. Очакванията бяха анкетираните да отхвърлят единодушно това предложение. Резултатите обаче показват че 32% (11 анкетирани) подкрепят обособяването на ГДПБЗН като отделна структура извън системата на МВР, докато 50% не желаят това, а 18 анкетирани не могат да преценят необходима ли е подобна промяна.

В третата целева група респонденти бяха включени 34 служители от ОДМВР гр. Шумен. Задачата на тази група по време на бедствието беше да опазят обществения ред по време на бедствието, да създадат нормални условия за работа на екипите от РДПБЗН, да опазват имуществото и животните на евакуираните жители на село Хитрино. В анкетната карта, наред с посочените в другите анкетни карти общи въпроси, бяха включени и специфични въпроси касаещи дейността на тези служители. Гаранция за достоверност на получените отговори е фактът че от 34 анкетирани служители само 2-ма не са участвали пряко в изпълнението на посочените по горе задачи.

Третия въпрос от анкетата тук е аналогичен на трети въпрос от анкетната карта на служителите на РДПБЗН – „Първите екипи пристигнали в селото имаха ли представа за мащаба на

бедствието?". За разлика от колегите им огнеборци тук се забелязва не толкова голямо единодушие при отрицателните отговори. На долната графика може да се направи сравнителен анализ между отговорите на тези две групи респонденти.

На въпроса „Каква беше според Вас създадената организация за опазване на реда в с. Хитрино?" служителите от полицията оценяват своите действия напълно положително. 68% са оценили организацията с оценка „Отлична" и 32% с оценка „Много добра".

На 9-ти въпрос от проучването - „Успяха ли органите на реда да гарантират безопасност на гражданите?", 100% от анкетираните отговарят положително. Това мнение съвпада с оценката на жителите на село Хитрино, посочено по горе в анкетните резултати.

По подобен начин се отговаря и на въпроса „Успяха ли полицаите да създадат добри условия за опазване на имуществото и животните на евакуираните граждани?" Абсолютното единодушие (100%) показва че служителите на ОДМВР са напълно удовлетворени от своите действия в тази посока.

Интерес предавлява и преценката за взаимодействието между огнеборците и органите на реда. Тридесет и един от 34 анкетирани го оценяват като „Много добро", а трима са избрали отговор „Добро".

Последния въпрос „Бяхте ли оборудвани с необходимата екипировка за опазване на реда по време на бедствието?" имаше за цел да проследи удовлетвореността от наличната техника и технически средства за изпълнение на задачите от органите на реда. Тук анкетираните са раздвоени и изразяват противоположни мнения.

Фактът, че близо половината от анкетираните (44%) отговарят, че не са били оборудвани с необходимата екипировка за работа в подобни условия показва, че има какво да се желае още в тази посока.

Анализът на резултатите от проведената анкета позволяват да се направят следните изводи:

- служителите от РДПБЗН и ОДМВР са пристигнали навреме в района на инцидента, и са започнали веднага пожарогасителните и охранителните действия;
- инцидент от подобен мащаб не се е случвал на територията на Р. България. Едва 7% от анкетираните считат, че са имали предварителна представа за мащаба на инцидента. Останалите не са се сблъсквали с инцидент с подобни фатални последици;
- в първите часове на пожара е липсвала информация за вида на превозвания в цистерните газ. Получената в последствие информация е позволила да се предприемат адекватни мерки за потушаване на пожара и източване на аварираните цистерни. Това налага необходимостта от предварително уведомяване на РДПБЗН за вида на превозваните товари през територията на съответната дирекция.;
- решението за провеждане на незабавна евакуация на населението е било правилно, навременно и е предотвратило евентуални фатални за населението последици;
- създадената организация на местно, областно и национално ниво е била на много добро ниво и е способствала за защита на населението и опазване живота и здравето на хората, имуществото и животните на жителите на село Хитрино;
- необходимо е да се вземат мерки, свързани с оборудване на служителите от МВР със съвременни средства и екипировка за участие в подобен вид спасителни и охранителни действия;
- отразяването на събитията, по време на спасителните действия, от страна на средствата за масово осведомяване се оценява като навременно и достоверно, способстващо за недопускане на панически настроения сред жителите на село Хитрино и околните села.

В заключение може да се обобщи, че независимо от безпрецедентния мащаб на бедствието за територията на Р. България, изградената Единна спасителна система, създадената своевременна организация на национално, областно и общинско ниво, както и действията на служителите от МВР са били адекватни на създалата се обстановка и са способствали за бързо и ефикасно изпълнение на аварийно-възстановителните дейности на територията на Хитрино. Проведената евакуация на населението е била навременна и неотложна с оглед опасността от вторични взривове и евентуални нови човешки жертви. Служителите от ОДМВР са успели да опазят имуществото на жителите на селото от посегателства и са осигурили възможност за нормално изхранване на животните в евакуирания район.

MODEL OF METHODOLOGY FOR FUNCTIONAL ANALYSIS OF THE COMMAND AND CONTROL SYSTEM (C2)

Ivo Radulov, Teodora Georgieva

Rakovski National Defence College, Defence Advanced Research Institute, Sofia, i.radulov@rndc.bg

Abstract: *The report examines a model of methodology of C2 systems functional analysis. The analytical framework adopted is the role of C2 systems in supporting the commander's decision-making by timely reducing uncertainty about the optimal course of action regarding a specific situational scenario. An additional requirement for the system is to provide information that supports commander proactivity and action in the decision cycle.*

Keywords: *Functional analysis, command and control system (C2).*

МЕТОДИКА ЗА ФУНКЦИОНАЛЕН АНАЛИЗ НА СИСТЕМАТА ЗА КОМАНДВАНЕ И УПРАВЛЕНИЕ (C2)

Иво Г. Радулов; Теодора В. Георгиева

Военна академия „Г. С. Раковски", Институт перспективни изследвания за отбраната, гр. София, i.radulov@rndc.bg

Анотация: *Докладът разглежда модел на методика за функционален анализ на системи за командване и управление (C2). Възприета рамка за анализ допринася за повишаването на ефективността на системите за C2 и на процеса за вземане на командирско решение чрез редуциране на несигурността за оптимален курс на действие относно конкретен ситуационен сценарий. Допълнително изискване към системата е да осигурява информация, която съдейства за проактивност на командира и действие в цикъла на вземане на решения.*

Ключови думи: *Функционален анализ, система за командване и управление (C2).*

Увод

Системата за командване и управление е единство на личен състав, инфраструктура, оборудване и процедури, което позволява на командващите/командирите и техните щабове да упражняват управлението на войските.

C2 са сложни системи от типа „система от системи", интегритетът на които е определящ за общата им ефективност. Осигуряването на тази експлицитна необходимост изисква обхващането на цялата система в единна познавателна парадигма.

В различните литературни източници думите „командване" и „управление" са противоречиво интерпретирани, различно схващани и специфично използвани. Всички дефиниции могат

да бъдат класифицирани в три групи в зависимост от гледната точка на техните автори: технологична, психологична и организационна.

В най-общ план процесът на командване и управление включва процес на вземане на решение и изисквания за обмен на информация. Процесът на вземане на решения е силно подкрепен от потоците информация, осигурявана от специализиран персонал, който управлява информационната система. Системата за командване и управление трябва да бъде проектирана преди всичко за да осигури ефективна и надеждна подкрепа за вземането на решения, да е бърза и гъвкава, както и да позволява действия, които да възпрепятстват цикъла на вземане на решения на противника чрез внасяне на несигурност, забавяне или заблуди.

Управлението става чрез формиране на обща оперативна картина за подпомагане процеса за вземане на решение посредством намаляване на времето за реакция и подобряване на точността. Безпрепятственият достъп до цялата информация, която има отношение към процеса за вземане на решения е основната функция, която позволява навременно и интелигентно вземане на решения.

1. Функционален анализ на системите C2

Представения по-долу модел на методика за провеждане на функционален анализ представя общия подход и логическата последователност на дейностите за оценка на ефективността на Системите за командване и управление (C2).

Функционалният анализ на системата C2 представлява процес на изследване и оценка на релевантността на функциите и ефективността от дейността на отделна командна структура чрез използването на различни научни методи.

2. Модел на методика за функционален анализ на C2

Основната цел на модела на методика е да се представи гъвкав и приложим инструментариум за анализ на релевантността и ефективността на функциите на системата за командване и управление. Моделът описва последователността от абстрактни стъпки за постигането на целта.

Анализът на системите за C2 изисква оценка на функциите, свързани с изпълнението на определени задачи. Функциите са свързани с фундаментални процеси в системата за C2, като процеси на вземане на решения и процеси на наблюдение, изследване на информационните потоци и комуникациите. Функциите трябва да са общи и да бъдат адаптирани към различните нива на структурата. Те се инициират или стартират от мисия/операция или друго събитие, инициирано със заповед[16].

Оценката на ефективността на C2 системите може да се осъществи чрез създаване на формален (обектен) модел на системата, който е възможно да изхожда от свойствата на адаптивна и надеждна система за C2. В допълнение към него могат да бъдат разработени динамични и функционални модели, които да допълват описанието.

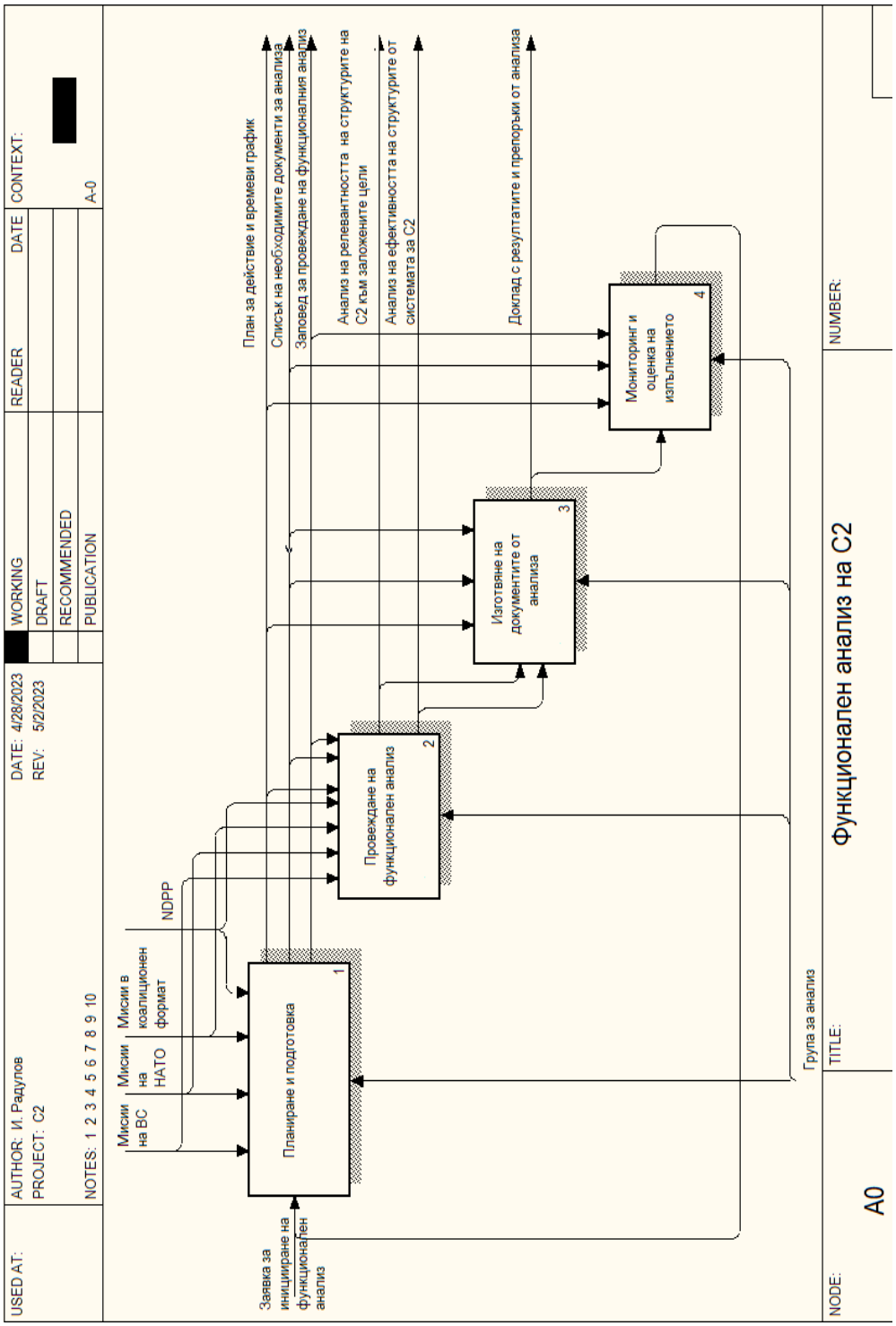
2.1. Основни дейности за функционален анализ

Основните дейности за изготвяне на функционален анализ на системите за C2 са представени на Фиг. 1. Те включват:

- Планиране и подготовка;
- Провеждане на същинския функционален анализ;
- Изготвяне на документите от анализа;

[16] Malerud, S., Feet, E. H. & Thorsen, U. A Method for Analysing Command and Control Systems. Published in proceedings of the 1998 Command and Control Research and Technology Symposium, 29/6 – 1/7, 1998 Naval Postgraduate School Monterey, California.

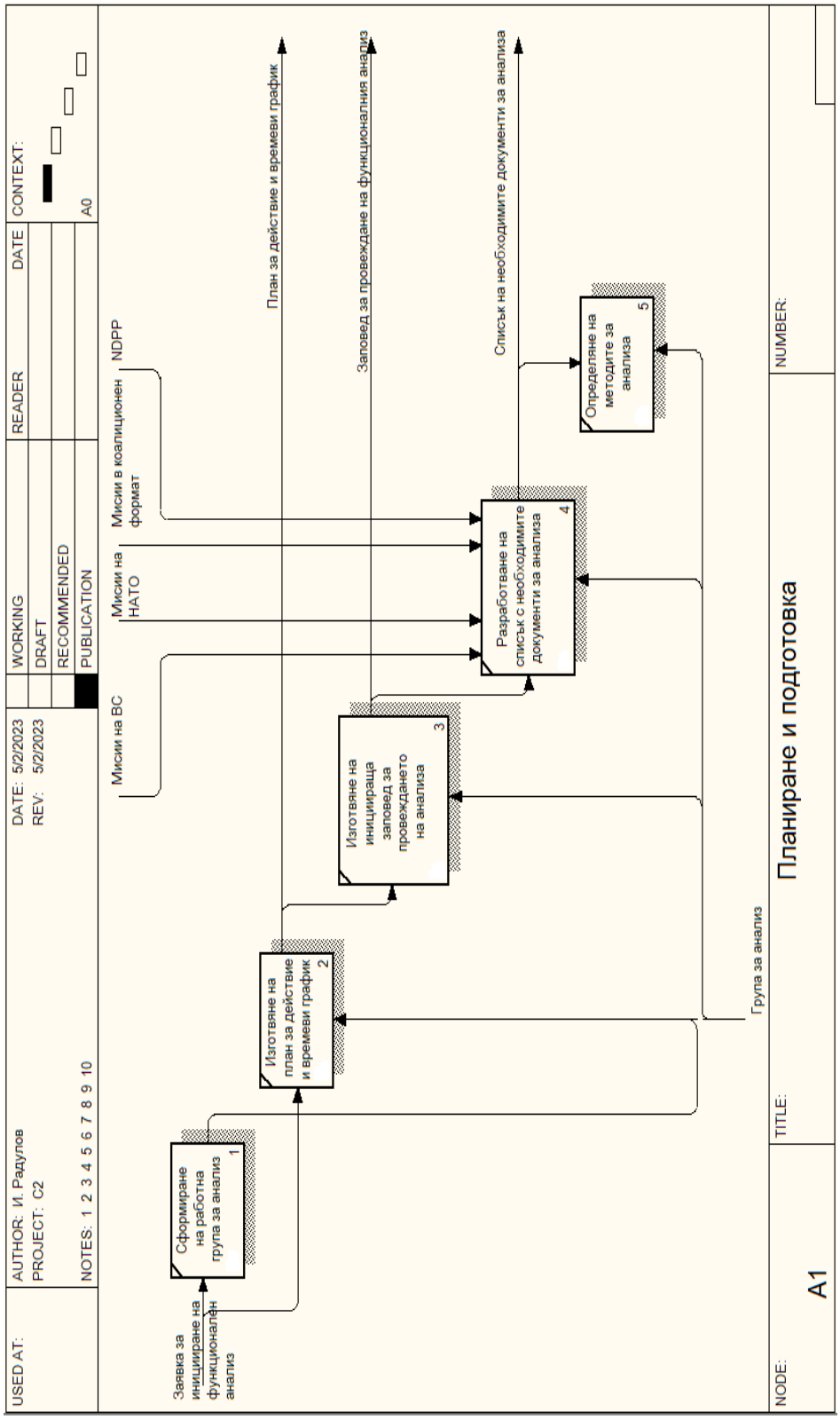
- Мониторинг и оценка на изпълнението.



Фигура 1. Основни дейности на функционалния анализ (A0)

2.1.1. Планиране и подготовка

Планирането на подготовката [1] е първата дейност от процеса на функционален анализ (Фиг.2).



Фигура 2. Планиране и подготовка (A1)

Входът към този модел е „ход от събития", генериран от разработени сценарии. В конкретния случай са заложени мисии на ВС, Мисии на НАТО, Мисии в коалиционен формат, но вход може да бъде и всяка мирно или военновременна ситуация. Сценариите са полезен начин за описване на средата на системата. Сценариите се използват за генериране на „курсове за действие", които водят до свързани с С2 задачи, които системите за С2 трябва да решат. **Сценариите** играят важна роля и на по-късен етап при анализа на **ефективността** на системата. Сценарият е вероятен ход на събитията, възникващи по време на изпълнение на определена мисия. Сценариите, трябва да обхващат задачи, свързани с различните нива на конфликта и да обхващат състоянието на системите за С2 в мирно време до ескалация в конвенционална война.

Ефективността на системите за С2 е свързана с това колко добре същите успяват да изпълнят свързаните функции и задачи с командването и управлението. Затова за нуждите на изследването трябва да бъде определена целева функция и стойности на параметрите (показателите за ефективност), към които да са ориентирани резултатите.

За да бъде адекватен и годен за практическо използване, бъдещият модел на многофакторния обект (системата за С2) трябва да съдържа най-важните фактори, обуславящи функционирането на системата. В тази връзка трябва да бъде направен и избор на факторите за моделиране и да бъдат определени критичните фактори за успеха.

В етапа „Планиране на подготовката" следва да бъдат подбрани и подходите, методите и средствата за анализ. Методическия инструментариум трябва да осигурява оптимално решение на поставените задачи и включва количествени и качествени методи за оценка, средства за формално описание на моделите, софтуерни продукти за моделиране и симулация и др.

Техниките за анализ се прилагат за подпомагане работата на анализаторите за достигане на оптимално или близко до оптималното решение на даден комплексен проблем. Някои от най-често използваните техники включват компютърно интегрираната отворена архитектура на системите (CIMOSA), методологията на интегрираните дефиниции (IDEF), мрежи на Петри и техните разновидности, унифицирани езици за моделиране, като UML, диаграми на организационните функции (EFD) и др.

При използване на IDEF методологията се постига ясно представяне на протичането на процесите чрез множеството на декомпозираните функции със съответните входове, изходи и участници. IDEF моделите лесно се трансформират в UML диаграми за последващо използване. Подобно на диаграмите на дейностите (activity diagrams) в UML, мрежите на Петри имат добра графична нотация за постъпково изпълнение, представяща и динамиката на процесите.

Моделите и продуктите са входовете за извършване на математически анализ. За оптимизация на следените параметри се използват стандартни математически и статистически функции.

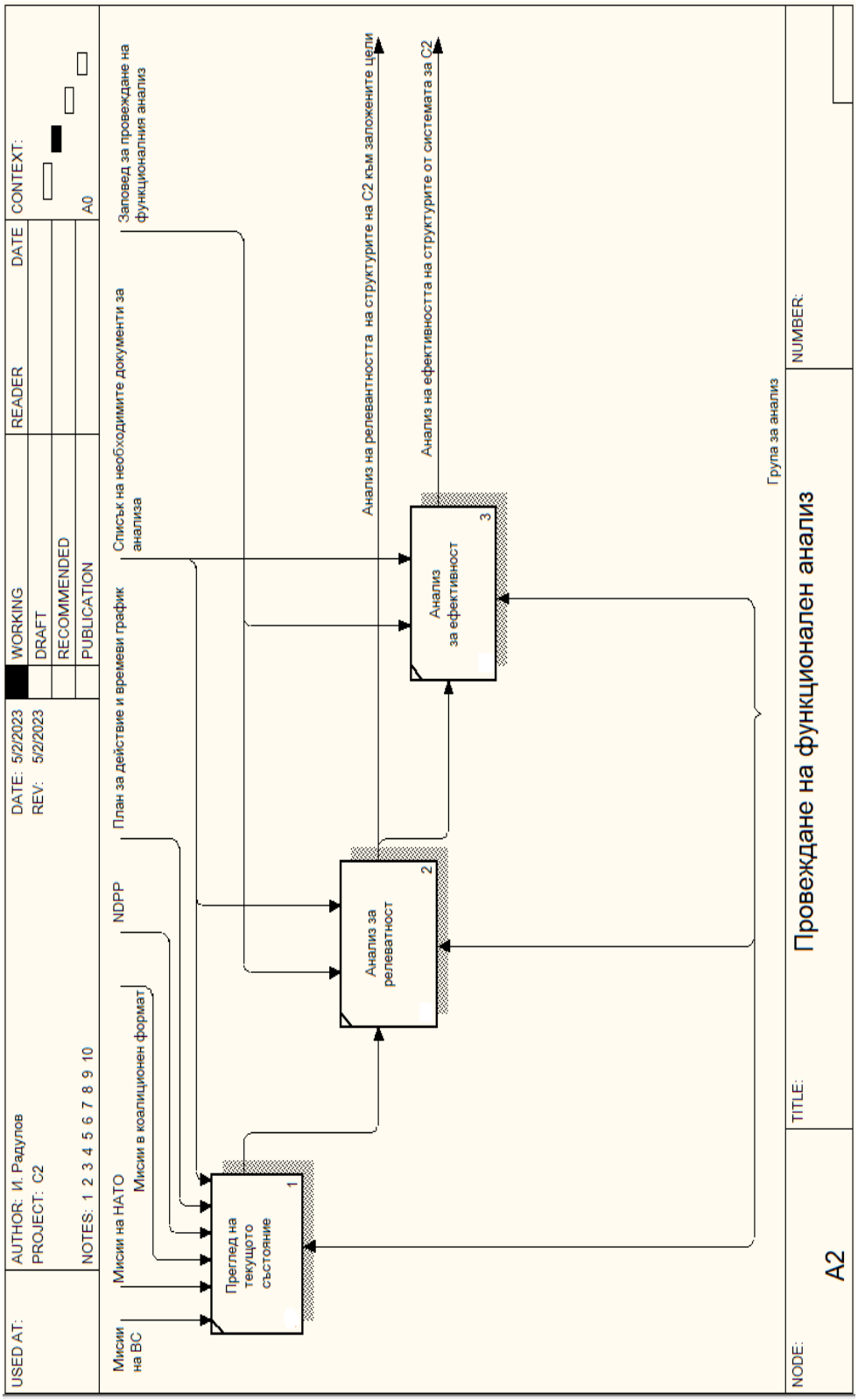
2.1.2. Провеждане на функционален анализ

Дейността включва следните поддейности (Фиг. 3):

- Преглед на текущото състояние;
- Анализ за релевантност;
- Анализ за ефективност.

2.1.2.1. Преглед на текущото състояние

С помощта на избраните средства за моделиране се описва модела на действаща система за С2, като се представят основните й изгледи, например схемата на командните взаимоотношения; оперативната концепция на високо ниво; връзките на оперативните възли; моделът на дейностите; диаграмата на последователността от събития и т.н.



Фигура 3. Провеждане на функционален анализ (A2)

Извършва се и проверка на модела, за: 1) управляемост; 2) адекватност (чрез апарата на Е-мрежите, проверка за управлението на преходите и достижимост на състоянията), 3) непротиворечивост и пълнота (чрез свойствата за конюнкция и дизюнкция на елементите в матричната

схема на алгоритъма). Допълнително моделът на дейностите може да са валидира с помощта на специализирани софтуери за моделиране и симулация.

2.1.2.2. Анализ за релевантност

Тук се определя доколко концепцията за C2 е адаптирана към оперативната концепция, следвайки йерархичния подход. Концепцията на операциите е тясно свързана с изпълняваните задачи и определя дизайна на организацията и структурата на архитектурата на системата за C2.

Оценката на структура се обвързва с областите на мисии/способности [2]. Това става чрез изготвяне на матрица с области от способности, в която се въвеждат елементите на съществуващата организационна структура и списъците със задачите, необходими за изпълнение на мисиите, групирани в съответните области от способности и подредени на съответното ниво – стратегическо, оперативно и тактическо. Матрицата се разработва на основата на:

- настоящата организационна структура;
- утвърдените концепции на операциите;
- списъците с необходимите за изпълнение задачи;
- утвърдените области от способности.

След сравняването на съществуващата структура на ВС с областите на способностите се определя структура на системата за C2, която да отговори на изискванията на операциите. Определят се най-малката и най-голямата структура, които ще получават мисии и задачи за операцията и ще планират действията на своите елементи, както вида и големината им (минимум наименование, организация и основни параметри) [2].

2.1.2.3. Анализ за ефективност

За количествено определяне на ефективността на алтернативни системи за C2 се разработва симулационен модел на основата на формалния модел на референтна система. Изчислената производителност на системата C2 се сравнява с „идеалната" за да се изведе ефективността.

За да се оптимизира системата за C2 и да се гарантира, че моделът е адекватен на разглеждания проблем, той трябва да се основава на набор от мерки за качество. Отправната точка е да се изведат важните свойства на системата, следвайки подхода за ефективност на разходите.

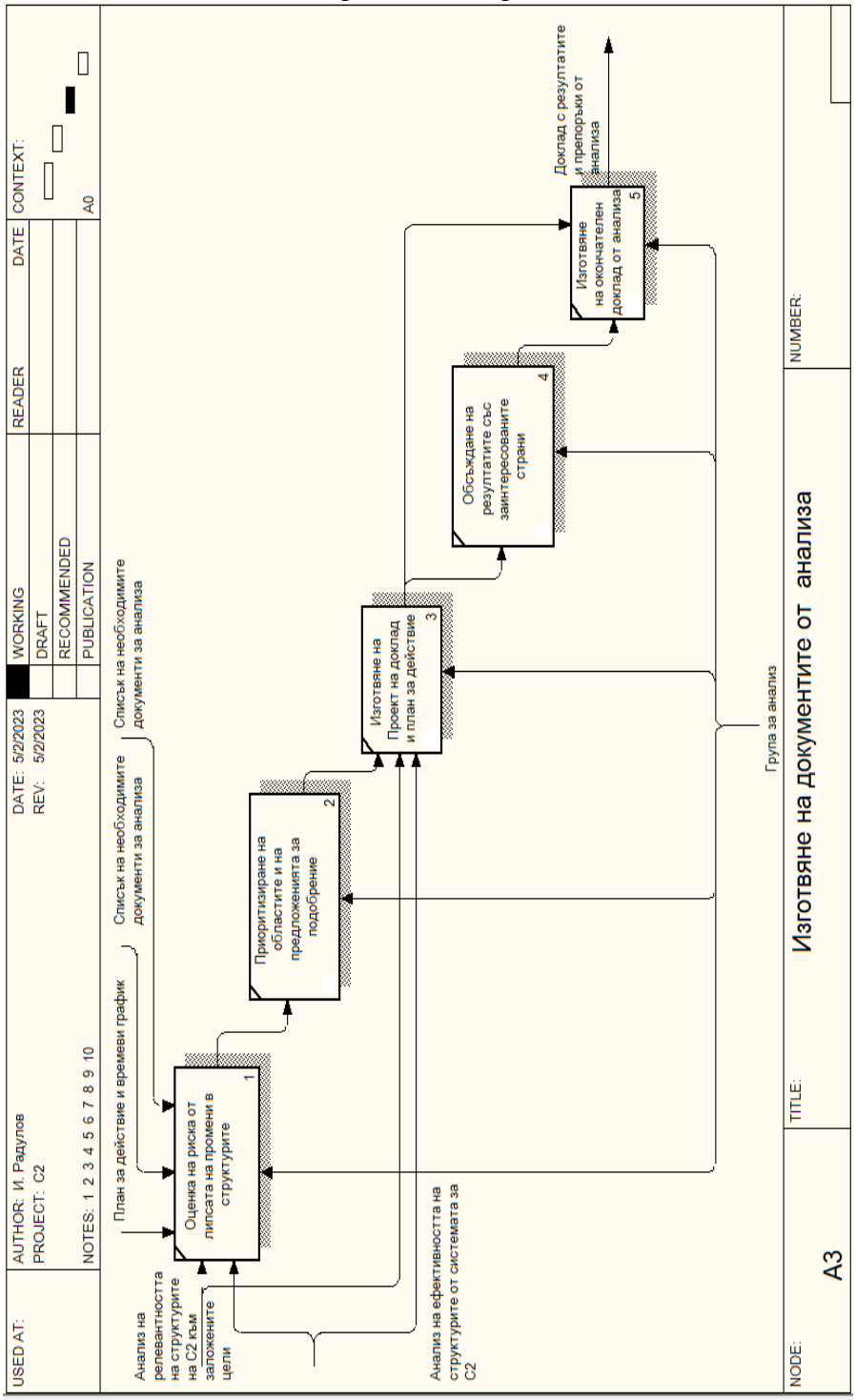
Най-често използваните мерки са свързани с измерването на:

- производителността (Measure of Performance (MOPs)): мярка за производителност на подсистемите в системата за C2 (техническо ниво). MOP са независими от сценария;
- ефективността (Measure of Effectiveness (MOEs)): Мярка за това е как системата за C2 изпълнява една или повече от функциите си в работна среда. MOEs измерва ефекта на системата за C2 върху други обекти на бойното поле и зависи от сценариите;
- ефективността на силите (Measure of Effectiveness (MOFEs)): Мярка за степента на успех на мисията (на оперативно ниво). MOFEs зависят от сценария;
- ефективността на политиките (Measure of Policy Effectiveness (MOPEs)). Мярка, която измерва колко добре се изпълняват целите на политиката.

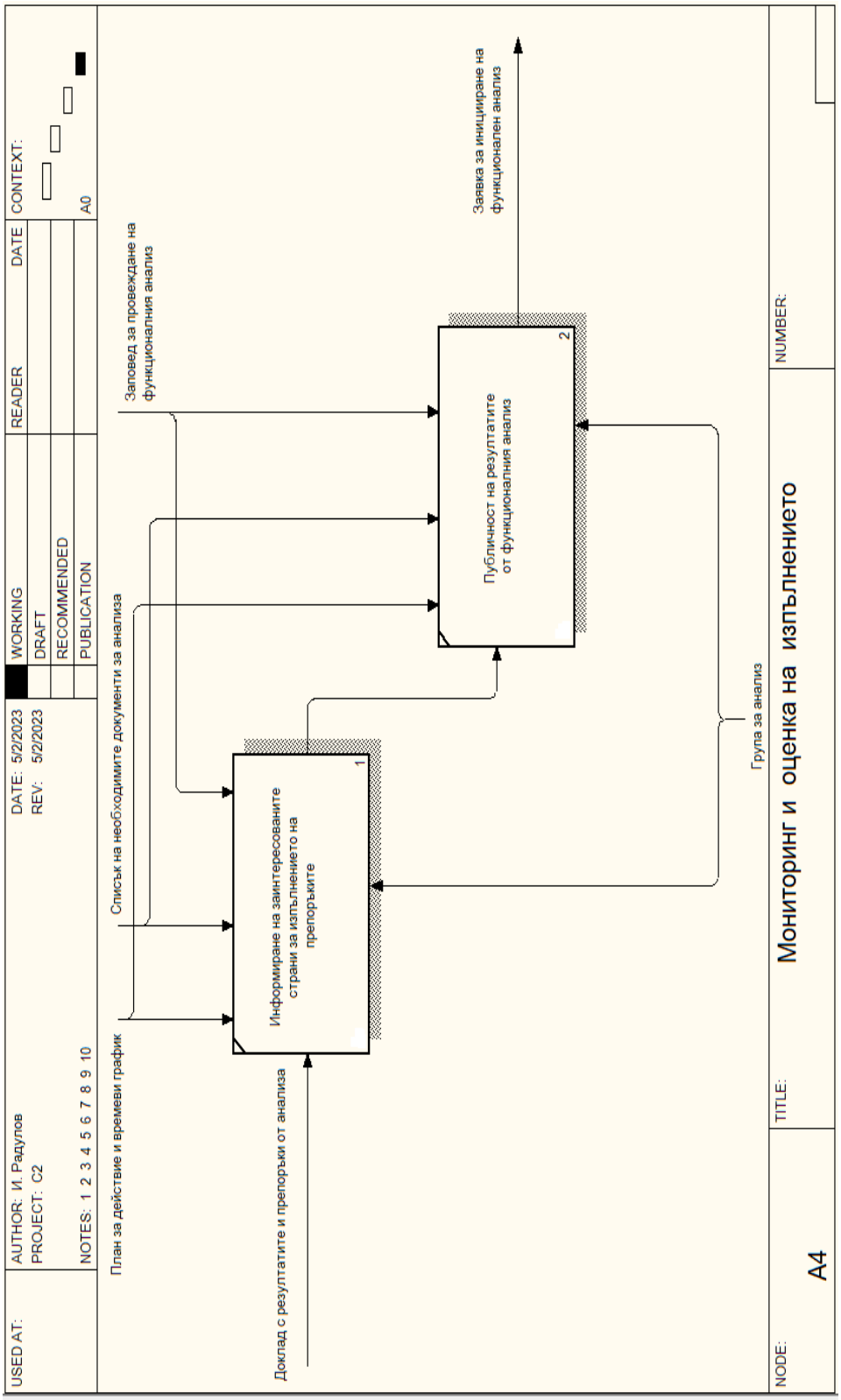
Чрез извършване на първоначален анализ на чувствителността на референтната система за C2 е възможно да се определи кои части (подсистеми) допринасят най-значителна степен за повишаване на общата ефективност. Ефективността на тези подсистеми се измерва чрез MOPs. По този начин тази процедура гарантира, че изведените MOPs имат пряко въздействие върху MOEs. Процедурата също така позволява идентифициране на изискванията към подсистемите.

2.1.3. Изготвяне на документи от анализа

Крайният продукт от етапа е доклад с резултатите и препоръки от анализа на системата за C2 (Фиг. 4.). Докладът включва резултатите от анализа на способностите за: планиране, командване и управление; организиране на осигуряването и поддръжката на подчинените сили; взаимодействие със старшата инстанция и подчинените сили; адекватност на структурата на системата за C2 (вкл. личен състав, разузнаване, операции, логистика, планиране, КИС, подготовка, финанси, гражданско-военно сътрудничество); използване на тактики, ориентирани към мисията; планиране и способност за вземане на решения и др.



Фигура 4. Изготвяне на документи от анализа (A3)



Фигура 5. Мониторинг и оценка на изпълнението (A4)

Мерките за подобряване на идентифицираните недостатъци и дефицити в системата може да включват:

• План за оптимизиране на функциите и организационното структуриране на командната структура чрез извеждане на нетипични функции, премахване на излишни и дублиращи се фун-

кции, закриване и/или преструктуриране на елементи от структурата, по-добро разпределение и по-прецизно дефиниране на функциите;

- Дейности за подобряване на ефективността на командната структура;
- Прецизиране на формулировките на мисията и визията на системата за С2, подобряване формулировката на целите на С2 и на нейните структури;
- План за подобряване на ефикасността и икономичността – прецизиране на показателите за измерване на постигнатите резултати, използваните ресурси и съотношенията между тях, определяне на възможности за по-икономично използване на ресурсите (финансови и човешки) и за подобряване на резултатите от дейността.

2.1.4. Мониторинг и оценка на изпълнението

За постигане на желаната ефективност на процеса за управление на промяната се изискват текущо и периодично наблюдение (мониторинг) и докладване на резултатите от прилагането на препоръките и мерките от анализа, както и на идентифицираните рискове от предприетите или непредприетите действия по прилагането им. При възникване на промени в средата може да се инициира ново изследване за актуализиране на системата за командване и управление. Това става чрез заявка за инициране на функционален анализ (Фиг. 5).

Заключение

Проучванията показват, че близо 70% от организационните промени завършват с резултати, различни от очакваните, изразени най-често в прекомерно надхвърляне на планирания бюджет за трансформация, трудности при въвеждането на новите регулации, ниска възвръщаемост на инвестициите при въвеждането на нови технологии и системи, недобра идентификация на „тесните места" на системно ниво, а оттам и не доброто позициониране на служителите в структурите и т.н. Всички тези фактори могат допълнително да влошат състоянието на системите за С2 след промените и дори могат да са причина за прекъсването на ключови процеси и дейности в нея. За да се избегнат подобни негативни ефекти е целесъобразно да бъдат използвани възможностите на доказан подход за определяне на ефективните организационни алтернативи. Това именно е демонстрирано в настоящата статия. Примерът най-общо представя подход за обоснован избор на усъвършенствани организационни решения в рамките на изследваната ефективност на системите за командване и управление. Примерът е доказателство за приложимостта на предложения подход към тази специфична област на мениджмънта. Той има универсален характер и може да намери приложение не само в отбраната, но и в другите организации от публичния сектор.

Литература:

1. „Единна методология за провеждане на функционален анализ в държавната администрация", договор № 57/17.05.2008 г. с Министерството на държавната администрация и административната реформа (МДААР) за изпълнението на проект „Разработване и прилагане на Единна методология за функционален анализ на административните структури", осъществен с финансовата подкрепа на Оперативна програма „Административен капацитет", съфинансирана от Европейския съюз чрез Европейския социален фонд.
2. Ръководството за планиране на отбраната, базирано на способности, въведено със Заповед на министъра на отбраната № ОХ-323/29.03.2019 г.

COUNTERBATTERY COMBAT IN MODERN OPERATIONS

Veliko P. Petrov

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems,
National Military University, Shumen, Bulgaria, veliko_pp@abv.bg

***Abstract**: One of the most important tasks of our artillery is to fight the enemy's artillery. The counter-battery fight is assigned the primary task of immediately striking the artillery batteries and other important (primary) targets of the enemy, related to their fire activity, at a considerable depth in a short time and under all conditions of the situation. Therefore, it can be said that ground artillery should be ready to rapidly concentrate anticipatory counter-battery fire in the designated area of responsibility on each threatened direction. An important role in increasing the firepower of artillery is played by the creation and introduction of weapons of modern automated command and control systems (ASCU), which unite in a common framework the means of reconnaissance and defeat and significantly reduce the time of the "detect-defeat" cycle.*

***Key words** counterbattery combat, operations, automated command and control systems*

КОНТРАБАТАРЕЙНАТА БОРБА В СЪВРЕМЕННИТЕ ОПЕРАЦИИ

Велико П. Петров

Опитът от локалните войни и въоръжените конфликти през последните двадесет години показва, че независимо от условията за възникване на въоръжените конфликти, определящо значение за изхода им има успешното огнево противодействие. Огневото противоборство може да бъде с различна продължителност, но във всички случаи решаваща роля за изхода от такъв конфликт в наши условия, ще играе артилерията, т.е. успехът на огневата поддръжка ще бъде пряко свързан с нейния евентуален успех в противоборството с артилерията на противника, т.е. в контрабатарейната борба[17].

Контрабатарейната борба (КББ) се състои в изпълнение на планови или непланови задачи по цялата дълбочина на противника, с цел поразяване на неговите средства за огнева поддръжка. Тя включва:

поразяване на средствата за масово поразяване и земните елементи на високоточните оръжия на противника;

поразяване на батареите от нарезната, реактивната артилерия и минохвъргачките на противника;

поразяване на пунктовете за командване и управление на артилерийските, реактивните и минохвъргачните батареи и дивизиони на противника;

[17] Иван А. Гюргаков, Учебник „Огнево превъзходство в операциите“, София 2010 г., стр. 75.

поразяване на средствата за разузнаване на артилерията от типа на: групи предни наблюдатели, батареи и взводове за звуково разузнаване, радиолокационни станции за разузнаване на земни цели и за управление огъня на артилерията;

артилерийските формирования в райони за съсредоточаване и при марш;

складовете за артилерийски бойни припаси.

В съвременните армии се заделят много средства за развитието и усъвършенстването на артилерията в количествено и качествено отношение. Поразяването на батареите на противника (артилерийски, реактивни, минохвърлачни и зенитни) е една от основните задачи на полевата артилерия в съвременните операции. Опитът от войните, от ученията с войски през последните години, а така също и резултатите от математическото моделиране на бойните действия показват, че не е възможно да се разчита на успех в боя без надеждно поразяване на противниковата артилерия, основа на която са самоходните 155 (152) mm артилерийски системи и съвременните реактивни системи за залпов огън (РСЗО). За тях са разработени или се разработват нови боеприпаси, като касетъчни, самонасочващи се и боеприпаси с повишена мощност, притежаващи големи поразяващи възможности. Като правило батареите на противника (особено РСЗО) имат високи стойности на бойните потенциали, което налага те винаги да се търсят на бойното поле и да се поразяват приоритетно от собствената артилерия.

Артилерията в Европа се използва на бойното поле от около 13-ти век, но в продължение на много векове тя не е играела решаваща роля във войните. Едва с началото на войните на двадесети век огънят на артилерията стана основен фактор. Борбата с артилерията на противника стана една от ключовите задачи и има огромно значение за постигане на успех в съвременната война. Въпросът за постигане на огнево превъзходство над противника възниква като необходимост от поразяване на противниковата артилерия още с нейното появяване като род войска от сухопътните войски.

Така още през XIX век и в началото на XX век в редица публикации се използват понятия като: „действия на групата батареи в артилерийския бой", „артилерийски дуел" като начало на решаване на задачите от пехотата, говори се за създаване на група за борба с неприятелската артилерия (контрабатарея – група оръдия с голяма скорострелност). В същия период се използва и понятието „артилерийска борба"18.

В „Правилника за обучение и действие на артилерията", издаден през 20-те години на миналия век в Българската армия в точка 11 на част III „Артилерията в боя" се посочва, че „артилерията трябва да превъзхожда в огъня, да неутрализира и да разрушава неприятелската артилерия".

През първата световна война в армиите на воюващите страни контрабатарейната борба се считаше за една от най-главните задачи на артилерията и за нейното успешно водене се създаваха специални артилерийски групи. Голям размах във всички армии получи контрабатарейната борба в хода на втората световна война. Във военната ни история от участието на българската артилерия във войните се разглеждат много случаи при които тя е допринасяла за постигане на огнево превъзходство над противника, като е водила успешна борба с противостоящата противникова артилерия и е нанасяла на същата значителни загуби. Това се дължи на факта, че нашата артилерия традиционно е превъзхождала артилерията на противника, както технически, така и тактически. Наличието на съвременна артилерия в Република България представлява въпрос на национално достойнство, на традиции и историческа памет.

В съвременни условия значението на борбата с артилерията на противника значително нараства поради следните фактори:

– увеличаване на общия брой на артилерийските, минохвърлачните и зенитни батареи на противника;

---

18 Публикации в руския военен печат в Санкт Петербург, издавани под редакцията на генерал-майор Ермолаев.

– нарастване на относителния дял на самоходните артилерийски и минохвъргачни батареи, а така също и на батареите реактивни системи за залпов огън (РСЗО) и батареите зенитни управляеми ракети (ЗУР) с автономна система за насочване;

– увеличаване количеството на артилерийските и реактивни батареи, снабдени с автоматизирана система за командване и управление (АСКУ);

– повишаване възможностите на артилерийските, минохвъргачните и реактивните батареи на противника за използване на касетъчни и високоточни боеприпаси;

– настъпиха съществени изменения в бойното използване на артилерийските подразделения и групи.

Една от най-важните задачи на нашата артилерия е борбата с артилерията на противника. На контрабатарейната борба се възлага първостепенната задача за незабавното поразяване на артилерийските батареи и други, свързани с тяхната огнева дейност важни (първостепенни) цели на противника, на значителна дълбочина в кратки срокове и при всякакви условия на обстановката. Ето защо може да се каже, че артилерията от състава на сухопътните войски следва да бъде в готовност бързо да съсредоточава изпреварващия си контрабатареен огън в определената зона за отговорност на всяко от застрашените направления.

Високата маневреност и далекобойност позволяват артилерията на сухопътните ни войски да бъде в състояние да поддържа боя на маневрените формирования. Извеждането на борбата с артилерията на противника като една от най-важните задачи на нашата артилерия налага от нейния състав да се сформират боеготови комплекси за контрабатарейна борба (КББ), чиито основни компоненти са подсистемите за разузнаване, за поразяване, за управление, за осигуряване и електронна борба. На тези комплекси следва да се възлага постоянната и неизменна задача за незабавното поразяване на артилерийските батареи и други, свързани с тяхната огнева дейност важни (първостепенни) цели на противника, на значителна дълбочина и в кратки срокове. Този комплекс трябва да бъде винаги в готовност бързо да съсредоточава изпреварващия си контрабатареен огън в определената зона за отговорност на всяко от застрашените направления.

Опитът от локалните войни показва, че се повишава ролята на огневата поддръжка за разгрома на противника и постигане целите на войната. Огневата поддръжка се води с цел да се нанесат загуби на противника и се подкопаят неговите възможности да води бойни действия.

Съвместната огнева поддръжка представлява главно съдържание на бойното използване на огневите и ударните средства при поразяване на противниковите групировки и цели. Тя е една от основните бойни функции и представлява прилагане на огнева мощ чрез ударите и огньовете със смъртоносен и несмъртоносен ефект на огневите и ударните средства на сухопътния, военновъздушния, военноморския и за специални операции компонент, координирана с маневрените формирования от състава на съвместните оперативни сили с цел унищожаване, неутрализиране и подавяне на противниковите цели и групировки19. Основно средство за огнева поддръжка в Българската армия е полевата артилерия.

Основната цел на съвместната огневата поддръжка е завоюване и удържане на огневото превъзходство над противника на направленията на нанасяните удари с войски, дезорганизиране на системата за командване и управление на войските и оръжията, нанасяне на решително поразяване на групировките в направление на ударите и непрекъсната поддръжка на настъпващите войски.

От участието на артилерията във въоръжените конфликти през последните години, които се водиха с обикновени средства за поразяване се изпълняваха разнообразни задачи по огневото поразяване и се използваха всички видове огън. Особено място сред задачите, които се изпълняваха от артилерията във въоръжените конфликти, заемаше борбата за завоюване на огнево превъзходство над противника. Завоюването и удържането на огневото превъзходство над против-

19 С. Евлогиев и авторски колектив, пособие „Планиране и координиране на съвместната огнева поддръжка", Шумен 2016 г стр. 8

ника се заключава в непрекъснато поразяване (унищожаване, неутрализиране или подавяне) на неговите огневи средства с голяма ефективност, при което той загубва възможността да въздейства по нашите войски.

Полевата артилерия е основно и най-мощно средство за огнева поддръжка на маневрените формирования в операциите. На нея се възлагат различни по характер и обем огневи задачи по поразяване на противника. Тя е способна в кратко време, на значителни отдалечения от линията за съприкосновение да поразява разнообразни цели: бронирани и небронирани цели; жива сила на открито и в укрития; цели разположени на бойна позиция или в движение; пунктове за командване и управление на подразделения, части и съединения на противника и други цели20.

Да поразиш цел на противника с каквото и да е артилерийско оръдие е необходимо:

- откриването на целта на местността и нейното идентифициране (разузнаване);
- определяне на разстоянието до целта, спрямо оръдието и установяване дали целта се намира в зоната на досегаемост на огъня;
- отчитат се условията, влияещи върху точността на стрелбата и определяне на установките за стрелба;
- поставяне на задачата на разчета на оръдието;
- насочване на оръдието в целта, подготовка му за изстрел и произвеждане на изстрел;
- определяне на отклонението (положението на точката на падане) на снаряда спрямо целта;
- поправяне на установките (въвеждане на корекции);
- произвеждане на още един изстрел;
- установяване на факта за поразяване на целта и вземете решение за завършване на стрелбата или нейното продължаване.

Понастоящем има условия за автоматизиране на повечето от горните процеси, повишаване на точността на изчислителната работа и намаляване на времето, необходимо за тяхното изпълнение. Това доведе до качествена промяна в артилерията. Повишиха се маневреността и скорострелността на артилерийските системи. Огневи подразделения получиха възможност да действат по маневрено-огнева схема, включваща: заемане на ОП и подготовка за стрелба, водене на огън с максимална скорострелност за 1-2 минути, напускане на ОП (извършване на противоогневи маньовър) и заема друга ОП (или укритие). В същото време общото време на престоя на батерията на ОП от момента на първия изстрел до напускането му не надвишава 3-5 минути.

Проблемите по същността на контрабатарейната борба са свързани преди всичко с изясняване на това какво представляват такива форми на огнева поддръжка като огневото сражение, огневият бой, дистанционният разгром на противника, огневата контраподготовка и контрабатарейната борба.

За първи път понятията „огнево сражение" и „огневи бой" започват да се използват във военната теория след края на войната в Персийския залив-1991 г. Огневата контраподготовка е известна от годините на Втората световна война, а дистанционният разгром на противника започна да намира място във военната теория и практика през последните 10-15 г., когато започна да се обръща по-голямо внимание на проблема за търсене на пътища в огневата поддръжка, които да доведат до значително намаляване на загубите от собствените войски. Огневото сражение, огневият бой и дистанционният разгром на противника намират приложение като форми на огнева поддръжка през последните 15-20 г. и са свързани със значително намаляване на загубите за собствените войски и даване на приоритет при воденето на операциите на непреките бойни действия.

Огневото сражение и огневият бой се смятат като огнево противоборство, в което при еднотипни и еднакви по брой огневи средства, решаваща роля за постигане на огнево превъзходство се дава на личния състав. Това означава той да може да владее техниката до съвършенство, за да поразява целите с първия изстрел, с първото захождане, с първия огневи налет.

---

20 В. Петров и авторски колектив, пособие „Тактика на полевата артилерия" - Част I, Шумен 2016 г., стр. 74.

В съдържанието на огневото сражение и в огневия бой намира своето място и контрабатарейната борба. Тя представлява комплекс от мероприятия за поразяване на артилерийската групировка, разузнавателните средства които я обслужват, системата за управление на артилерийския огън и пунктовете (центровете) за управление на артилерията. Контрабатарейната борба се провежда непрекъснато по целия фронт на водене на бойните действия. Тя може да се планира и провежда както при водене на настъпателни, така и при отбранителни бойни действия.

Понастоящем контрабатарейната борба се планира и провежда като активна и превантивна. За превантивната контрабатарейната борба е характерно, че артилерийските средства на противника се поразяват преди началото на бойните действия. Успехът при нея зависи от способността да се използва пълноценно наличният комплект от разузнавателни средства и бързо да се обработва непрекъснато постъпващата информация и адекватно да се реагира на нея. При активната контрабатарейната борба артилерийските средства на противника се поразяват с началото на тяхната огнева дейност. Препоръчва се да се води тогава, когато се разполага с по-малко време за изпълнение на задачата или с по-малко разузнавателни средства21.

Във войната в Персийския залив контрабатарейната борба е била организирана в армейските корпуси, а за нейното водене са създадени комплекси за контрабатарейна борба. Елементите на тези комплекси функционално и информационно се съчетават с автоматизираната система за управление огъня на полевата артилерия „Такфайър". Тези елементи са:

- комплекс за разузнаване на основата на РЛС AN/TPQ 36 и AN/TPQ 37, които са многофункционални, определят координатите на стрелящите батареи с висока точност (до 25 m) и имат надеждна защита от радиоелектронните смущения. Тези радиолокационни станции определят координатите на стрелящата батарея за 15 сек., а 22 сек. след първият изстрел предават данните в центъра за управление на огъня;
- средства за поразяване – батарея РСЗО MLRS, дивизион с 203,2 mm самоходни гаубици M110A2 и дивизион с 155-mm самоходни гаубици M109A2. Тези средства са с голяма далекобойност (35 km за MLRS и 20-25 km за самоходните артилерийски дивизиони) и осигуряват висока плътност на огъня за кратко време. Батареите РСЗО MLRS използват ракети тип M 77 в които има 644 кумулативно-осколъчни бойни елементи с бронепробиваемост до 40 mm. Със залп от една пускова установка (12 ракети) от този тип се разхвърлят 7728 елемента на площ от 2,5 ha. Нарезната артилерия използва осколъчно-фугасни снаряди с взриватели на ударно или дистанционно действие.

Американското командване по време на войната в Персийския залив отдели сериозно внимание на организирането и воденето на контрабатарейна борба (фиг. 1.), която се разглежда като съставна част от борбата за огнево превъзходство и нейната задача е да се поразяват огневите средства на противника (артилерия и РСЗО). Счита се, че след нанесено поражение върху противниковата артилерийска групировка, ще се осигури количествено и качествено превъзходство на собствената артилерия.

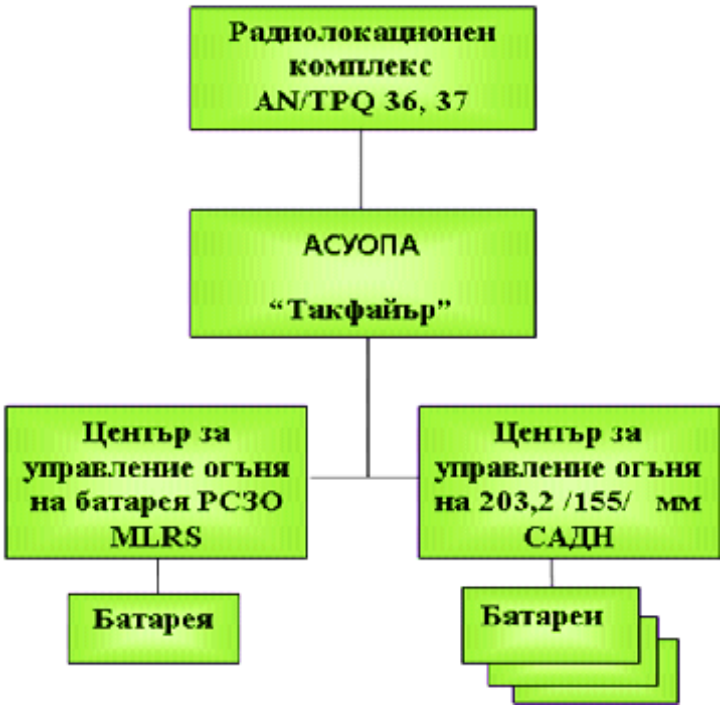
В сухопътния компонент следва да се формира комплекс за контрабатарейна борба от артилерията за обща поддръжка. Създаването на тези комплекси за контрабатарейна борба реши значително голям обем от задачи, но задължително в него трябва да има и съвременни радиолокационни станции и други средства за разузнаване на по-голяма дълбочина.

Възприетите способи за водене на контрабатарейната борба определят реда за въздействие по всички елементи от групировките и бойния ред на артилерията (командни пунктове, огневи позиции, позиции на подразделенията за артилерийско-техническо разузнаване, радиолокационни станции), както и последователността за изпълнение на задачите за огневото им поразяване и радиоелектронно подавяне.

С увеличаване мобилността и броневата защитата на артилерията на противника, условия-

[21] Иван А. Гюргаков, Учебник „Огнево превъзходство в операциите", София 2010 г., стр. 77.

та за борба с нея непрекъснато се усложняват и изпълнението на задачите за нейното огнево поразяване стават все по-трудни. За най-ефективна може да се приеме борбата с артилерийските батареи развърнати на огневи позиции, тъй като това ги елиминира от ефективно участие в огневото противоборство.



Фигура 1. Комплекс за контрабатарейна борба създаден и използван по време на войната в Персийския залив 1991 г.

Поразяването на пунктовете за командване и управление, свързочните възли и средствата за разузнаване ги прави само временно небоеспособни. По време на войната в залива, комплексите за контрабатарейна борба успяват да открият огън (след засичане на стрелящата батарея) преди разрива на снарядите на засечената батарея. Това се дължи на високата автоматизация на процесите за определяне на данните за стрелба. Това показва, че борбата за изпреварване в откриването на огъня ще се води не за минути, а за секунди, защото съкращаването на времето за престой на артилерийските подразделения на огневи позиции ще повиши тяхната устойчивост на бойното поле в най-голяма степен, за сметка на предварителното им инженерно оборудване или използване на естествени укрития на местността.

Успешното водене на контрабатарейната борба, по-голямата точност на изпреварващия огън, по-високата ефективност от поразяването на противниковата артилерия, развърната на огневи позиции, зависи в решаваща степен от времето за изпреварващи действия при огнево въздействие по противниковите огневи средства, от възможностите за изпълнение на кратки и мощни огневи налети и провеждането на защитни мероприятия за собствената артилерия.

За успешно водене на контрабатарейната борба е необходимо да се предостави голяма самостоятелност на командирите на артилерийските формирования.

Някои от руските военни специалисти предлагат да се създават еднофункционални разузнавателно-огневи и разузнавателно-ударни комплекси с постоянен състав и предназначение за поразяване на стрелящите артилерийски батареи на противника. Те трябва да се комбинират с различни средства за огнева поддръжка на различни равнища, което ще позволи да се постигне достатъчна универсалност на построението им в зависимост от условията на обстановката и изпълняваните задачи.

Друга част от военните специалисти, обаче са на мнение, че създаването на комплекси за изпълнение на специфични задачи на бойното поле ни връща към остарели способи за планира-

не и управление на огневата поддръжка, т.е връщане към обектовия метод за планиране, което може да създаде редица неудобства при управлението на огневата поддръжка и в частност контрабатарейната борба. В много случаи такива комплекси ще бъдат неефективни и поради невъзможността им да изпълняват разнообразни задачи на бойното поле, т.е. такива комплекси няма да бъдат универсални в бойното си използване в общата система на огневата поддръжка. Ето защо такива комплекси могат да се създават като временно обединение на огневи, разузнавателни и управленски структури под общо командване и управление и за изпълнение на особено важни задачи от режим на дежурство. По този начин те ще бъдат в състояние да изпълняват всякакви огневи задачи на бойното поле в системата на огневата поддръжка.

Изхождайки от факта, че собствената артилерия ще има основен дял в огневата поддръжка, може да се каже, че в съвременните операции тя се превръща в първостепенна цел за поразяване от страна на противника. Уязвимостта и се увеличава поради невъзможността за пълно инженерно оборудване, нарасналите възможности за разкриване, при извършване на маньовър и воденето на огън. Това налага при планиране на огневата поддръжка, да се провеждат и мероприятия по надеждно прикриване на районите за използване на дивизионите, на маршрутите за маньовър и районите за съсредоточаване. Тяхната защитеност може значително да се повиши чрез провеждане на целенасочени маскировъчни и имитационни мероприятия. Важно условие за повишаване на устойчивостта на артилерийските подразделения е разсредоточеното им разполагане на огневи позиции и максимално пълно използване на бойната мощ на всяка батарея и дивизион.

Важна роля за повишаването на огневата мощ на артилерията има създаването и въвеждането на въоръжение на съвременни автоматизирани системи за командване и управление (АСКУ), които обединяват в общи рамки средствата за разузнаване и поразяване и значително намаляват времето на цикъла „разкрий-порази".

Процесът на избора на цели, сили и средства, време и способи за въздействие (TARGETING) с полевата артилерия се основава на четири функции, които обхващат етапите на планирането и изпълнението на огъня и те са: избор, разкриване, поразяване и оценка на въздействието.

За да бъде ефективна контрабатарейната борба, следва да се познават основните характеристики на целите на бойното поле. Тези характеристики трябва да се отчитат при определяне на необходимите сили и средства от артилерията за тяхното поразяване и по-важните от тях са:

- степен на защитеност на целите на противника;
- понесени от противника загуби към момента на огневото въздействие;
- време за тяхното престояване на бойна (стартова, огнева) позиция при изпълнение на бойна задача;
- размери и отдалечение на целите от предния край на собствените войски, фронт и дълбочина на бойният им ред;
- количество на отделните цели в състава на груповата цел на противника.

Средствата за масово поразяване и земните елементи на високоточните оръжия на противника са цели с първостепенна важност на бойното поле. Те са особено важни за противниковия командир, от тяхното успешно използване в огневата поддръжка зависи огневата мощ на противниковата групировка. Тези цели се намират на значително отдалечение от линията на съприкосновение, разполагат се на значителна площ, могат да използват високоточни боеприпаси и да извършват бърз маньовър на бойното поле. Такива цели са: далекобойни батареи 203 mm, 155 mm, 152 mm, 130 mm, батареи MLRS и подобни на тях реактивни батареи и центровете за управление на техния огън.

При планиране на изпреварващият артилерийски огън по тези цели се предвижда те да бъдат поразявани като групови цели или всяко оръдие, гаубица или реактивна система да се поразява като отделна цел. Последното ще изисква обаче привличане на по-голямо количество арти-

лерийски батареи и дивизиони. Тази задача следва да се планира приоритетно за артилерията за обща поддръжка или за реактивната артилерия. Най-често такива цели се поразяват от режим на дежурство, незабавно с тяхното разкриване.

Съвременното развитие на артилерията в модерните армии е насочено най-вече към повишаване мобилността на артилерийските системи, точността на стрелбата, а също и към увеличаване на далекобойността и поразяващото действие на снарядите. На въоръжение постъпват нови образци гаубици, оръдия, реактивни системи за залпов огън и минохвъргачки.

Нарезната и реактивната артилерия и минохвъргачките на противника са цели на бойното поле от типа на дивизион, батарея или взвод.

В зависимост от артилерийските системи, с които са въоръжени, батареите могат да бъдат: оръдейни, гаубични, реактивни, минохвъргачни и зенитно-артилерийски. Според начина не придвижване на бойното поле, те са: самоходни и буксирни. Самоходните от своя страна биват бронирани и небронирани.

Самоходните бронирани системи най-често се използват в групите за непосредствена поддръжка, а небронираните в групите за обща поддръжка. Самоходните минохвъргачки обикновено са устроени на универсална бронебаза и се отличават от гаубиците и оръдията както по габарити, така и по уязвимост, и следва да се разглеждат като отделна група (вид). За намаляване теглото на самоходните оръдия от по-голям калибър артилерийската част е поставена открито на самоходни шасита. Освен това бронята на самоходните бронирани оръдия и минохвъргачки е изготвена от алуминиеви сплави.

По правило за самоходните системи се използват естествени укрития – оврази, канавки, напоителни канали, малки прикриващи хребети и др. За тях могат да се оборудват и използват различни окопи. Размерите на окопите са такива, че осигуряват стрелба при най-малките ъгли на възвишение и свободното влизане и излизане на оръдието от укритието. Следва да се има предвид, че самоходните системи от голям калибър имат като правило ограничен сектор на обстрелване без преместване на цялото оръдие. Затова в повечето случаи окопи за тези оръдия не се оборудват. Дълбочината на окопа осигурява укриване предимно на ходовата част и долната част на корпуса на самоходното оръдие (минохвъргачка). Следователно, уязвимостта на самоходните оръдия не е в пряка зависимост от това, дали са в окопи или на открито, особено що се отнася до бронираните оръдия. Тази особеност трябва да се отчита при поразяването им с необходимия разход на снаряди.

Наред със самоходните оръдия и минохвъргачки, се използват и буксирни, особено на местност с трудно проходим релеф. Характерното за тях е, че огневите им позиции като правило са много добре оборудвани в инженерно отношение, което затруднява разузнаването им и повишава устойчивостта им спрямо поразяващото действие на артилерийските снаряди.

В повечето съвременни армии основна тактическа и огнева единица на артилерията е дивизионът. Като правило той се състои от щаб, щабна батарея и три огневи батареи, като всяка от огневите батареи има по 4-6-8 оръдия.

Районът за използване на дивизиона обикновено включва:

- тактически оперативен център;
- райони за огневи позиции на всяка огнева батарея;
- район за разполагане на логистичните подразделения.

Освен основен се избират един или няколко запасни района за използване.

Районите за използване на дивизионите при настъпление като правило се оборудват на отдалечение 4-6-8 km и повече от линията на съприкосновение. При отбрана това отдалечение е по-голямо с 1-2 km. Районите за огневи позиции на батареите от дивизиона се оборудват на отдалечение една от друга обикновено на разстояние до 3 km. При наличие на време се оборудват окопи.

Минохвъргачните батареи заемат райони за огневи позиции близо до бойните редове на

своите батальони, но не по-далече от 1-2 km от линията на съприкосновение.

Със започване на настъплението те се намират в бойните редове на маневрените подразделения, като огневите позиции се сменят по взводно и по секции, а при висок темп за настъпление – и по отделения. Откъсване на пехотата на повече от 1000-1500 m не се допуска.

Като правило при контрабатарейната борба се определят особено важните елементи от артилерийската групировка, с поразяването на която се постига целта на контрабатарейната борба. Такива цели за поразяване са:

- огневите подразделения, разположени на огневи позиции;
- радиолокационните станции, осигуряващи разузнаване на целите и коригиране на огъня;
- наблюдателните пунктове, предните артилерийски наблюдателни групите, батареите и взводовете за звуково разузнаване;
- пунктовете за управление на бойните действия на артилерията;
- артилерийските батареи в райони за съсредоточаване и при марш;
- складове за артилерийски бойни припаси.

Най-голяма ефективност на поразяването се постига чрез стрелба по артилерийските батерии (взводове)22 или отделните пускови установки, развърнати на огневи позиции, тъй като в този случай едновременно с нанасянето на загуби на личния състав се поразяват самите артилерийски системи и се изпълнява важната задача на огневото поразяване и на контрабатарейната борба като цяло.

Разположените на огнева позиция батареи и взводове представляват групови цели, а отделно разположените на значително отдалечение едно от друго огневи средства – отделна цел. Оръдията, минохвургачките и реактивните установки на батареята може да се разполагат в една линия, във вид на определена фигура (ромб, вълнообразно, кръг, трапец и др.), по взводове или разсредоточено. Ако е известно местоположението на всички оръдия, то координатите на центъра, както и фронтът и дълбочината на батареята (взвода) се определят по наличните разузнавателни данни.

При нелинейно разполагане на оръдията на огнева позиция фронта на целта намалява, а дълбочината се увеличава.

За разсредоточено разполагане на огневи позиции на по-голяма от посочената площ може да се съди само тогава, когато е известно положението на местността на всички или на по-голямата част от оръдията на батареята (взвода). В този случай да се обстрелва цялата площ, която заемат огневите взводове (взводът) е нецелесъобразно, поради големия разход на снаряди и не винаги е постижимо от огневите възможности на привличаните за стрелба артилерийски подразделения. Затова в този случай е целесъобразно огънят да се води по групи от две или повече близко разположени оръдия, като те се приемат за взвод.

При изпълнението на огневи задачи самоходните артилерийски (минохвургачни) батареи изпълняват не повече от 1-2 огневи задачи от една огнева позиция, след което се преместват на нови предварително подготвени огневи позиции, което осигурява бързото откриване на огън. Небронираните батареи се оборудват в инженерно отношение, а бронираните обикновено оборудват само основната огнева позиция.

Буксирните батареи също следва да изпълняват не повече от 2-3 огневи задачи от една огнева позиция и за да се намали уязвимостта на оръдието и разчета, като правило за тях се оборудват окопи.

Батареите реактивни системи за залпов огън заемат огневи позиции, изпълняват огневата задача (извършват залп) и веднага напускат позицията, като заемат очаквателна или друга огне-

[22] Казаното за артилерийска батерия (взвод), се отнасят също и за реактивна, минохвургачна, противотанкова и зенитна батарея (взвод).

ва позиция.

Пунктовете за командване и управление на артилерийските, реактивните и минохвърграчните батареи и дивизиони на противника имат важно значение за функционирането на огневата система. Ето защо тяхното поразяване е пряко свързано с решаването на задачите в контрабатарейната борба. По своя характер на действие и разполагане на бойното поле те са групови цели с определени размери по фронта и в дълбочина.

Като цели за поразяване тук се явяват:

- тактическите оперативни центрове (ТОЦ) на артилерийските бригади, полкове и дивизиони и създаваните в тях секции: оперативна, разузнавателна и за управление на огъня и контрол;
- елементите за огнева поддръжка на маневрените формирования.

Като правило тактическите оперативни центрове се разполагат в районите за използване на командния пункт на артилерийските формирования. Те имат сравнително малки размери по фронта и в дълбочина и се поразяват най-вече с огъня на една или няколко артилерийски батареи, за кратко време и с висока плътност на огъня.

Елементите за огнева поддръжка са съставна част на центъра за координиране на огневата поддръжка на командния пункт на маневреното формирование и се поразяват с 1-2 артилерийски взвода или батарея за кратко време и с изстрелване на необходимите артилерийски снаряди за постигане на искания резултат от стрелбата.

Средствата за разузнаване, наблюдение и определяне местоположението на целите на артилерията също имат важно значение за ефективния и своевременен огън на противниковата артилерия. Ето защо те се включват в общата система на изпълнявани огневи задачи при контрабатарейната борба. Тези средства могат да се разделят на цели от типа на:

- ***артилерийски предни наблюдателни групи*** – те се разполагат в бойния ред на маневрените роти от първа линия на разстояние ***300-400 m*** от предния край на ротите. Най-често те представляват отделни цели и могат да се поразяват в общата система на поразяване на ротите или да се поразяват самостоятелно. Когато се поразяват като отделни цели за изпълнението на огневата задача се привлича до взвод;
- ***батареи и взводове за звуково разузнаване*** – те се разполагат линейно или при определена конфигурация на местността в близост до районите за огневи позиции на артилерията за обща поддръжка и най-вече обслужват тяхната стрелба и водят разузнаване в нейн интерес. Те представляват отделни цели и се поразяват по групи средства, разположени на значително отдалечение една от друга с привличане на ***1-2 оръдия*** за поразяване на всяка група;
- ***радиолокационни станции и радарите за разузнаване на земни цели и за управление огъня на артилерията*** – те могат да се обединят под общо име „радиоелектронни средства" (РЕС), като под това понятие се разбира радиоелектронни устройства, които се използват за радио и радиорелейна свръзка, радиотехническо и радиолокационно разузнаване и управление огъня на артилерията, както и такива за смущаване на съответните средства на противника. Те представляват отделни цели и се поразяват с взвод или батарея.

В съвременни условия, както показва опитът от локалните конфликти и ученията с войски, ефективността на разузнаването, както и надеждността в управлението на войските и оръжията основно зависят от устойчивото функциониране на радиоелектронните средства. Сриването или нарушаването на тяхната работа може да доведе до загубване или нарушаване на управлението на войските и оръжията.

Голяма част от разположените на бойното поле противникови РЕС се намира в зоната на далекобойността на артилерийския огън. Затова и артилерията е едно от основните средства за поразяването на тези цели.

Една от особеностите на бойното използване на РЕС се състои в това, че те притежават сложна конструкция, на която най-малките повреди на всеки елемент водят до изваждане от

строя на цялата система за определен интервал от време, а бойните разчети на радиоелектронните средства са висококвалифицирани, способни бързо да откриват причините за неизправността на системата (получена в резултат на обстрела) и да я отстраняват за кратко време непосредствено на позицията.

Ефективни в това отношение са мероприятията по внедряване на автоматизирани системи за командване и управление (АСКУ) за полевата артилерия и свързаните с тях организация и методи за работа на командирите и щабовете. При разработването на новите АСКУ на полевата артилерия особено значение се придава на все по-пълното съвместяване на тяхната работа със съществуващите и перспективните АСУ на войските на всички нива на управление.

Всяка система за управление от гледна точка на нейното функциониране решава следните основни задачи:

- ✓ – събиране и предаване на информация за управлявания обект;
- ✓ – преработване (обработване) на информацията;
- ✓ – предаване на управленското въздействие върху обекта за управление.

Вземат се постоянни мерки за повишаване на възможностите на полевата артилерия в КББ. Вследствие на взетите мерки, възможностите на средствата за огнево поразяване нараснат значително. Освен това, въвеждането на пълна механизация на трудоемките процеси в полевата артилерия, съкращава времето за престояване на ОП, а с това се намалява и вероятността за поразяване на батареите от противника.

През последните години най-динамично изменение претърпяха АСКУ. Качеството и възможностите на компютърната им основа претърпя бурно развитие. Благодарение на тях стана възможно практическото обединяване на функциите на средствата за НОМЦ, на огневите подразделения и на командването и управлението на артилерийския огън при изпълнение на огневите задачи.

В съвременни условия са разработени и внедрени различни АСКУ за полевата артилерия, като по-известните от тях са следните: ТАКФАЙЪР (TACFIRE) - САЩ; ФЕЙС (FACE) и БЕЙТС (BATES) - Англия; ИФАБ (IFAB), АДЛЕР (ADLER), АРЕС (ARES), АБАКУС - Германия; АТИЛА (ATILA) и АТЛАС РА (AJLAS LRM) - Франция; СЕПА (SEPA) и СЕДА (SEDA) - Италия УСПЕХ-Р; ВУЛКАН- С България и т.н.

Използването на АСКУ "Вулкан - С" в комплекса за КББ осигурява:

- ✓ автоматизиране на всички дейности, свързани със събирането, съхраняването, обработката, изобразяването и предаването на информацията за управление на артилерийските подразделения, което значително облекчава командирите при вземане и изпълнение на решението;
- ✓ съществено увеличаване на своевременността, точността и ефективността на артилерийския огън;
- ✓ повишаване на скритостта и надеждността на управлението;
- ✓ по-големи възможности за планиране и координиране на действията на артилерията спрямо тези на другите сили и средства, участващи в бойните действия;
- ✓ значително намаляване на възможностите за допускане на грешки от субективен характер.

Тя е универсална АСКУ на огъня на артилерийската група, дивизион и батарея. Универсалността на системата удовлетворява различните тактически и технологични изисквания, а именно:

- ✓ системата може да се използва и да функционира както в пълен състав, така и с част от своята структура;
- ✓ звената от системата /пунктовете и оръдията/ могат да се разполагат на местността в произволен боен ред;
- ✓ комплектът от технически средства на системата може да бъде монтиран на различни колесни или верижни машини, или да бъдат използвани без специално оборудвани машини за

управление на огъня.

АСКУ "Вулкан" осигурява неколкократно по-висока живучест на артилерийските формирования, тъй като всички пунктове за управление на огъня /КНП, НП, ЦУО/ са напълно взаимозаменяеми. Освен това, спомагателните пунктове могат да се свързват и взаимодействат с всички пунктове за управление. Задачите по огневото поразяване на целите могат да се изпълняват самостоятелно дори и от най-малките огневи формирования (батареите). Системата може да се конфигурира дори и при отпадането на части от нейните звена.

АСКУ "Вулкан" е базирана на географска информационна система (ГИС), като топографските карти се изобразяват на дисплеите на управляващите компютри. При това на тях се налага необходимата информация относно бойният ред, местоположението на целите, маньовъра и др. Всичко това повишава ефективността и удобството в работата, което съществено отличава „Вулкан" от другите системи от този клас.

В АСКУ се използва комплект от съвременни измервателни прибори с автоматичен цифров изход: транспортируеми и преносими лазерни далекомери, спътниковата навигационна система (GPS) и жироскопични навигационни прибори, прибори за измерване наклона на машините за управление, артилерийски жирокомпаси, доплерова система за измерване на началната скорост на снарядите и др.

Комуникационната система на АСКУ използва УКВ и КВ радиостанции и проводна свръзка. Апаратурата за предаване на данните осигурява шумоустойчиво кодиране и автоматичен обмен на цифрова информация между звената на системата. Осигурено е и предаване на гласова информация с приоритет на данните.

Възможностите на АСКУ „Вулкан" за поразяване на целите (обектите) на противника с отпуснат един боекомплект бойни припаси комплекса са:

- ✓ да неутрализира 3 батареи открито разположени бронирани самоходни гаубици /оръдия/ или 2 батареи укрити такива на ОП;
- ✓ да неутрализира 6 батареи открито разположени небронирани самоходни гаубици /оръдия/ или 2 батареи укрити такива на ОП;
- ✓ да неутрализира 8 батареи РСЗО открито разположени или 1-2 батареи укрити такива на ОП;
- ✓ да унищожи 1 батарея открито разположени бронирани самоходни гаубици /оръдия/ на ОП;
- ✓ да унищожи 2 батареи открито разположени небронирани самоходни гаубици /оръдия/ на ОП;
- ✓ да унищожи 3-4 открито разположени батареи на ОП;
- ✓ да неутрализира 2 КНП /ЦУО/ на артилерийски дивизион /група/;
- ✓ да неутрализира 6 радара на полевата артилерия.

Изводи:

1) Опитът от локалните войни и въоръжени конфликти през последните години показва устойчива тенденция за водене на въоръжената борба с по-малко човешки загуби. Това се дължи на нарастващата роля на артилерийския огън за унищожаването на противника, като делът на артилерията е около 65-70 % от общия обем на огневите задачи на огневите средства, участващи в операциите.

2) Артилерийските системи на въоръжение в Българската армия и наличните боеприпаси за тях могат да се използват за поразяване на цели в контрабатарейната борба на ефективно разстояние до 16 km. Това показва, че артилерията е в състояние да води успешна контрабатарейна борба и с това да търси постигането на огнево превъзходство над противника.

3) С внедряването на АСКУ се предлага промените в тактиката на артилерийските формирования при контрабатарейната борба да се изразят в следните направления:

- ✓ изменения в организацията и параметрите на бойния ред на артилерията. Това се изра-

зява в създаване на нова групировка на артилерията, увеличаване на размерите на огневите позиции, осигуряването на честата и бърза смяна на ОП след изпълнението на всяка една огнева задача, въвеждане на модулния принцип на бойно използване на формированията и т.н.;

✓ с внедряването в артилерийските формирования на автономни GPS и радари се осигурява възможност те да изпълняват задачите по огневата поддръжка в операциите на принципа на постоянното маневриране на артилерийските средства на местността, осигурено от възможностите на АСКУ. По този начин на практика се реализира един от най-важните принципи на огневото поразяване: непрекъснат маньовър – разузнаване – ефективно огнево поразяване. Този принцип е особено наложителен в съвременни условия, поради особената важност на контрабатарейната борба и нейното извеждане като приоритетна задача на полевата артилерия.

4) Използването на АСКУ в комплекса за КББ осигурява:

✓ автоматизиране на всички дейности, свързани със събирането, съхраняването, обработката, изобразяването и предаването на информацията за управление на артилерийските подразделения, което значително облекчава командирите при вземане и изпълнение на решението;

✓ съществено увеличаване на своевременността, точността и ефективността на артилерийския огън;

✓ повишаване на скритостта и надеждността на управлението;

✓ по-големи възможности за планиране и координиране на действията на артилерията спрямо тези на другите сили и средства, участващи в бойните действия;

✓ значително намаляване на възможностите за допускане на грешки от субективен характер.

Използвана литература:

1. Иван А. Гюргаков, Учебник „Огнево превъзходство в операциите", София 2010 г.
2. Велико П. Петров и авторски колектив, пособие „Тактика на полевата артилерия" - Част I, Шумен 2016 г.
3. Велико П. Петров, Калоян Ат. Илиев, монография „Бойно използване на артилерията в контрабатарейната борба", НВУ „В. Левски", Факултет „А, ПВО и КИС", Шумен, 2019 г., ISBN 978-954-9681-92-5.
4. Велико П. Петров, монография „Ефективност на огъня на артилерията в контрабатарейната борба", НВУ „В. Левски", Факултет „А, ПВО и КИС", Шумен, 2020 г., ISBN 978-619-7531-11-4.
5. Велико П. Петров, „Някои виждания относно по-пълното използване на огневите възможности на реактивната артилерия в контрабатарейната борба в съвременните операции", НВУ „В. Левски", Ф-т „А, ПВО и КИС" - гр. Шумен, НС 2005, Сборник научни трудове, част първа, стр. 173-185, ISBN -10-954-9681-19-X.
6. Велико П. Петров, „Използване на съвременни автоматизирани системи за командване и управление за нуждите на контрабатарейната борба", Годишник на НВУ „В. Левски", научни трудове 2006/2007, стр. 262 – 269, ISSN 1312-6148.
7. Велико П. Петров, Възможности на съвременни артилерийски разузнавателни средства за нуждите на контрабатарейната борба, Годишник на НВУ "В. Левски", научни трудове 2006/2007, стр. 288 – 299, ISSN 1312-6148.
8. К. Куртев и колектив, Тактическа доктрина на полевата артилерия, ГЩ на БА, София 2005 г.
9. Наставление за водене на бойните действия от РВ и А на СВ, част II, ВИ 1985 г.
10. Характеристики на обектите (целите) за поразяване от артилерията в боя, теоретична разработка в помощ на кандидат-слушатели, катедра "РВ и А" на ВА "Георги С. Раковски", София, 2001 г.

11. Матвеев А. И., Малаховский Е. К. Стрельба на поражение батарей.— Москва: Воениздат Министерства Обороны СССР, 1971.
12. .„Вулкан“–система управления артиллерийским огнём“, Kintex, проспект 2000 г.

Доклада е разработен по задача 1.1.1. „Анализ и оценка на системи за командване и управление на въоръжените сили и на многонационални сили на ЕС и НАТО“ от НАЦИОНАЛНА НАУЧНА ПРОГРАМА „СИГУРНОСТ И ОТБРАНА“.

FEATURES OF THE COMBAT USE OF ARTILLERY FORMATIONS WHEN CONDUCTING OPERATIONS FOR URBANIZED TERRITORIES

Veliko P. Petrov

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, veliko_pp@abv.bg

***Abstract**: The peculiarities of the preparation and conduct of artillery combat actions during operations for urbanized territory are considered. In a large population engagement, artillery fire is used primarily to neutralize enemy fire support elements, to gain fire superiority, and to control a defined perimeter or area. In addition, it is the main means of striking targets located at high points, the destruction of infrastructure objects for which there is no limit, and also for the preparation and rapid transfer of combat operations from one sector to another. Taking into account all the factors of the urbanized territory will allow the commander of the maneuver formation to make informed decisions about the combat use of artillery in the considered conditions.*

***Keywords:** operations for urbanized territories, mode of combat, factors of urbanized territory, engaging the enemy by fire*

ОСОБЕНОСТИ ПРИ БОЙНОТО ИЗПОЛЗВАНЕ НА АРТИЛЕРИЙСКИТЕ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕЖДАНЕ НА ОПЕРАЦИИ ЗА УРБАНИЗИРАНИ ТЕРИТОРИИ

Велико П. Петров

Историята на въоръжените конфликти през последните десетилетия показва, че военните действия по правило се водят в урбанизирани територии и борбата за населените места е важен компонент от тях. Военните действия в урбанизирани територии в бъдещи войни и въоръжени конфликти могат да заемат доминираща позиция, изтласквайки на заден план класическите военни операции на открита местност. Това ще наложи въоръжените сили да бъдат готови и способни да водят бойни действия в специфични условия - в сложна система от градски архитектурно-инженерни съоръжения от различен тип (много от тях могат да бъдат разрушени) и сред големи маси от местното население.

Светът през двадесет и първи век все повече се урбанизира. В миналото по-голямата част от населението живееше в малки населени места предимно в селата. В настоящия момент над 80 % от световното население живее в градовете, една малка част обитава селата и друга още по-малка част използва за местообитание други разновидности на селищни образования. Днес е прието градовете, селата и селищните образувания да се наричат с обобщеното наименование урбанизирани територии. „Според основното им предназначение, определено с концепциите и схемите за пространствено развитие и общите устройствени планове, териториите в страната са:

урбанизирани територии (населени места, селищни образувания и индустриални паркове извън границите на населените места и селищните образувания), земеделски територии, горски територии, защитени територии, нарушени територии за възстановяване, територии, заети от води и водни обекти, и територии на транспорта."[23].

„До 2030-те пет милиарда от осемте милиарда души в света ще живеят в градове. Около два милиарда от тях ще обитават големите градски квартали на Близкия изток, Африка и Азия. Много големи градове ще са разположени по крайбрежието или в крайбрежните зони. Тъй като голяма част от световното население е концентрирано в гъсто населени градски зони и непосредствената им околност, бъдещите командири на формирования от въоръжените сили няма да могат да избегнат операции в урбанизирани терени."[24].

Съвременните градове, особено големите, са сложни инженерно-строителни комплекси, включващи система от инженерни комуникации (за снабдяване с вода, топлина, газ и енергия), жилищни райони, места за търговия и отдих на населението, горски паркови зони и промишлени предприятия. В пространствената еволюция на градското население и нарастващата роля на големите градове урбанизацията е важен етап. В процеса на урбанизация градовете са престанали да бъдат отделни обекти с ясно определени граници и около тях се формират от два до седем „сателита". В резултат на човешката дейност териториите между големите градове и техните „сателити" са застроени с различни структури, образуващи урбанизирани територии.

Примерна структура на типична урбанизирана територия може да включва:

- ✓ център (ядро с масивни сгради);
- ✓ жилищна зона (зони за живеене и за спорт);
- ✓ индустриални зони, заемащи голяма площ с голям брой технически съоръжения;
- ✓ крайградски зони, включително жилищни комплекси, малки градове, вилни селища, битови парцели;
- ✓ рекреационни зони (зони на концентрация на природни обекти, центрове за отдих и малки населени места).

Анализът на статистическите данни за урбанизираните територии на европейските страни дава възможност да се определи делът на застроените площи във тях (таблица 1.).

Таблица 1.

Типично разпределение на площта в урбанизирана територия на европейските страни

Обекти	Дял на обектите в урбанизираната територия, %
Жилищни райони	35-45
Обекти на промишлеността	8-12
Инфраструктура	3-7
Растителна покривка (паркове, градини)	15-25
Незастроени участъци от местността	20-30

Данните в таблица 1. показват, че 50-70 % от площта на урбанизираните територии са подложени на човешка намеса и този фактор трябва да се вземе предвид при избора на способа за бойни действия на войските. Наличието на урбанизирани територии в театъра на военните действия значително променя неговата географска среда, налага нови изисквания към оръжията и военната техника и в резултат на това води до необходимостта от търсене на нови способи за бойни действия. Специфичните особености на обстановката в такава среда налагат в урбанизирана територия тактическите действия да превишават по важност оперативния замисъл, децентрализираните действия са предпочитани пред централизираните.

23 Чл. 7. (1) от Закона за устройство на територията, в сила от 31.03.2001 г.,обн. ДВ. бр.1 от 2 Януари 2001г., посл. изм. и доп. ДВ. бр.6 от 20 Януари 2023г.

24 FM 3-06. Urban operations, Washington, D.C. Headquarters, Department of the Army, 2013

Воденето на бойни действия в населени места (градове) се явява един от най-сложните видове бой. Боевете и сблъсъците в урбанизирани територии стават най-жестоките и могат да се водят в една сграда едновременно на различни нива (етаж, покрив, мазета) и стълбища, от покривите и кулите на небостъргачите до канализационните и комуникационните тунели и подземната транспортна мрежа на метрото. При тези условия ще бъде изключително трудно да се ръководи боя, да се получава навременна информация за бойното поле. Неслучайно военните действия в града са наричани от американски военни специалисти „битка в ада".

Градовете са добре укрепени райони, които при правилно решение могат да се превърнат в непревземаеми крепости и да затруднят настъпващите войски. Ето защо е необходима качествена подготовка на военните формирования и органите им за управление за изпълнение на задачите по овладяване на населени места. В момента такива боеспособни единици, както показва военната практика, са батальонни тактически групи, формирани за изпълнение на определена задача въз основа на тактическата обстановка. За воденето на бойни действия в урбанизирани територии „класическите" въоръжени сили са малко полезни. Необходима е пълна преориентация в обучението и подготовката на войските и тяхното техническо оборудване. Един от авторитетните американски военни специалисти Р. Питърс в тази връзка смята: „Американският войник като цяло е много боеспособен, но е изключително неефективен за водене на бойни действия в град"[25].

При подготовката на своите войски за провеждане на операции за урбанизирани територии трябва да се наблегне на следното:

- ✓ необходимостта от формиране на щурмови отряди и щурмови групи за водене на бойни действия в населени места (градове) от обучени военнослужещи;
- ✓ да се обучават на компетентни тактически действия младшите командири, да умеят да управляват подразделенията в изолация от основните сили и във взаимодействие с придадените подразделения;
- ✓ използването на безпилотни летателни апарати (БЛА) и 3D обемни карти за подготовка на подразделенията преди освобождаването на населеното място;
- ✓ всички необходими мероприятия по възможност да се провеждат през нощта, като се използват изкуствени и естествени участъци от местността, с използване на прибори за нощно виждане и прибори за безпламенна стрелба;
- ✓ да използват подходящата учебно-материална база за подготовка на щурмови групи за изпълнение на задачи в населено място.

При избора на способа за бойни действия на артилерията в урбанизирана територия трябва да се вземат предвид факторите, представени на фигура 1.

За по-подробно разглеждане на въпросите за водене бойни действия на артилерията е важно да се анализират възгледите на военните специалисти на водещи във военно отношение държави относно воденето на бойни действия в урбанизирана територия. Според мнението на чуждестранни военни специалисти[26] в съвременна война бойните действия в урбанизирана територия ще станат неразделна част от операциите (боя) на формированията (съединения, части) на сухопътните войски. Днес е малко вероятно провеждането на широко мащабни военни действия в слабо урбанизирана, слабо населена територия. Нормативните документи на американската армия декларират, че урбанизираната зона ще бъде най-вероятната зона за военни операции на американските въоръжени сили по света.

Анализът на съвременните урбанизирани райони позволява да се направят изводи за влиянието на техните фактори върху избора на способа на бойни действия на артилерията. В тази връзка е необходимо да се разработят теоретични положения, които определят съдържанието и

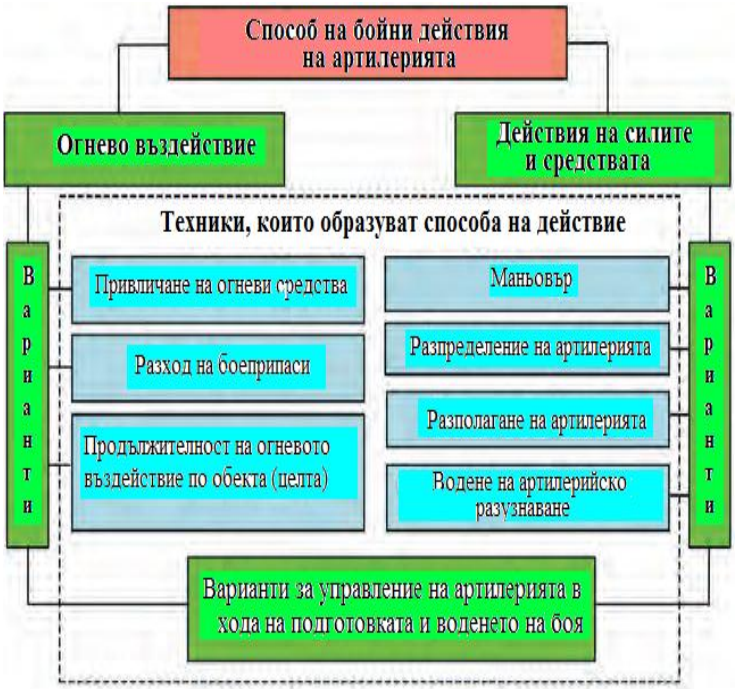
[25] Peters, Ralph. Our Soldiers, Their Cities// Parameters. Spring 1996.

26 FM 90 10 Military Operations On Urban Terrain (MOUT), Publication date 1979

способите за изпълнение на задачите, възложени на артилерията в операции в урбанизирани територии.

Фигура 1. Фактори на урбанизираната територия влияещи на бойните действия на артилерията.

Под способ на бойните действия на артилерията се разбира избраният вариант за управление на подразделенията, редът на огневото въздействие върху противника и действията на артилерията, за да се реализира замисълът на командира на маневреното формирование. Схематично способът на бойни действия на артилерията, включително техниките, които го образуват, е показан на фигура 2.



Фигура. 2. Способ на бойни действия на артилерията и техниките, които го образуват.

Град със солидни каменни къщи и различни постройки усложнява организацията на бойните действия на артилерийските подразделения. Бойното използване на артилерия в град се влияе от разположението на града, гъстотата и характера на градските сгради. Бойните действия в град се водят обикновено по направление на улиците. Криви и тесни улици, задънени улици в неуредената планировка на града затрудняват ориентирането, наблюдението, маньовъра, управлението на артилерийския огън и прави артилерийските подразделения силно уязвими от противника. Напротив, праволинейното или радиално-кръговото оформление, широките прави улици с големи площади, паркове и стадиони улесняват организирането на артилерийските бойни действия. Широките улици способстват за движението и маньовъра на артилерийските формирования преди всичко на самоходната артилерия. Характерът на постройките има пряко отношение към устойчивостта на противниковата отбрана. Различните по височина постройки ограничават обзора, обстрела и затрудняват своевременното разкриване и унищожаване на противника.

Боят в големи населени места предполага използването на огъня на артилерията преди всичко за неутрализиране на елементите за огнева поддръжка на противника, за завоюване на огнево превъзходство и контролиране на определен периметър или зона. Освен това тя е основно средство за поразяване на цели, намиращи се по високи точки, разрушаването на инфраструктурни обекти за които няма ограничение, а също така за подготовка и бързо преместване на бойните действия от един сектор в друг. В урбанизирани райони използването на мортирна стрелба с гаубици и минохвърграчки се увеличава. Артилерийските формирования ще изпълняват много по-често задачи за стрелба с право мерене. Нощем успешно може да бъде използван огъня за заслепяване и осветяване. Използването на неконтактни взриватели може да бъде ограничено за да се избегне предизвикването на неприемливи детонации. За поразяване на противниковите радари, антени и наблюдатели, разположени по покривите на сградите е удачно поразяването с въздушни разриви и с касетъчни боеприпаси. Рязката промяна на посоката на вятъра, характерна за големите населени места може да попречи при ефективното използване на димните снаряди. Използване на боеприпаси с бял фосфор може да предизвика нежелани пожари и неконтролируеми задимявания. Използването на осветителни снаряди може да се прилага, тогава когато позициите на нашите войски остават в сянка и не се демаскират. Разходът на бойни припаси за артилерията ще бъде голям, особено когато не се разполага с други средства за огнева поддръжка.

При воденето на боя в урбанизирана местност възникват редица затруднения, избухват пожари, възникват големи разрушения, нарушава се взаимодействието с другите родове войски, усложнява се тяхното управление и воденето на огъня. Изключително голям е приноса на артилерийските формирования при воденето на боя в населено място и особено използването им за стрелба с право мерене.

Обикновено противотанковата артилерия и средствата за стрелба с право мерене се използват за поразяване на опорните пунктове при настъпление, а при отбрана тя се придава на отделни опорни пунктове и отбранителни възли за стрелба с право мерене. По-голямата част от артилерийските формирования се използват за стрелба с право мерене. Това се обуславя от ограничения обзор, обстрел и маньовър, наличието на голямо количество масивни сгради и съоръжения, в които се разполагат значителна част от огневите средства и живата сила на противника и разпокъсаността на бойния ред на войските. За водене на огън с право мерене се използват и оръдия с голяма мощност. Бойният опит е показал, че по-целесъобразно е оръдията с калибър до 100 mm да се използват за водене на огън по амбразурите, по прозорците и терасите, а оръдията с калибър по-голям от 100 mm за унищожаване на огневи средства в масивни сгради, разрушаване на сгради, барикади и други съоръжения, направа на брешове в стените на сградите, с цел да проникнат в тях маневрените формирования, да унищожат наблюдателните пункто-

ве, танкове, самоходни артилерийски установки (САУ), дълговременни огневи съоръжения и други.

Стрелбата с право мерене за разрушаване на особено устойчивите масивни сгради е порезултатна, ако се води залпов огън от няколко оръдия. Огневите позиции за оръдията, водещи огън с право мерене се оборудват в мазетата на сградите, в проломите на стените и оградите, а също така и в дворовете. По-леките оръдия, особено безоткатните се качват на етажите и водят огън от тях през прозорците.

Използването на ПТРК в град е затруднено поради малкото количество открити пространства. Те обикновено се използват за унищожаване на противниковите танкове в окрайнините на града, широките и прави улици и булевардите, на големите по площ открити участъци. Освен това, когато условията позволяват те се използват за поразяване на най-важните цели на противника намиращи се в сградите.

Опитът от въоръжените конфликти през последните десетилетия показва, че при бойни действия в град най-ефективни са гаубиците и гаубиците-оръдия, защото те са способни да изпълняват най-разнообразни огневи задачи от закрити огневи позиции и с право мерене.

При настъпление в населено място (град) дивизионът (батареята) може да бъде придаден на батальона (ротата) от първи ешелон . При щурм на град освен това дивизионът може да действа в състава на щурмовия отряд, а батареята в състава на щурмовата група. При настъпление в населено място батареята може да бъде придадена на батальона от първия ешелон или да действа в състава на дивизиона. Батареята придадена на ротата от първия ешелон или влизаща в състава на щурмовата група изпълнява задачите си като правило с огън с право мерене. При настъпление на ротата (щурмовата група) в квартал придадената и батарея може да бъде разпределена повзводно за усилване на механизираните взводове.

Във всеки град до 3/4 от площта е заета от различни сгради и съоръжения, които затрудняват избора на огневи позиции, особено за артилерийски системи с настилна траектория, а също и затрудняват маньовъра на артилерията, когато градът е частично унищожен. Повечето от сградите и съоръженията в градовете са каменни и стоманобетонни конструкции и служат като надеждни убежища от артилерийския огън и ударите на авиацията.

В зависимост от гъстотата и височината на сградите в града възникват трудности при организирането и провеждането на артилерийското разузнаване. Разузнаването в дивизиона и батареята се извършва главно чрез наблюдение от наблюдателни пунктове, разузнавателните полоси са намалени и понякога могат да бъдат равни на ширината на наблюдаваната улица. Ограниченото наблюдение налага да се организират спомагателни наблюдателни пунктове в дивизиона и батареята, за да има пълен изглед към сградите, площадите, мостовете и други обекти в определената полоса за разузнаване. Поради ограничената видимост спомагателните наблюдателни пунктове на дивизиона и батареите се избират и оборудват във високи сгради, фабрични комини, църкви и други извисяващи се обекти, по възможност в непосредствена близост до предния край на противника.

При организиране на радиолокационно разузнаване е необходимо да се вземе предвид наличието на голям брой метални обекти (мостове, трамвайни линии, подземни кабели, осветителна мрежа и др.), които създават големи смущения, което ограничава възможностите за радиолокационно разузнаване в града.

В условията на града артилерийските разузнавателни групи, изпратени в тила на противника, могат да намерят приложение. За единна ориентация всички важни обекти и квартали на града получават обща номерация. Командирът на дивизиона, както и командирите на батареи и взводове, трябва да могат да се ориентират добре в града, за което на офицерите се предоставят при първа възможност планове или карти на града в голям мащаб.

При избора и подготовката на закрити огневи позиции в града възникват някои трудности, свързани предимно с възможността за стрелба през високи сгради. От гаубиците често ще се

използва мортирна стрелба. Огневи позиции се избират в зеленчукови градини, овощни градини, дворове, паркове, площади и др. като се вземат предвид защитните свойства на местността. При избора и оборудването на огневи позиции е необходимо внимателно да се измерват наймалките мерници. За инженерно оборудване на огневите позиции се използват камъни, греди и трупи от разрушени сгради. Препоръчително е да се направят навеси от дебели дъски или трупи над оръдията, разположени в близост до каменни сгради. Влекачите се разполагат в дворове, в каменни навеси на близко разстояние от огневата позиция.

Основното средство за комуникация в града е радиото. Но при организиране на радиосвръзка в дивизиона и батареята трябва да се има предвид, че в града обхватът на радиостанциите е намален повече от два пъти. Следователно, за да се увеличи обхватът на радиостанциите, антенните устройства трябва да бъдат поставени на покриви, стени на разрушени сгради, високи дървета и други местни обекти. За непрекъсната работа на проводна свръзка, кабелът се полага през преходни дворове, разрушения, като се използват мазета и други подземни конструкции.

При водене на бой в града, непостредствената охрана е от голямо значение, тъй като противника може да изпрати диверсионни групи в тила на нашите войски по скрити пътища. Трябва да се организира непостредствена охрана на наблюдателните пунктове, щаба на дивизиона и на всички огневи позиции чрез поставяне на постове, а през нощта чрез допълнително разпределение на секретни постове и патрули. На всяка огнева позиция се определя дежурен екип за незабавно откриване на огън при самоотбрана.

При подхождането към града дивизионът (батареята) поразява живата сила и огневите средства на противника в опорните пунктове на подстъпите към града и в неговата окрайнина. С излизане на маневрените формирования към окрайнината на града, дивизионът (батареята) пренася огъня по сградите и укритията в дълбочина на опорните пунктови и възпрепятства подхождането на противниковите резерви към атакуваните обекти.

Оръдията отделени за стрелба с право мерене и установките ПТРК се извеждат на открити огневи позиции в бойния ред на ротите под прикритието на огъня на батареите, стрелящи от закрити огневи позиции и дима, унищожават огневите средства на противника, разрушават сградите и фортификационните съоръжения. С приближаването на подразделенията към обектите за атака, оръдията откриват огън по амбразурите, прозорците и проломите на горните етажи на сградите. При воденето на боя вътре в града особено значение придобиват тясното взаимодействие на артилерийските формирования помежду си и с маневрените формирования, а така също и непрекъснатото разузнаване на противника. Тук е характерно това, че наблюдението се води при ограничен обзор по фронта и в дълбочина като особено е трудно разузнаването в градските квартали с еднотипни постройки, където дълбочината на отбраната на противника е наблюдавана само в незастроените райони или при наличие на разрушени постройки. Поради това НП е целесъобразно да се разполагат непосредствено в бойните редове на първоешелонните подразделения.

За да се осигури скрито и непрекъснато наблюдение е необходимо по-често да се сменя мястото на НП на по-долен етаж, съседна сграда и други места, като се вземат всички предпазни мерки при преместването. За водене на разузнаването на противника и наблюдение на отделни улици може да се развръщат предни и странични НП.

Придадените на механизираните роти и взводове артилерийски формирования като правило действат в бойните редове на маневрените формирования и изпълняват задачи с огън с право мерене. Командирът на огневия взвод се намира на огневата позиция на едно от оръдията, премества се заедно с него и непрекъснато поддържа връзка с командира на маневреното формирование.

Батареята понякога може да се разположи на две огневи позиции повзводно или две три батареи на една огнева позиция. Оръдията се преместват през дворовете, градините, незастрое-

ните места, като избягват придвижването по прави улици. Пътищата за преместване трябва да бъдат предварително разузнати.

В уличните боеве артилерията често ще възпрепятства и контраатаки. Не винаги има възможност щателно да се огледат и разузнаят завзетите постройки поради, което трябва да се отчита, че в собствено разположение ще има противникови подразделения. Ето защо е необходимо всички военнослужещи да бъдат обучени във воденето на ръкопашен бой, умело да владеят използването на всички видове стрелково оръжие в това число и трофейното, а също така добре да организират и непосредствената си охрана.

Изключително важен момент при воденето на боя в град е подаването на бойни припаси на огневите позиции. Ето защо командирите на батареи и взводове са длъжни да знаят кога и как ще бъдат подвозени боеприпасите и да организират доставянето им на огневите позиции със собствени сили. В някои случаи те могат да използват и личния състав на маневрените формирования. След овладяването на града основна задача на командирите е организацията по закрепването на заетите позиции. В съвременния бой голям обем от задачи ще се възлага на самоходната артилерия. Високата маневреност, скорострелността и точността на огъня в съчетание с надеждни средства за управление дават възможност на самоходната артилерия успешно да решава своите задачи.

За бърза смяна на огневите позиции трябва предварително да се разузная и подготвят основни и запасни маршрута за движение. Маньовърът с оръдията вътре в квартала се осъществява през направените проходи и дворовете. При организиране на непосредствената охрана особено внимание се обръща на изходите на подземните съоръжения и мазета. При възможност артилерията трябва да се развръща в боен ред встрани или в периферията на застроените райони. Минохвъргачките са в състояние да се развърнат дори и в гъсто застроени райони. Необходимо е да се отбележи, че разузнаването на районите за огневи позиции в населени места отнема значително повече време и усилия. При извършване на разузнаване и заемане на огневите позиции трябва да се обмисли следното:

- ✓ разрушенията и отломките могат да попречат на движението и развръщането на артилерийските подразделения;
- ✓ дълбочината на укритието, май-малките мерници и необходимостта от водене на мортирна стрелба;
- ✓ въпросите със сигурността и особено охраната и самоотбраната на огневите позиции;
- ✓ където и когато е възможно предварително разузнаване и осигуряване на маршрути за маньовър на артилерийските подразделения.

Разположението на огневите позиции трябва да бъде такова, че да позволява стрелба по осите на главните пътни артерии на града, като се отчитат следните основни правила:

- ➢ площади, паркове, зелени пространства и стадиони са за предпочитане;
- ➢ възможностите за движение, охрана и самоотбрана са ограничени;
- ➢ трябва да се предвижда възможността за стрелба с право мерене и използване на инженерни заграждения;
- ➢ сградите могат да бъдат използвани за увеличаване на степента на защитеност на огневите подразделения;
- ➢ за предпочитане е използването на бронирани средства за защита на личния състав особено от снайперска стрелба.

Влиянието на факторите на урбанизираната територия върху организацията на бойни действия на артилерията се проявява в следното:

- ✓ трудно се избират райони за огневи позиции;
- ✓ необходимо е отделяне на част от артилерията за изпълнение на огневи задачи с право мерене;

✓ изисква се увеличаване на броя на наблюдателните пунктове, а оттам и нуждата от разузнавателни сили и средства;

✓ трудно е да се организира маньовъра на огневите подразделения в района на огневите позиции.

В хода на анализа на развитието и нарастването на броя на урбанизираните територии бяха разкрити особеностите на подготовката и провеждането на бойните действия на артилерията на дадена местност. Основни от тях са:

✓ намаляването на разстоянията между населените места се отразява на разпределението на силите и средствата на артилерията в зоните на действие на войските;

✓ сложната структура и разнообразието на разположението на населените места изискват повече време за изготвяне на предложения за бойно използване на артилерия;

✓ наличието на магистрални улици предполага разделянето на бойните действия на няколко централни боеве в техните направления и прилежащите квартали, изисква по-голяма независимост в действията на артилерийските подразделения;

✓ разнообразието на инфраструктурата определя необходимостта от използване на различни видове артилерийски огън;

✓ воденето на бой на близки разстояния (50-100 m или по-малко), едновременно на няколко нива, за отделни квартали и сгради изисква избор на нестандартен ред на огнево поразяване на противника, изключващ поразяването на собствените войски;

✓ трудност при маневриране поради възможни развалини и разрушения;

✓ необходимостта от стрелба при ъгли на възвишение над 45° изисква от своя страна нестандартно разполагане на огневи позиции;

✓ самоходната артилерия не е подходяща за право мерене в разглежданите условия, става уязвима и може да понесе значителни загуби;

✓ високите сгради пречат на работата на радио, звуковите, радарните системи за разузнаване, наблюдението и коригирането на артилерийския огън.

Воденето на боя в градски райони в бъдещи войни и въоръжени конфликти може да заеме доминираща позиция, изтласквайки на заден план класическите бойни действия на открита местност.

Изводи:

1. Бойните действия на артилерийските формирования за урбанизирана територия е сложно за организация и действие поради което е необходимо командирите от всички степени да бъдат добре подготвени и обучени. Усъвършенстването и натренираността могат да се постигнат на съвместни тактически учения с маневрени формирования при най-сложна обстановка, близка до реалната.

2. Анализът на основните данни за обстановката и тяхното влияние върху бойните действия на артилерията ни позволява да заключим, че разпоредбите на действащите нормативни документи не отчитат напълно условията на урбанизираната територия. Необходимо е да се направят промени за реда на огневата поддръжка, за разпределението на артилерията и нейното разполагане в бойния ред на маневреното формирование, за планирането на бойните действия на артилерийските подразделения и за командването и управлението в урбанизирана територия.

3. Отчитането на всички фактори на урбанизираната територия ще позволи на командира на маневреното формирование да взема информирани решения за бойното използване на артилерия в разглежданите условия.

4. Воденето на боя в градски райони в бъдещи войни и въоръжени конфликти може да заеме доминираща позиция, изтласквайки на заден план класическите бойни действия на открита местност.

Използвана литература:

1. К. Куртев и колектив, Тактическа доктрина на полевата артилерия, ГЩ на БА, София 2005 г.
2. Д. Йорданов и авторски колектив, Стрелба и управление на огъня в земната артилерия, ВИ, София 1988 г., с. 477-517.
3. И. Савов и авторски колектив, Правила за стрелба и управление на огъня в земната артилерия (ПС И УО-98), първа част., София 1998 г., с.142-153.
4. Велико П. Петров и авторски колектив, Тактика на полевата артилерия“ - Част I, НВУ „В. Левски“, Факултет „А, ПВО и КИС“, Шумен 2016 г, ISBN 978-954-9681-76-5, стр. 286.
5. Велико П. Петров, Особености в бойното използване на артилерийските формирования при стрелба с право мерене в град, Годишник на НВУ “В. Левски”, 2004/2005, стр. 128÷133, ISSN 1312-6148.
6. Наставление за водене на бойните действия от РВ и А на СВ - част II, ВИ 1985 г.
7. С. Ковачев, К.Янчев, Бойни действия в особени условия, ВИ, София 1984 г., с. 59-98.
8. Фендриков, Н., Б. Яковлев. “Методы разсчетов боевой ефективности въоружение”. ВИ. М.,1969.
9. Peters, Ralph. Our Soldiers, Their Cities// Parameters. Spring 1996.
10. Зорин С.В., Зинатуллин Р.Ф., Берендеев М.П., Боевые действия артиллерии общевойскового формирования в урбанизированном районе, Военная мысль, №6, 2022 г.
11. Chapter 1. Urban Outlook// FM 3-06 (FM 90-10) Urban Operations. June 2003.
12. FM 3-06. Urban operations, Washington, D.C. Headquarters, Department of the Army, 2013
13. FM 90 10 Military Operations On Urban Terrain (MOUT), Publication date 1979.
14. Закон за устройство на територията, в сила от 31.03.2001 г.,обн. ДВ. бр.1 от 2 Януари 2001г., посл. изм. и доп. ДВ. бр.6 от 20 Януари 2023г.

Доклада е разработен по задача 1.1.1. „Анализ и оценка на системи за командване и управление на въоръжените сили и на многонационални сили на ЕС и НАТО“ от НАЦИОНАЛНА НАУЧНА ПРОГРАМА „СИГУРНОСТ И ОТБРАНА“.

STRATEGIC DEFENCE REVIEW LESSONS LEARNED ANALYSIS FOR COMMAND AND CONTROL (C2)

Ivo G. Radulov

Rakovski National Defence College, Defence Advanced Research Institute, Sofia,
i.radulov@rndc.bg

Abstract: *This publication presents the results of an analysis of the Strategic Defence Review conducted at the Ministry of Defence through 2019. The analysis was developed in accordance with the requirements of Activity 3 of Work Task 1.1.1 "Analysis and evaluation of command and control systems of the armed forces and multinational forces of the EU and NATO" within the project of the National Scientific Programme "Security and Defence", funded by the Ministry of Education and Science of the Republic of Bulgaria, in implementation of the National Strategy for the Development of Scientific Research 2017-2030.*

Keywords: *Strategic Defence Review*

АНАЛИЗ ПОУКИ ОТ ПРАКТИКАТА ЗА КОМАНДВАНЕТО И УПРАВЛЕНИЕТО (C2) ОТ СТРАТЕГИЧЕСКИЯ ПРЕГЛЕД НА ОТБРАНАТА

Иво Г. Радулов

Военна академия „Г. С. Раковски", Институт перспективни изследвания за отбраната,
научна секция „Стратегически изследвания на сигурността и отбраната", гр. София,
i.radulov@rndc.bg

Анотация: *В настоящата публикация, са представени част от резултатите от анализ на Стратегическия преглед на отбраната, проведен в Министерството на отбраната през 2019 г. Анализът е разработен в съответствието на изискванията на Дейност 3 от Работна задача 1.1.1. „Анализ и оценка на системи за командване и управление на въоръжените сили и на многонационални сили на ЕС и НАТО" по проект от Националната научна програма „Сигурност и Отбрана", финансирана от Министерството на образованието и науката на Република България, в изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2017-2030.*

Ключови думи: *Стратегически преглед на отбраната.*

Увод

Една от формите за преглед на състоянието на въоръжените сили е Стратегическия преглед на отбраната. Целта му е да се идентифицират недостатъците и дефицитите на въоръжените

сили, и да се набележат реалистични цели за повишаването на способностите на силите, така че същите да отговарят на националните и коалиционните политико-стратегически изисквания. Всичко това трябва да стане в рамките на разполагаемите ресурси при минимизиране на възможностите за разходване на финансови средства за способности, които не са ключови и не допринасят за постигането на поставените цели. С други думи, резултатите от Стратегическите прегледи на отбраната трябва да представят цялостното състояние на отбраната като част от националната сигурност, така че да бъдат очертани перспективите за нейното развитие по разбираем и прозрачен за обществото начин.

Стратегическият преглед на отбраната е комплексен процес, успехът на който зависи от редица фактори, свързани с организацията на дейностите, изборът на адекватна методология за провеждането му, създаването на процедури, графици, средства и условия за реализацията на дейностите от процеса на планиране на отбраната и не на последно място от мотивацията и подготовката на личния състав, който ще участва в този процес.

Следвайки тези принципи, акцентът на настоящата статия е създаване на организация за провеждане на Стратегически преглед на отбраната. Обект на изследването е проведения в Министерството на отбраната през 2019 г. Стратегически преглед на отбраната.

1. Стратегически преглед на отбраната от 2019 г.

1.1. Организация за провеждането на прегледа

На 16.01.2019 г. на заседание на Министерски съвет се взе решение за провеждане на Стратегически преглед на системата за защита на националната сигурност и на Стратегически преглед на отбраната (Решение на Министерския съвет № 26/18.01.2019). С Решението се стартира процеса и се определят реда и основните срокове за провеждането на прегледите.

Съгласно Решението на МС, основната организация за провеждането на прегледите се изразява в следното [1]:

1) Създава се Междуведомствена политико-експертна група, която да осъществява и координира дейностите по провеждането на прегледите и периодично да представя на Съвета по сигурността към Министерски съвет отчет за резултатите от изпълнението на конкретните дейности. Тази група трябва: 1) да приеме Национален план за провеждане на стратегически преглед на сигурността и отбраната и времеви график за изпълнението на задачите по него и 2) да разработи и да предложи на Съвета по сигурността към Министерски съвет общата политическа рамка, в която ще се провеждат стратегическите прегледи.

2) Създава се Междуведомствена експертна работна група, която да разработи проекти на тези документи. Освен това Междуведомствената експертна работна група трябва още да: 1) координира и определя задачите на ведомствените експертни работни групи и да обобщава предложенията и становищата от работата им; 2) предлага на Политико-експертната група проектите на решения; 3) координира оперативната работа по изпълнението на решенията на Междуведомствената политико-експертна група.

3) В рамките на министерствата и ведомствата, се създават Ведомствени работни групи, които да изпълняват дейностите по прегледите.

След изготвянето на окончателния доклад от стратегическите прегледи същият трябва да се внесе за разглеждане и приемане в Министерски съвет.

В изпълнение на Решението на Министерски съвет, със заповед на Министъра на отбраната № ОХ-198/21.02.2019 г. е създадена обща организация за провеждането на прегледа. Заповедта е предшествана от приет Национален план за провеждането на стратегическите прегледи на МС.

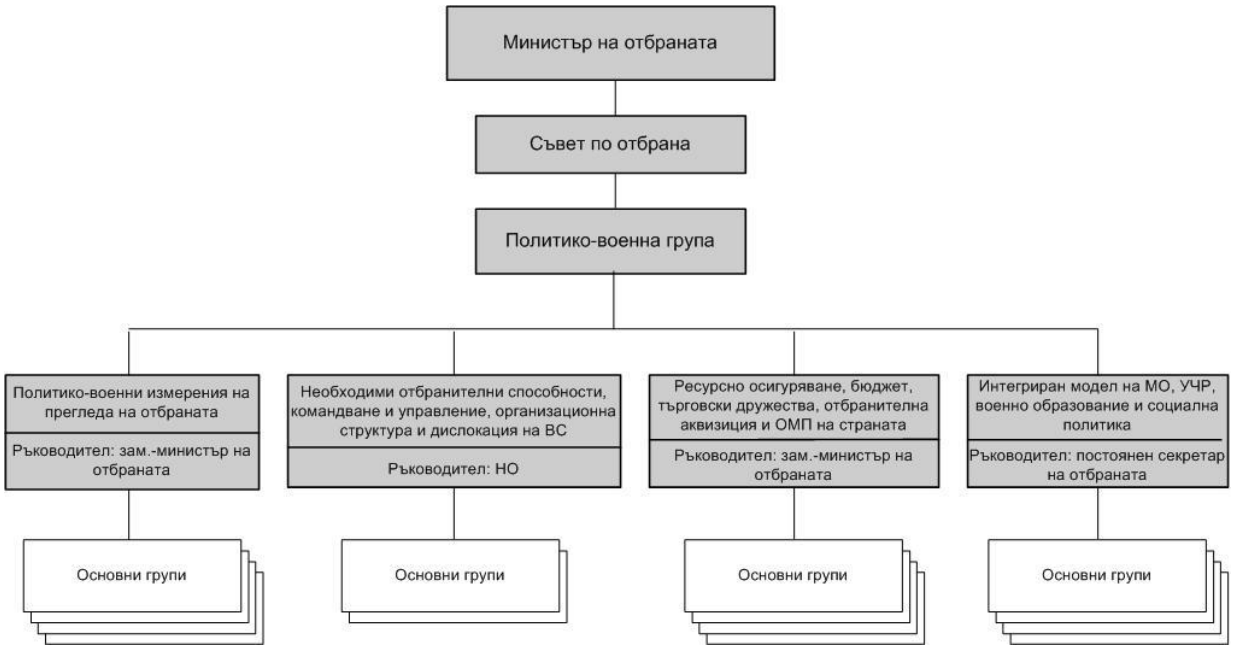
Със заповедта е създадена организация за провеждането на прегледа на отбраната в Министерството на отбраната. Работата по прегледа на отбраната се извършва в следните четири направления (Фигура 1):

1. „Политико-военни измерения на прегледа на отбраната", с ръководител заместник-министър на отбраната.

2. „Необходими отбранителни способности, командване и управление, организационна структура и дислокация на въоръжените сили" под ръководството на началника на отбраната.

3. „Ресурсно осигуряване, бюджет, търговски дружества, отбранителна аквизиция и отбранително-мобилизационна подготовка на страната" под ръководството на заместник-министър на отбраната.

4. „Интегриран модел на Министерството на отбраната, управление на човешките ресурси, военно образование и социална политика" под ръководството на постоянния секретар на отбраната.



Фигура 1. Обща организация за провеждането на прегледа в МО

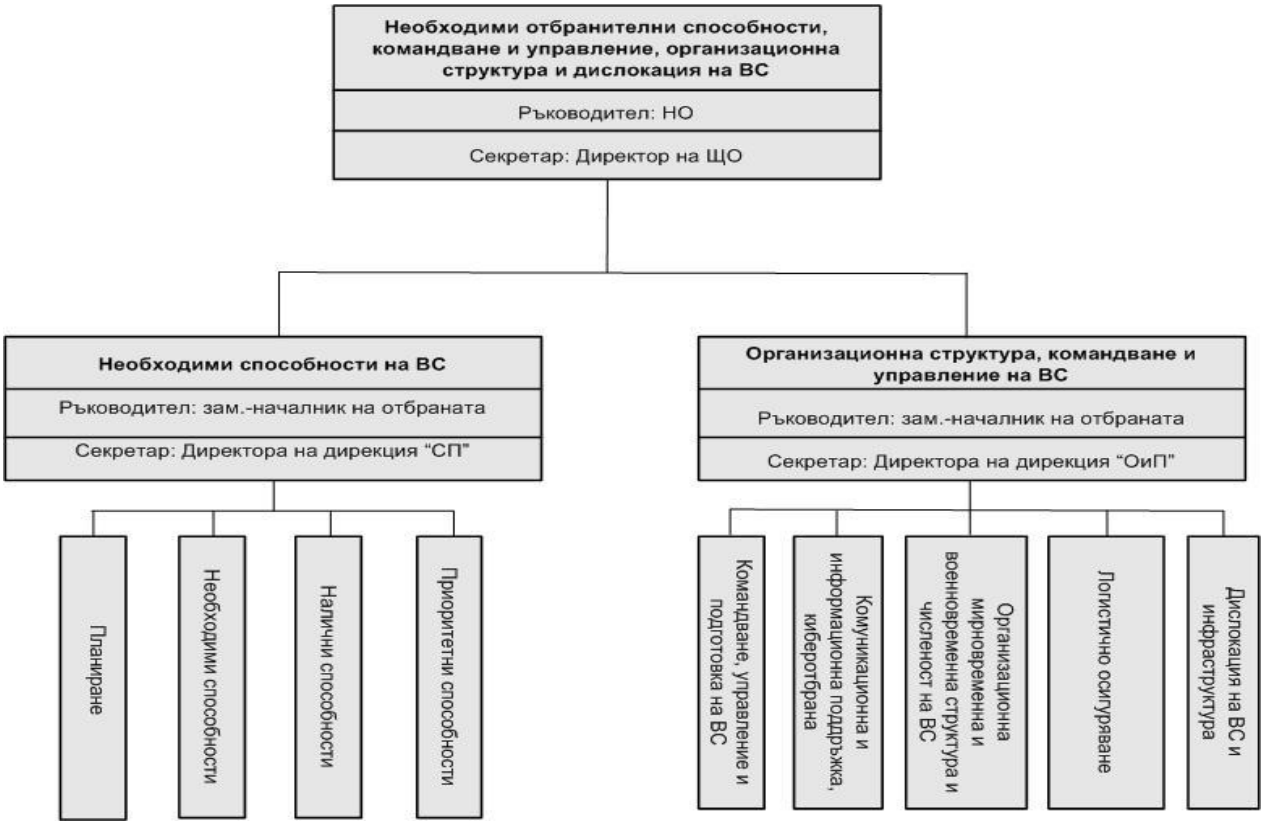
С цел допълнителна координация и синхронизация на дейностите по прегледа на отбраната е създадена Политико-военна група, съставена от ръководителите на четирите направления, с председател заместник-министър на отбраната и секретар директора на дирекция „Отбранителна политика и планиране". На практика, ръководството на Прегледа се осъществява от министъра на отбраната чрез Съвета по отбрана. Дейностите в направленията се осъществяват в рамките на основни групи със състав и организация, определени от техните ръководители.

По аналогия, със заповед на Началника на отбраната № ЗНО-45/22.02.2019 г. в Щаба на отбраната (ЩО) е създадена организация за провеждането на дейностите от прегледа по Направление 2 „Необходими отбранителни способности, командване и управление, организационна структура и дислокация на въоръжените сили" (Фигура 2.).

С цел да бъдат обхванати всички аспекти, работата по това направление е осъществена от две основни групи, ръководени от двамата заместник-началници на отбраната: Група № 1) „Необходими способности на въоръжените сили" и Група № 2) „Организационна структура и командване и управление".

Основна група „Необходими способности на въоръжените сили" се състои от работни групи в основен и разширен състав в следните функционални области: 1) „Планиране"; 2) „Необходими способности"; 3) „Налични способности" и 4) „Приоритетни способности".

Основна група „Организационна структура, командване и управление на въоръжените сили" е съставена от работни групи в основен и разширен състав в следните функционални области: 1) „Командване, управление и подготовка на въоръжените сили"; 2) „Комуникационна и информационна поддръжка, киберотбрана"; 3) „Организационна мирновременна и военновременна структура и численост на въоръжените сили"; 4) „Логистично осигуряване" и 5) „Дислокация на въоръжените сили и инфраструктура".



Фигура 2. Обща организация за провеждането на прегледа в ЩО

Синхронизацията на дейностите с другите направления от Прегледа на отбраната са осъществени от управляваща група под ръководството на Началника на отбраната (НО) в състав: ръководителите на основните групи, секретар-директора на Щаба на отбраната и членове, определяни от НО измежду ръководителите на административни структури в Министерството на отбраната, структурите на пряко подчинение на министъра на отбраната и Българската армия.

Основните задачи на групите са както следва:

- Група „Планиране" от състава на от Основна група „Необходими способности на въоръжените сили" да разработи: 1) Планиращите сценарии за използване на въоръжените сили на Република България; 2) Вариантите за отговор и вариантите за действие по всеки от утвърдените сценарии, Концепция за провеждане на операция за всеки от утвърдените варианти за отговор/действие и 3) Списъците със задачи в операциите по нива на управление – стратегическо, оперативно и тактическо.
- Група „Необходими способности" да разработи: 2) Областите на способности и 3) Профилите на сценариите, които формират необходимите способности на въоръжените сили.

- Група „Налични способности" да разработи: 1) Профилите на съществуващите способности; и 2) Списъците на поддържаните способности, на способностите с излишък и способностите с дефицит.
- Група „Приоритетни способности" да разработи: „Приоритизирания списък на способностите".
- Група „Командване, управление и подготовка на въоръжените сили" от състава на основна група „Организационна структура и командване и управление" да разработи: 1) анализ на действащата система за командване и управление за съответствие със Стратегията за НС и изискванията на операциите, и предлага при необходимост варианти за оптимизирането й; 2) анализ на действащата система за подготовка на ВС за съответствие с приетите стандарти и изискванията на операциите и предложения за оптимизирането й.
- Група „Комуникационна и информационна поддръжка, киберотбрана" да извърши анализ и разработи варианти за оптимизиране на комуникационната и информационната поддръжка и на киберотбраната на Системата за командване и управление на ВС.
- Група „Организационна мирновременна и военновременна структура и численост на ВС" да извърши: 1) Анализ и варианти за оптимизиране на необходимата структура и числеността на въоръжените сили; 2) Анализ и варианти за оптимизирането на структурите за допълване на ВС за военно време.
- Група „Логистично осигуряване" да извърши анализ на логистичното осигуряване, преминаването през, пребиваването на територията на страната на съюзни сили и поддръжката като страна домакин.
- Група „Дислокация на ВС и инфраструктура" да изготви: 1) Анализ на дислокацията на ВС и варианти за оптимизирането й в съответствие с възможностите и капацитета на войсковите райони; 2) Анализ на разполагаемите войскови райони и предложенията за дислокация при както и списъци с войскови райони с отпаднала необходимост и такива с необходимост от дооборудване.

Резултатите от работата на двете основни групи от Направление 2 „Необходими военни способности, командване и управление, организационна структура и дислокация на въоръжените сили" се докладват и обобщават от ръководителите в общ доклад от началника на отбраната до министъра на отбраната.

В останалите направления също е направена организация за изпълнението на дейностите. За Направление 1 „Политико-военни измерения на прегледа на отбраната", е изготвена заповед на Министъра на отбраната № ОХ-316/28.03.2019 г.; За Направление 3 „Ресурсно осигуряване, бюджет, търговски дружества, отбранителна аквизиция и отбранително-мобилизационна подготовка на страната", заповед на Министъра на отбраната № ОХ-420/03.05.2019 г. и за Направление 4 „Интегриран модел на Министерството на отбраната, управление на човешките ресурси, военно образование и социална политика", заповед на Министъра на отбраната № ОХ-448/14.05.2019 г.

1.2. Начални условия на прегледа

Началните условия за провеждането на Прегледа в Щаба на отбраната са определени с Указанията на министъра на отбраната по отбранителната политика, въведени със заповед ОХ-139/07.02.2019 г. С тях са зададени основните входящи параметри в следните седем области:

1. Среда на сигурност в дългосрочен план до 2032 г.;
2. Приоритети на отбранителната политика;
3. Мисии и задачи на въоръжените сили;
4. Ниво на политическа амбиция в отбраната;
5. Наименования на общите сценарии за планиране;
6. Стратегически допускания и ограничения по прегледа;

7. Прогнозна дългосрочна финансова рамка.

1.2.1. Оценка на средата за сигурност в дългосрочен план до 2032 г.

Оценката включва:

• Динамичния и бързо променящ се характер на средата на сигурност в зоните на нестабилност в региона;

• Местоположението и геополитическото значение на Балканския полуостров като поле за въздействие от страна на фактори, заинтересовани от саботиране на процесите на европейска и евроатлантическа интеграция;

• Рискът от дестабилизиране на обстановката в някои страни от Западните Балкани, поради прояви на национализъм и наличието на междуетнически и религиозни противоречия;

• Замразените конфликти в постсъветското пространство като източник на напрежение и рискове за регионалната сигурност;

• Кризата в Украйна и продължаващата милитаризация на Крим водещи до трайно нарушаване на геостратегическия и военния баланс на силите в Черно море;

• Нестабилността в Близкия изток, Централна Азия и Африка като генератор на рискове от повишаване на мигрантския натиск към Европа, вкл. и към нашата страна;

• Хибридните заплахи, международният тероризъм и кибератаките като главни предизвикателства пред националната сигурност;

• Членството на Р България в НАТО и ЕС и поетите политически и военни задължения по колективната отбрана на Алианса и Общата политика по сигурността и отбраната на ЕС.

1.2.2. Приоритети на отбранителната политика.

Основни приоритети на отбранителната политика са:

• Изграждането на отбранителни способности за щатните формирования от състава на ВС за изпълнение на конституционните им задължения;

• Изграждането на способностите на декларираните формирования по отношение на поетите от страната ангажименти;

• Преодоляването на дефицита от способности по отношение на поетите ангажименти по Пакета Цели за способности на НАТО, в т.ч. и с използване на агенциите на Алианса или чрез двустранни и/или многостранни проекти с наши съюзници;

• Осигуряването на участващите в операции зад граница, Силите за отговор на НАТО и бойната група HELBROC на ЕС;

• Изграждането и поддръжката на отбранителни способности, свързани с Общата политика за сигурност и отбрана на ЕС;

• Прилагането на дългосрочни мерки за преодоляването на съществуващия проблем с неокоплектоваността с личен състав и превъоръжаването с оперативно съвместимо с НАТО въоръжение и техника, при отчитане на съществуващите ограничения;

• Изпълнението на националните ангажименти по съюзния План за степенуван отговор за защита на България и Румъния.

1.2.3. Мисии и задачи на въоръжените сили.

• Дефинираните в Националната отбранителна стратегия мисии и задачи на българските въоръжени сили са запазени без промяна.

1.2.4. Ниво на политическа амбиция в отбраната.

С решение на Съвета по отбрана, обявено с МЗ № РД-84-1/19.02.2019 г., са актуализирани нивата на амбиция по две от мисиите на ВС, както следва:

• По мисия „Отбрана" е направено следното допълнение „При изпълнение на съюзни задължения и действия на територията на други страни-членки на НАТО, основен компонент е механизирана бригада от СВ";

• По мисия „Подкрепа на международния мир и сигурност" е направено следното допълнение „Военноморските сили (ВМС) участват с декларираните сили, в рамките на ресурсния еквивалент на един патрулен кораб";

Мисия „Принос към националната сигурност в мирно време" нивото на политическа амбиция е без промяна.

1.2.5. Наименования на общите сценарии за планиране.

С решение на Съвета по отбрана, обявено с МЗ № РД-84-1/19.02.2019 г. за основа на прегледа са определени следните планиращи сценарии:

1) „Защита на суверенитета на Р България и отбрана на територията на страната в колективен формат". Този сценарии е най-всеобхватен и е в основата на определянето на минималните военни изисквания по мисия „Отбрана";

2) „Участие на ВС в гарантиране суверенитета и поддържане на сигурността в страната". При този сценарий формирования от въоръжените сили поддържат изпълнението на национални и съюзни планове за разрешаване на кризи от военен и невоенен характер;

3) „Участие в операции на НАТО за изпълнение на съюзни задължения по колективната отбрана на Алианса извън територията на страната". Третият сценарий произтича от съюзните ни задължения по колективната отбрана и е в съответствие с националното ниво на амбиция, като въоръжените сили участват с декларирани формирования за защита на други съюзни държави;

4) „Осигуряване преминаването през и пребиваването на територията на Р България на съюзни сили". Този сценарий се базира на утвърдения „Национален план за оказване на поддръжка от Република България като страна-домакин на сили на НАТО";

5) „Участие в мисии и операции в отговор на кризи, извън чл. 5 от вашингтонския договор, зад граница". При този сценарии Въоръжените сили участват извън територията на страната с предварително договорени контингенти от въоръжените сили в подкрепа на мисии и операции на НАТО, ЕС, ООН или коалиции;

6) „Участие в ликвидиране на последствия при бедствия". При този сценарии Въоръжените сили имат поддържаща роля, като участват с формирования за овладяване и/или преодоляване на последствията от бедствия.

1.2.6. Стратегически допускания и ограничения по планирането[27].

Основните допускания за прегледа, са:

• към момента не съществува висока вероятност от пряка военна агресия срещу суверенитета и териториалната цялост на Република България като част от НАТО и ЕС, но в обозримо бъдеще не се изключва тенденцията за нейното повишаване;

• запазват се неустойчивите тенденции по отношение на обстановката по сигурността в регионален план;

[27] Допусканията са направени през 2019 г., преди началото на войната в Украйна.

- фокусът на планирането да е в изпълнение на задачите по колективната отбрана в рамките на член 5 от Северноатлантическия договор;
- страната развива необходимите отбранителни способности по силата на чл. 3 от Северноатлантическия договор;
- постепенно нарастват доходите на хората в отбраната в отговор на повишената конкуренция на пазара на труда, съобразно държавната политика за нарастване на доходите за достигане на средноевропейските нива;
- нараства участието ни в проекти по линия на Постоянното структурирано сътрудничество на ЕС в отбраната, на Европейската агенция за отбрана, в Европейската програма за промишлено развитие в областта на отбраната (EDIDP) и в Европейския фонд за отбрана;
- нараства необходимостта от участието на български военни формирования в съюзни многонационални формирования в държави-членки на НАТО. Ще се търсят и възможности за разполагане на територията на България на такива формирования;
- запазва се нивото на участие в ръководени от НАТО и ЕС мисии и операции зад граница;
- запазва се високата вероятност от възлагане на допълнителни задачи на българските въоръжени сили, свързани с приноса към националната сигурност в мирно време, като противодействие на тероризма, масовата миграция, кибератаки и справяне с последствията, породени от климатичните промени и природни бедствия и промишлени аварии;
- в средносрочен план ръстът на БВП се запазва;
- не се изключва вероятността от настъпване на евентуална икономическа криза със съответните негативни последици.

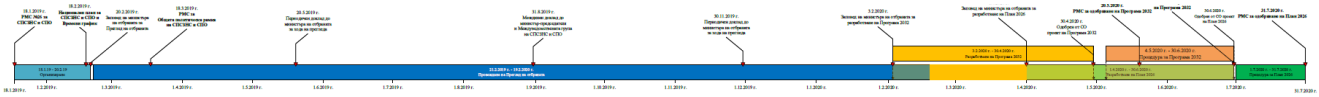
1.2.7. Прогнозна дългосрочна финансова рамка.

Съгласно „Националния план за повишаване на разходите за отбрана до 2024 г." е предвидено до 2024 г. разходите за отбрана на Р България да достигнат 2 % от Брутния вътрешен продукт (БВП) на страната. Целта е постигане на адекватно на съвременните изисквания съотношение между разходите за човешки ресурси, поддръжка и инвестиционни разходи в съотношение 60:20:20. Предвидено е най-малко 20% от разходите за отбрана да бъдат планирани за модернизация и превъоръжаване. По време на прегледа, с цел оптимизация на разходите, процентното разпределение на ресурсите е променено с решение на Политико-военната група, в отношение 60:15:25.

1.3. Пътна карта.

На Фигура 3. е показана Пътната карта за провеждането на Прегледа на отбраната.

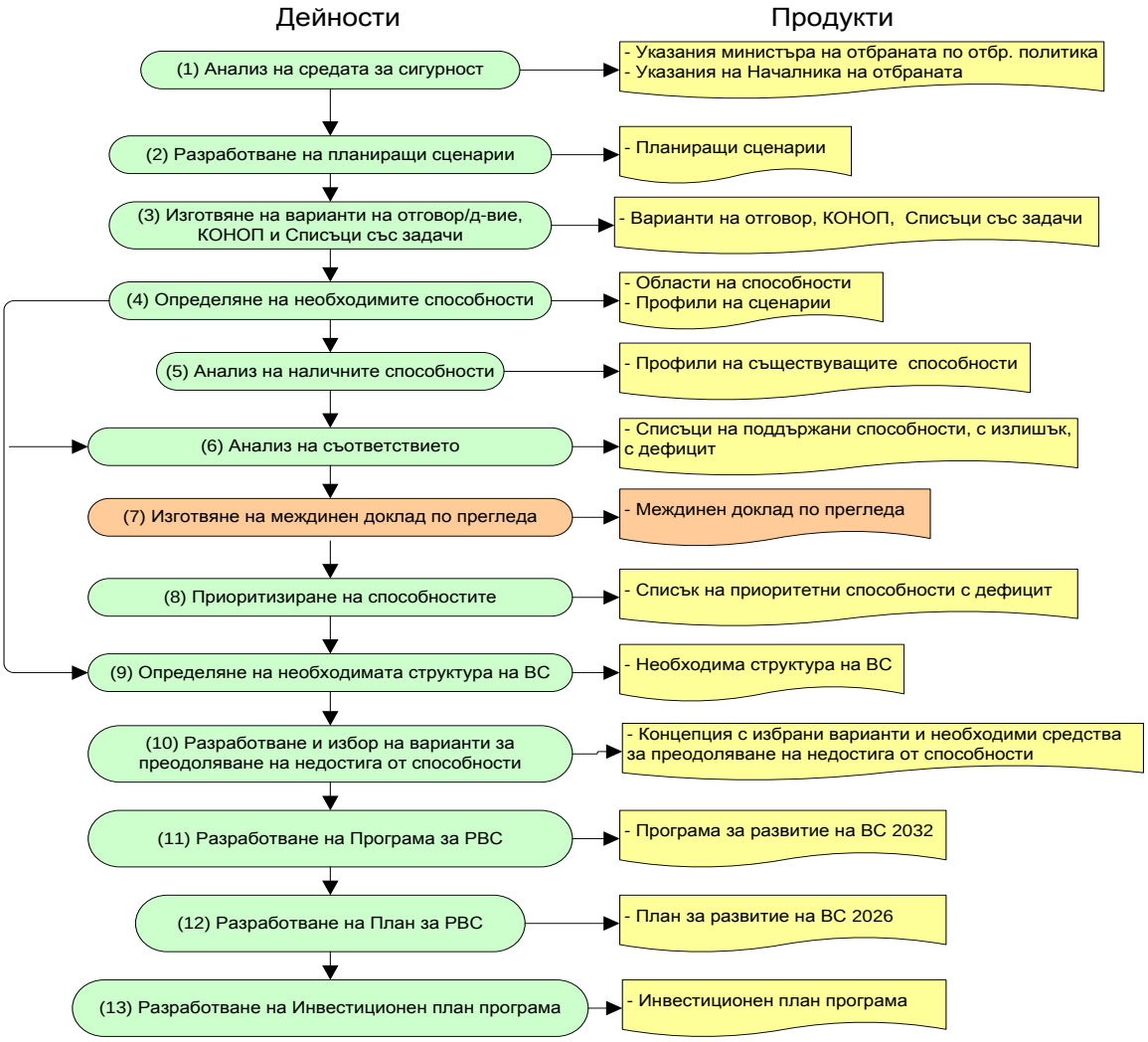
№	*Основни процеси*	*Начало*	*Край*	*Време (d – дни)*	*Ръководещ/ координиращ*	*Участващи*
1	Организиране на Преглед на отбраната	18.1.2019 г.	20.2.2019 г.	24d	МО	МО-структури
2	Провеждане на Преглед на отбраната	21.2.2019 г.	19.2.2020 г.	260d	МО,ЗМО, НО,ПСО	МО и ВС, ведомства, научни среди
3	Разработване на проект на Програма за развитие на ВС до 2032 г.	3.2.2020 г.	30.4.2020 г.	64d	МО,ЗМО, НО,ПСО	МО-структури
4	Процедура по одобряване на Програма за развитие на ВС до 2032 г. в МС и НС	4.5.2020 г.	30.6.2020 г.	42d	МС и НС/МО	ДАИО,ДПНДО, Парл. Секр.
5	Разработване на проект на План за развитие на ВС до 2026 г.	1.4.2020 г.	30.6.2020 г.	65d	НО/ДЦО	МО и ВС
6	Процедура по одобряване на проекта на План за развитие на ВС до 2026 г.	1.7.2020 г.	31.7.2020 г.	23d	МС/МО	ДАИО,ДПНДО



Фигура 3. Пътна карта за провеждането на Прегледа на отбраната

1.4. Дейности на работните групи от Направление 2 „Необходими отбранителни способности, командване и управление, организационна структура и дислокация на въоръжените сили“.

Съгласно възприетата методология [3], дейностите по Прегледа на отбраната, извършени от работните групи в Направление 2 включват дейностите от Фигура 4.



Фигура 4. Дейности по Прегледа на отбраната, извършени от работните групи в Направление 2

1.4.1. Разработване на планиращи сценарии.

Сценариите са разработени в съответствие с Указанията по отбранителна политика на министъра на отбраната. В тях са описани вероятни ситуационни събития със заплахи и рискове за националната сигурност, които е възможно да се случат през следващите 6 години. При разработването на сценариите са взети в предвид още Стратегията за национална сигурност, Националната отбранителна стратегия, задачите, произтичащи от Конституцията и ЗОВСРБ, поетите ангажименти към НАТО и ЕС и анализът на бъдещата среда на сигурност [3].

1.4.2. Изготвяне на варианти за отговор, концепции на операциите и определяне на задачите по сценариите в съответните йерархически нива.

Вариантите за отговор са разработени за всеки от сценариите. На тяхна основа са определени операциите с техните концепции. По вариантите за отговор за всеки утвърден планиращ сценарий са определени необходимите операции, след което всяка операция е декомпозирана на мисии и задачи, необходими по-късно за определянето на силите и средствата.

1.4.3. Определяне на необходимите способности.

В този етап е представена цялостната картина от планирани действия по възможните операции. Обобщени са всички определени за изпълнение от въоръжените сили задачи (необходимите способности) по всички възможни операции от планиращите сценарии. В резултат са определени минимално необходимите изисквания от способности (Minimum Capability Requirements), с които ще се постигнат целите на операциите [3]. Етапът е изпълнен от РГ 3 "Налични способности", която е разработила Профилите на съществуващите области от способности във въоръжените сили на Република България. Обобщената информацията за способностите на формированията от БА и СППМО е систематизирана по области, съгласно документа на НАТО „Кодове и описания на способностите” (Bi-SC Capability Codes and Capability Statements – CC&S). На тази основа и на базата на утвърдените „Профили на сценариите за планиране” е създадена Сравнителна матрица „Необходими - налични способности по планиращите сценарии”.

1.4.4. Анализ на наличните способности.

В този етап е направена оценка на текущите възможности на съществуващите структури за изпълнение на идентифицираните задачи в операции. Съществуващите способности са съпоставени с определените като необходими способности и по този начин, в следващия етап от процеса е намерена разликата/дефицита от способности.

1.4.5. Анализ на съответствието.

При анализа са определени областите, в които съществуващите способности са достатъчни; съществуващите способности са в излишък и дефицита от необходимите способности на ВС за изпълнение на поставените им мисии и задачи. От анализа на наличните способности спрямо изискванията, заложени в Кодовете и описанията на способностите на НАТО, са определени дефицитите от способности във въоръжените сили (ВС). Основният извод, е че притежаваните способности на почти всички налични формирования от ВС са с дефицит. Обоснована е и необходимостта от изграждането на повече от 60 нови способности във въоръжените сили. Крайните продукти от етапа са:

1) Списък с дефицит от способности;
2) Списък със способности за поддържане и развиване;
3) Списък със способности с отпаднала необходимост (излишни за ВС).

1.4.6. Приоритизиране на способностите.

Приоритизирането на способностите е извършено с цел определяне на значимостта на способностите с дефицит и на способностите за развитие и поддържане за постигането на желания краен резултат в рамките на прогнозния бюджет. Първоначално приоритизацията е извършена по реда, описан в утвърдената от министъра на отбраната „Методика за приоритизиране на спо-

собностите с дефицит" от 2010 г. В последствие е изготвена нова методика по която са приоритизирани способностите с дефицит.

1.4.7. Определяне на необходимата структура на ВС.

В този етап е определена структурата на ВС, с която следва да се отговори на изискванията на операциите.

1.4.8. Разработване и избор на варианти за преодоляването на недостига.

Изискванията на този етап са да бъдат изготвени концепции, в които да бъдат представени варианти как дадена способност може да бъде постигната (чрез придобиване на ново оборудване; промени в доктрината, обучението, организацията; чрез модернизация на техника, промени в запасите, образованието или др.) Това практически не е направено, но са посочени най-вероятните начини за постигане на дадена способност. В концепциите са включени и необходимите за постигането на способностите финансови средства.

1.4.9. Разработване на „План за развитието на въоръжените сили до 2026 г.".

Планът е крайния продукт от работата на работните групи от направлението. В него са определени организационната структура, органите за управление, подчинеността, числеността, дислокацията, въоръжението, техниката и материалните средства на военните формирования и структури от въоръжените сили, както и на доброволния резерв на въоръжените сили.

1.5. Резултати от Прегледа на отбраната.

Резултатите от анализа на текущото състояние на отбранителните способности показат, че в по-голямата част от формированията, съществуват значителни дефицити от способности, а наличното въоръжение и техника е оперативно несъвместимо с това на Алианса, което е основна причина за ограничено изпълнение на изискванията за способности на НАТО. Констатираният дефицит от способности се дължи основно на техническото и технологично изоставане в основните формирования на видовете въоръжени сили. Съществува и дефицит на личен състав, голямо текучество на военнослужещи и висок процент от незаети ключови длъжности, което е съществен фактор за наличието на дефицитите от отбранителни способности. Ресурсната оценка на прогнозната финансова рамка показва, че е достатъчна за попълването само на приоритетните дефицити от способности, кореспондиращи с изпълнението на съюзните и националните ангажименти.

Основните дефицити, които са констатирани и които приоритетно следва да бъдат преодолени, са както следва:

За Сухопътните войски – развиване на механизирана бригада и формирования за бойно осигуряване и бойна поддръжка, като се акцентира върху: 1) подготовката и повишаването на готовността на силите; 2) повишаването на огневата мощ на формированията; 3) създаването на необходимите запаси с решаваща роля за успеха на операцията; 4) развитието на способностите за разузнаване, наблюдение и целеуказване;

За Военновъздушните сили – подготовка и повишаване на готовността на силите и развитие на способности на системата за командване и управление, с основно внимание на способностите за Air Policing и тактически въздушен транспорт;

За Военноморските сили – приоритетно развитие на способностите за надводна борба и защита на силите, като се акцентира върху патрулните и противоминните сили;

За Силите за специални операции – нарастване на способностите за планиране и провеждане на специални операции;

За поддържащите способности – изграждане и развитие на киберзащитата, ЯХБЗ и развитието на КИС, както на логистичните способности за поддръжката като страна домакин.

Тези дефицити, в обобщен вид са сведени до 188 минимално необходими военни способности. Това са способности за изграждане, поддържане и развитие, които са остойностени и развити в концепции от структурите. В концепциите е оценен и прогнозния финансов ресурс, с който въоръжените сили ще разполагат за периода на планиране – до края на 2032 г. От направените разчети се оказва, че очакваният финансов ресурс за капиталови разходи е близо четири пъти по-малък от необходимото, което възпрепятства изграждането на всички определени минимално необходими военни способности (188 на брой) до края на планиращия период – 2032 година. За преодоляването на този недостиг е изготвен допълнителен анализ, при който е направено оптимизиране: 1) на разходите и 2) на необходимите способности. В резултат на този анализ и след приоритизация на способностите с дефицит са определени 38 броя способности за изграждане, с обща стойност на капиталовите разходи в размер на 8 194 364 471 лв. (25% от необходимите капиталови разходи за минимално необходимите способности). Към момента на прегледа се приема, че това е оптималният балансиран вариант, планиращ изграждането на всички декларирани формирования от Целите за способности и инициативите на НАТО, както и задължителните способности, свързани с реализирането на трите основни проекта за превъоръжаване на въоръжените сили, които са в ход. Това са проектите за: „Придобиване на нов тип боен самолет"; „Придобиване на многофункционален модулен патрулен кораб" и „Придобиване и поддръжка на основна бойна техника за изграждането на батальонни бойни групи от състава на механизирана бригада".

Освен тези основни проекта за превъоръжаване на въоръжените сили до 2026 г. е предвидено, в рамките на определения финансов ресурс, да стартират и проектите по доизграждане на тежка механизирана бригада, както и проектите за:

- придобиване на нови 7 радиолокационни станции,
- подготовката на 2 вертолета по инициативата за готовност,
- доизграждането на системата за Морска ситуационна осведоменост,
- модернизацията и ремонта на наличните фрегати клас Е-71,
- доизграждането на тактическа група за морски специални операции,
- изграждането на четвърта тактическа група за специални операции;
- придобиването на нова бойна машина за Силите за специални операции;
- изграждането на формирование за RSOM и средна транспортна рота;
- доизграждане на рота „Военна полиция".

Констатираните дефицити от способности в оперативното ниво за командване и управление са наложили реорганизиране на командванията, включително чрез формиране на Командване за логистична поддръжка и Командване за комуникационно-информационна поддръжка и киберотбрана на базата на съществуващи военни формирования. Целта на тези промени са да се постигане необходимото съответствие и оперативна съвместимост със съюзните структури.

2. Изводи

Реалностите по време на прегледа са откроили някои особености, свързани с характеристиките на: 1) Стратегическите допускания и ограничения по планирането; 2) Прогнозната дългосрочна финансова рамка; 3) Модела на дейностите и начинът за приотитизиране на способностите с дефицит. Най-съществените от тях са изброени по-долу:

1. В Ръководството за планиране на отбраната, базирано на способности, по което са осъществени всички дейности от прегледа е заложено дейностите от прегледа да се извършват по класическия „каскаден" модел т.н. The Classic Waterfall Development Model т.е. дейностите са

взаимно зависими и са пряко или косвено обвързани помежду си, като изходните продукти от една дейност се явяват входни за следващата. Такъв подход за работа е нормален при провеждането на комплексен процес като Прегледа на отбраната, но крие риск при забавяне на работата на някоя от работните групи или при **ниско качество** на разработваните продукти тези негативи да се акумулират в работата и на следващите групи. Това е недостатък на модела, който от една страна може да се забави работата на всички следващи групи, а от друга страна лошото качество на междинните резултати да **„изкриви"** крайните резултати. Такива примери не са липсвали по време на прегледа. Направените стратегически допускания и ограничения по планирането, като и дадената в началото на Прегледа прогнозна дългосрочна финансова рамка не отчитат последвалите събития, свързани с войната в Украйна, както и свързаните негативни последици от нея като настъпване на икономическа криза, повишение на цените на стоки и услуги, висок темп на инфлация и т.н. Всичко това поставя под въпрос актуалността на крайните резултати от Прегледа на отбраната за периода на планиране.

2. Друга особеност на Прегледа е извършването на приоритизацията на способностите с дефицит. Важна дейност, която определя способностите, които ще се изпълняват приоритетно пред останалите. Първоначално приоритизацията е направена по утвърдената от министъра на отбраната „Методика за приоритизиране на способностите с дефицит" от 2010 г. В тази методика са заложени параметри за определянето на приоритизирания списък на способностите с дефицит, като: тегло на сценариите; участие на дадената способност с дефицит в сценариите; риск за постигането на целите на операцията, ако съответната способност с дефицит липсва; взаимното влияние на способностите в операцията; принадената полезност на дефицит и спешността от реализирането на способностите с дефицит.

Основни недостатъци при определянето на приоритизирания списък на способностите с дефицит са, че: 1) в хода на работата е използван само списъкът на способностите с дефицит като не е отчетено, че и в списъка за поддържане и развитие също съществуват дефицити; 2) моделът не отчита балансираното развитие на способностите в общата архитектура на ВС за изграждане първо на бойните способности, способностите за бойна поддръжка и осигуряване и в последствие на логистичните способности във видовете въоръжени сили; 3) методиката се ограничава в приоритизирането на отбранителните способности в процеса на отбранителното планиране и не включва експлицитно механизми за оценка на способностите, които трябва да се постигнат по вече поети инициативи и проекти на НАТО и ЕС (например Пакета цели за способности, проекти по PESCO, Инициативата за готовност на НАТО и други); 4) методиката не отчита необходимите финансови ресурси за преодоляването на дефицитите от способности и бюджетните ограничения за съответния период, което изключва един от основните фактори за придобиването на способностите с дефицит, а именно влиянието на фиска.

Въпреки тези ограничения на методиката след извършването на приоритизация на способностите са получени добри резултати.

С цел преодоляване на посочените по-горе ограничения на методиката за приоритизация, в хода на работата са предложени следните промени:

- Организационните единици (заинтересованите структури) първо да извършат остойностяване на всички способности, определени за развитие и поддържане и тези с дефицит, за изграждане „от нула". Остойностяването на тези способности трябва да се извърши в следните три направления на разходите: за личен състав, за издръжка и капиталови разходи. Освен остойностяването организационните единици трябва да изготвят и пояснителна записка (концепция), в която да опишат как всяка от способностите ще се придобива и развива до края на периода на планиране по осемте неделими императива на способностите (доктрини, организация, подготовка, материални средства, лидерство и образование, личен състав, инфраструктура и оперативна съвместимост) .

- На следващо място е изготвена нова методика, базирана на "Cost-Efectiveness" анализ, включваща утвърдените от ПНГ критерии: 1) "Оперативна целесъобразност", определящ оперативната необходимост по фазите на операцията по 1-ви сценарий; 2) „Приоритети на НАТО и ЕС и Цели за способности"; 3) „Логическа свързаност на необходимите способности с текущите инвестиционни проекти".

В резултат от работата на работната група са приоритизирани определените 188 минимално необходими военни способности, които след отчитане на необходимите и наличните финансови средства са оптимизирани до 38 броя способности. Така на практика е определен оптималния, компромисен вариант в рамките зададения финансов ресурс, чрез който могат да се изградят всички декларирани формирования от Целите за способности и инициативите на НАТО, както и критично важните способности, свързани с реализирането на трите основни проекта за превъоръжаване на ВС.

Изброените примери са добри практики за отговор и решаване на възникналите предизвикателства в хода на работата.

От друга страна вземането на политически решения от чисто конюнктурни подбуди без тези решения да са логически обосновани и базирани на адекватни научно-обосновани методи и подходи; използването на „шорт къти" чрез директни докладни записки до министъра на отбраната за приоритетно развитие на отбранителни способности, извън вече определените като приоритетни от Прегледа на отбраната са малка част от недобрите практики, срещу които ръководството на отбраната трябва да предприеме решителни стъпки и да насърчи решения за тяхното прекратяване.

3. Заключение

Реалностите ни изправят пред редица предизвикателства, налагащи изграждането и поддържането на отбранителен потенциал, способен за адекватен отговор на съвременната среда на сигурност. Планирането на отбраната и ВС не е еднократен акт, а постоянен процес, изискващ целенасочена, системна и комплексна работа с използване на всички възможни средства, осигуряващи всеобхватност и обективност на възможните решения. Именно тази сложност е наложила въвеждането на описания по-горе подход при провеждането на Стратегическия преглед на отбраната, който интегрира експертни военни знания, методи за анализ и инструменти за подпомагане на ръководните длъжностни лица в процеса на вземане на управленски решения. Използването на този подход е предпоставка за осигуряване на обективност и прозрачност и защитимост на взетите решенията.

Придобиването на адекватни способности за Въоръжените сили е дълъг процес, който не се побира в рамките само на една програма и план за средносрочен период, а изисква наличието на дългосрочна визия. Това е комплексна задача, изискваща целенасочена, системна и упорита работа при гарантиране на необходимия финансов ресурс. В този аспект е необходимо внимателно и отговорно вземане на стратегически решения, свързани с развитието на отбранителните способности, защото взети днес, тези решения ще формират отбраната и въоръжените сили и за бъдещите поколения.

Документът е разработен по проект от Националната научна програма „Сигурност и Отбрана", финансирана от Министерството на образованието и науката на Република България в изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания 2017-2030, приета с Решение на Министерски съвет № 731 от 21 октомври 2021 г.

Литература:

1. Решение на Министерски съвет № 26/18.01.2019 г.
2. „Концепция за дългосрочно планиране на отбраната“, утвърдена със заповед на министъра на отбраната № ОХ - 313/15.04.2021 г.
3. „Ръководство за планиране на отбраната, базирано на способности“, въведено за изпълнение в МО, СППМО и БА със заповед на министъра на отбраната № ОХ-323/29.03.2019 г.

THE ROLE OF THE GREAT SHUMEN MANEUVERS IN THE DECLARATION OF WAR IN 1912

Georgi B. Georgiev

II degree military district – Shumen, town of Shumen, Republic of Bulgaria, vo-shumen@comd.bg

Abstract: *Moving away in years from a given historical event can erase its influence over others for the particular era. As such, the Great Shumen maneuvers (1912) can be considered, being the last check of the degree of preparation of the army, the correctness of the War Plan and the basis of military expertise at the strategic level.*

Keywords: *Military Maneuvers, Operational Plan, Balkan War, Shumen, 1912, Tsar Ferdinand, Major General Ivan Fichev*

Introduction

The first decade of the 20th century was marked by the strengthening and modernization of the army in conditions of contradictory attitudes of society towards it. After the Ilinden-Preobrazhen Uprising, the solution of the national ideal was seen as achievable only by military means. Bulgaria begins preparations for the upcoming test by devoting significant public resources to the development and improvement of the army. Studying the results of regional wars fought in different parts of the world, as well as the adoption of new armaments, necessitate changes in the preparation of our army. The command, assessing the military-political situation in the Balkans, defined the Ottoman Empire as an opponent of the unification of the Bulgarians in one land. In the process of planning the military actions against it, the strategic goal was also determined - a decisive strike and subsequent destruction of the opposing army group in Thrace. The first operational plan was developed in 1903, which included two phases - initial strategic defense and subsequent offensive. In the following years, as the views change, so do the Operational Plans.

In those years, the main form of checking the reached level of training in all European armies is the annual autumn maneuvers - large (with the participation of parts of several divisions) and small. Artillery units hold general camp meetings. In 1912, large-scale maneuvers were held near Shumen, which were the last check before the Balkan War.

1. Preparation of the army until 1912.

The results of the Greco-Turkish War (1897), the Anglo-Boer War (1899-1902) and especially the Russo-Japanese War (1904-1905) changed the attitudes of the Bulgarian military commanders towards assimilating Western experience. Concepts about conducting military operations also change - the offensive becomes the main form. The first test of the new ideas was the maneuvers near Somovit (1905). In 1908, an Operational Plan was adopted, developed under the leadership of Major General Atanas Nazlamov - Chief of Army Staff and further developed in 1911 and 1912 by his successor - Major General Ivan Fichev.

In it, the offensive and the conduct of operations in enemy territory are leading. The conclusion of bilateral treaties between the Balkan countries does not lead to the creation of a unified allied command, which is why adjustments to the operational plan do not change its essence. In 1910 and

1911, for political and economic reasons, no major maneuvers were held. The preparation of the Army Headquarters in 1911 was reduced to going out to terrain in the valley of the Tundzha River.

Taking into account the upcoming actions against the fortresses of Lozengrad and Odrin (according to the developed Operational Plan of the army), as well as the terrain conditions of the area around Shumen, in 1912, the postponed since 1911 bilateral fortress maneuvers took place. In military terms, the city of Shumen is the main garrison of the 4th Preslav Infantry Division and at the beginning of the 20th century it was a well-fortified city - a military fortress, developed and improved over the centuries, including with the help of German military engineers. The Shumen fortress has many features in common with those in Lozengrad and Edirne. These features are decisive for its selection as a place for army maneuvers.

Domestically, the maneuvers were preceded by two events:

- the celebration in Veliko Tarnovo (Aug.2) of the 25th anniversary of Ferdinand's ascension to the Bulgarian throne, accompanied by an impressive parade. During the celebrations, the generalship was notified of possible imminent mobilization and subsequent hostilities.
- the Crown Council held in Chamkoria (Aug.13), at which a decision was made for war with the Ottoman Empire in case of non-fulfillment of Article 23 of the Treaty of Berlin (1878).

According to the design of the maneuvers, temporary staffs have been designated for both sides:

- the offensive (RED) forces are composed of the 1st and 2nd armies with 6-7 infantry divisions. The 4th Preslav Infantry and 5th Danube Infantry Divisions, partially equipped with enlisted reservists and the 9th Pleven Infantry Division with part of their personnel, forming the 1st Army with headquarters in Razgrad, actually participated.
- the defending (BLUE) forces (is) are composed of the 10th Mixed Division (actual), completed with the newly formed 43rd, 44th, 45th and 46th Infantry Regiments and the conditional (presumed) 1st Sofia Infantry and 6th Bdin Infantry Divisions.

The both sides are equipped with artillery, cavalry, engineering and auxiliary troops, drawn from other units of the army.

2. Course of maneuvers.

The Great maneuvers were preceded by the joint divisional maneuvers (of the 4th Infantry and 9th Infantry Divisions in the area of the city of Targovishte) and were planned to take place in six operational days (from Sept.6 to Sept.11), but due to the deterioration of the foreign political situation (the events in Macedonia) and concentration of the army units around Edirne (also in the form of conducting exercise), the period has been changed and shortened (from Sept.5 to Sept.8). In addition, the sanitary situation in some settlements (in the cities of Shumen, Targovishte, Razgrad and some of the settlements around them) became more complicated immediately before the maneuvers - cases of dysentery, typhus and plague were registered among the population. By Regulation No. 2109/Aug.29 The War Department details these cases and the areas with "not particularly good water quality". This required the implementation of additional measures, including the restoration by the engineering divisions of several water mains.

The Headquarter of the maneuvers is located in Targovishte, and the direct management includes:

- Chief of Staff of the Leader (Executive Officer) – Major General Ivan Fichev - Chief of Staff of the Army;
- Senior Mediator - Lieutenant-General Nikola Ivanov - Head of the 2nd Military Inspection District.

In the planning and course of the maneuver, the two sides are guided by the "Instructions for actions during the attack and defense of fortresses", which was compiled in 1911 on the basis of similar ones in the western armies - mainly the German and French.

On Sept.7 Tsar Ferdinand arrives in the city of Shumen, accompanied by Lieutenant-General Nikifor Nikiforov – the Minister of War, and Anton Frangya – the Minister of Railways, Posts and

Telegraph. The King inspected the positions of the defenders of the fortress and, being satisfied, rewarded the soldiers with monetary rewards.

The attack was entrusted to Lieutenant-General Radko Dimitriev - head of the 3rd Military Inspection District, and he was tasked with the 1st (RED) Army subordinate to him (three infantry divisions and a mixed cavalry brigade) to advance from the line: Targovishte - the village of Trapishte – Razgrad, in the direction of Shumen and cover the fortress from the northwest. Second Army tentatively advanced from the north-northeast direction.

The defense of the fortress was entrusted to Major General Stiliyan Kovachev - commander of the 2nd Thracian Infantry Division, and he was given the task with the planned forces: "*to defend it, using the area to keep the enemy away from it for as long as possible and to postpone its crawl*”. The choice of Major General Kovachev was not accidental - as the commander of the 4th Preslav Infantry Division from 1905 to 1909, he knew the area and the fortress facilities very well - the Turkish fortifications (tabiya), forts and the garrison camp.

The units of the Shumen garrison are part of the 4th Preslav Infantry Division (RED forces), but the Shumen fortress battalion and some additionally formed infantry companies, artillery and howitzer units are included in the defense of the fortress. Reserves from several conscription were recruited at the end of August to the respective units in the form of three-week training. For example, the 7th Preslav infantry regiment grew to 46 officers and 2,224 non-commissioned officers and soldiers, and the 19th Shumen infantry regiment grew to 47 officers and 2,622 non-commissioned officers and soldiers.

Until the beginning of the maneuvers, the troops of the BLUE forces are concentrated in the Garrison Camp. Since 1890, it has been located northeast of the city and has wooden barracks for all parts of the peacetime garrison. Its dimensions allow additional units to be deployed during divisional maneuvers. For the defenders, the maneuvers actually began in the late afternoon of Sept.1, for which order No. 1 was issued to the Shumen garrison. It is announced that *"the fortress is considered to be besieged"*, with it, and its defense is divided into four sectors. Considering the general plan of the maneuvers, the main forces are concentrated in the 1st (Northwestern) sector - "from the village of Dormushkoi (modern Lozevo) to the grove, east of “Beshtepe” inclusive". The headquarters of the fortress is located in the Camp, while the engineering park, searchlight and balloon department are located in the camp barracks of the 7th Preslav Infantry Regiment (southwest of the "Beshtepe" fortification). The same order organizes engineering equipment, communication lines and the supply of ammunitions. On Sept.4 in the evening, order No. 2 is issued, which organizes the actions for the First operational day - it is planned to advance with the cavalry in the direction of Razgrad and deploy the infantry in the area of the Fisheka (modern Fiseka) height - the village of Muratlar (modern Makriopolsko) - the road to Razgrad, as protection of the forces from strikes by the 2nd Army is provided through the conditional destruction of the enemy's lines of communications (railway line and facilities at the station Sheitanjik/modern Khytrino, telegraph, bridges and fords, north of the fortress). In terms of engineering, special attention is paid to the equipment of the 1st sector and the "Ilduz Tabiya" fortification. It is intended as a place from which the king can observe the maneuvers, as *"a sumptuous lodging and a high tower have been prepared"*. Later, a tower was also erected in the area of "Moscow Tabiya". In the following operational days, the actions of Major General Kovachev's troops are in accordance with the instructions received.

As of Sept.4 Lieutenant-General Dimitriev's army occupied the regions of Targovishte (mixed cavalry brigade), the town of Dralfa (4th infantry division), the village of Lomtsi (9th infantry division) and Razgrad (5th infantry division). To fulfill the task on the 1st operational day (Sept.5), this army advanced from the starting position in the direction: the village of Muratlar with the aim of approaching. With the formation of a right flank cover (19th Shumen infantry regiment/4th division and attached three artillery batteries, a howitzer unit and five cavalry squadrons) the forward position of the defense in the western direction (south of Fisheka height - village of Nadarevo) is patrolled with

the aim of a subsequent flank attack, against those defending themselves in the direction: the village of Cherencha - the village of Lozevo - "Ildiz tabia".

During the 2nd operational day, the main forces of the two sides worked out a counter battle_on the line: Fisheka Height - Burhanlar village (modern Edinakovtsi, Khitrino municipality). The lateral cover reached the village of Cherencha and carried out a fire attack with its artillery on the retreating companies towards the village of Gradishte. Cavalry squadrons are used for flank reconnaissance in depth, cutting communications and establishing contact with units of the 2nd Army.

During the 3rd operational day, the attacking party took control of the Front position (village of Gradishte - village of Derekoj/modern Struyno - village of Varbak, municipality of Khitrino) located 6-8 kilometers from the fortress and advanced energetically in the strip village of Lozevo – village of Makak. From 02:00 p.m. it is reinforced with another cavalry brigade (the one on the BLUE forces), which is used to bypass the fortress to the village of Kyulevcha. At the end of the day, the fortress was besieged, the siege artillery was deployed and preparations for its attack began. The main forces were directed to attack the 1st sector. The flank cover (1st brigade/4th division) subordinates itself to the commander of the 9th infantry division and, advancing to elevation 201 (south of the village of Gradishte), repeats the fire attack on the retreating companies (the valley, north of the village of Lozevo).

On Sept.8 from 07:00 a.m. to 10:00 a.m. (the 4th operational day) the fortress was stormed. The units of the 5th and 9th infantry divisions attacked the fortress from "Ildiz Tabiya" to "Bestepe". The 4th Infantry Division attacked the positions around the village of Lozevo and subsequently - "Ildiz Tabia". The maneuvers end at 12:30 p.m. and by the end of the day the participants return to the camp areas.

On Sept.9 from 10:00 a.m. to 01:30 p.m. in the field between the town of Shumen and the Camp, the parade of the units that participated in the maneuvers takes place. He was watched by the King, the generalship, ministers and citizens. On the same day, all units began to return to their permanent garrisons as a matter of urgency. This is due to the concentration of the army units around Edirne and the sharp deterioration of the foreign-political situation.

Of interest is the participation of the aircraft from the Railway Battalion (Sofia), whose potential for aerial reconnaissance of the enemy and the area is also being tested in other European countries. For example, in the Great French maneuvers, the results of air reconnaissance led to decisive successes of the offensive forces, exceeding those planned. Aircraft were also used during the British Autumn maneuvers and the US Army war exercises that year. Near Shumen, it is planned to improve the use of the balloon (tested in the divisional maneuvers near the town of Sliven in 1910) and to expand the use of the aircraft for dropping bombs.

With his order No. 103/Aug.25 the Commander of the Railway Battalion determines the divisions, personnel, equipment and horses that will participate on the respective forces in the maneuvers. Additional drivers are being sent to the 4th and 5th Infantry Divisions to overcome their shortage.

An Aircraft Fleet is formed of an airplane and a balloon division, for the maneuvers. Pilots are 1st lieutenants Simeon Petrov, Hristo Toprakchiev and Nikifor Bogdanov. To supplement the departments, people from the Technical Park of the company and from the 2nd Pioneer Battalion (Peshtera town) are recruited.

The only aircraft at that time "Bleriot XI" (arrived in Bulgaria on Aug.13) was re-based in Targovishte, and the gas station and the balloon - in Shumen. In the design of the maneuvers, it was planned that each of the forces would have an airplane and a balloon, but due to problems with their delivery, they were reduced and the states changed (order No. 105/Aug.28). Thus, the airplane unit is assigned to the attacking side, and the balloon unit to the defending forces.

The results of aerial reconnaissance during the several ascents of the balloon and the only flight of the plane (Sept.6) are reported to the headquarters of the respective country, which is also reflected

in the newspapers - *"This morning, the beginning of the maneuvers, the airplane which is in the attacking army soared into the air to make reconnaissance the enemy's disposition in the fortress. ... At 10:00 the plane landed in Razgrad, where it ended up with a completed mission. It can be said that the defense army, which is located in Shumen and its surroundings, has been discovered by the enemy. This is due to the airplane. Everything is known to the headquarters of the invading army.”* (in "Utro" from Sept.7).

3. Military-political repercussions of the maneuvers.

The maneuvers were covered in the Sofia newspapers ("Mir", "Utro", "Rech" and others), and some of them sent their correspondents to Shumen. Stoyan Shangov, editor of the "Balkan" newspaper, who publishes supplements to his newspaper, also arrives in the city.

The local weekly "Obshtestven glas" is oppositional in nature and the publications are critical. However, in the issues of the months of August and September there are notes about the influence of the maneuvers on the improvement of the city and on the local business - *"The owners of establishments will have to bless these maneuvers for a long time."* (issue #40/Sept.15). The reason for the latter is the arrival on Aug.23 of reserves and units from other garrisons, as well as the release after the end of the maneuvers of the reserve units of the garrison on a two-day city leave. The favorable disposition of the population towards the army, which *"welcomed the troops as guests,"* is also confirmed. In the village of Ekische (modern Bliznatsi, Hitrino municipality) they brought bread, cheese, walnuts, vegetables. ... In the village of Aidolu (modern Seidol, Loznitsa municipality), where two regiments spent the night, they were well welcomed" (issue #40/Sept.15).

Due to its scale and the forces involved (three infantry divisions, two cavalry brigades, artillery, and supplementary units), the Great Shumen maneuvers of 1912 were a new stage in the army's preparation. In practice, basic elements of the Army's Operational Plan, developed by Major General Fichev, are being checked. Lieutenant-General Dimitriev's plan to build up the army, to approach, bypass and attack the Shumen Fortress was repeated when the Lozengrad fortress was captured.

In the course of the maneuvers, the interaction between the different types of troops, the operational re-subordination of units, the new methods of striking fire and maneuvering with artillery forces and means, the independent use of cavalry units, the use of aviation in the interests of artillery and infantry were improved. After the maneuvers, Tsar Ferdinand proposed that the partially mobilized 4th and 5th divisions be sent to the southern border, to which Major General Ivan Fichev explained that if it were a question of a future war, it would be a mistake - a violation of the mobilization plans and subsequently deployment of the army. At these arguments, Tsar Ferdinand gave up his original idea.

Detention until Sept.12 of the reserves in the 4th and 5th infantry divisions, in the artillery units and the engineering troops initially negatively affected the announced on Sept.17 mobilization because the used property is not collected and arranged in the warehouses. In the course of the mobilization, the experience gained by the commanders and reserves, facilitates its implementation in an accelerated period and subsequent strategic deployment of the army, ahead of that of the enemy.

The Great (annual) maneuvers in Bulgaria (near Shumen) and in other countries show the reached level of preparation and interaction of the various types of troops, the intentions and the way of action of the armed forces and presentation of the evolution of military thought on the eve of the upcoming war.

The results of these maneuvers inspire confidence to the generals (Nikifor Nikiforov, Ivan Fichev, Vasil Kutinchev, Nikola Ivanov and Radko Dimitriev) when expressing their opinions during the meetings (Sept.10-Sept.16) with representatives of the civilian leadership of the country - in the home of the Minister of War, the building of Council of Ministers, the building of Ministry of War and the Palace. The generals reports on the state of the army and are at the heart of the subsequent decision to declare war. The experience gained during the maneuvers in commanding divisions and armies helps

the generals to improve their skills and realize the power of the Bulgarian Army on the fields of Thrace, Macedonia and Dobrudja.

References

1. Dimitriev, Radko, Sofia, 1922, Printing House of the Military Publishing Fund, Third Army in the Balkan War, Part I.
2. Molkhov, Yako, Sofia, 1992, magazine Military-historical collection, no. 6, pp. 74-75.
3. Fichev, Ivan, Sofia, 1940, Balkan War 1912-1913 Survivors, notes and documents.
4. Battle celebration of the 5th Artillery Regiment, Sofia, 1944, Printing House of the Military Publishing Fund.
5. The war between Bulgaria and Turkey 1912-1913, Vol. I, Preparation for the war, Sofia, 1937, State Printing House.
6. History of the 3rd Army Artillery Regiment 1890-1918, Shumen, 1940.
7. History of the 7th Preslav Infantry Regiment 1885-1912/1913-1915/1918, Sofia, 1934, Printing House of the Military Publishing Fund.
8. "Obshtestven glas" newspaper, Shumen, 1912, issues 37-41.
9. State Military Historical Archive (SMHA), fund 749, inventory 2, archive unit 3, Diary of the military actions of the 1st brigade of the 4th division during the Shumen maneuvers.
10. SMHA, fund 1644, inventory 3, a.u.1, Tasks from maneuvers of the Shumen Garrison on the 1st, 2nd and 3rd operational days.
11. SMHA, fund 1653, inventory 1, a.u.45, Order book of the Railway Battalion (1912-1913).

РАЗВИТИЕ, ФУНКЦИИ И ЗАДАЧИ НА ВОЕННАТА ПОЛИЦИЯ НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ – ВОЕННОПОЛИЦЕЙСКА ДОКТРИНА

Владислав Савов

Шуменски университет „Епископ Константин Преславски" гр. Шумен, v.outlandwr@yahoo.com

Резюме: *Статията представя кратък обзор на Служба „Военна полиция" на Република България. От извършения преглед, ще се обърне внимание на военнополицейската доктрина, нейните способности, функции и задачи, по пътя към постигане на по-добро усвояване и възприемане на нови възможности и въведения. В тази връзка биха се формулирали актуални и съществени препоръки за нови концепции и въведения при използване на способи в оперативната среда и дейност.*

Ключови думи: *национална сигурност, военна полиция, доктрина, правоприлагащи органи, военни формирования*

DEVELOPMENT, FUNCTIONS AND TASKS OF THE MILITARY POLICE OF THE REPUBLIC OF BULGARIA – MILITARY POLICE DOCTRINE

Vladislav Savov

Konstantin Preslavsky University of Shumen, v.outlandwr@yahoo.com

Abstract: *The article presents a brief overview of the Military Police Service of the Republic of Bulgaria. From the review conducted, attention will be paid to military police doctrine, its capabilities, functions and tasks, in order to achieve a better assimilation and adoption of new capabilities and introductions. Appropriate and relevant recommendations will be formulated in this regard for new concepts and introductions when using methods in the operational environment and activity.*

Keywords: *national security, military police, doctrine, law enforcement, military formations*

Въведение

Доктрината за военна полиция (ВП) подпомага процеса на планиране и провеждане на операции на всички нива с цел ефективното използване на военнополицейските сили за постигане единство на усилията на съвместните сили при изпълнение на поставените задачи. Доктри-

ната за ВП (Доктрината) служи за подготовка и изпълнение на мисията чрез оперативна съвместимост с другите сили, ангажирани за постигане на целта. [1]

Прегледът и изследването на военнополицейската доктрина на Служба „Военна полиция"(СВП), има за цел да послужи за последващо изследване и сравняване спрямо възприетите доктрини от военнополицейските структури на НАТО.

Съвременните международни военни взаимодействия и операции, изискват не само задълбочено познаване на съществуващите доктрини, но и подходящи практики за съвместимост на бойните подразделения.

В резултат на този преглед и последващ анализ на военнополицейските доктрини на НАТО, би дало възможност, да бъдат приложени дейности, практики и технологии за повишаване ефективността и способите на Служба „Военна полиция" (СВП) в усъвършенстване и повишаване обезпечаването на сигурността в Българската армия, държавата, както и на своите партньори по договорите в които е страна Република България.

Днес сложната военна и социално-политическа обстановка, която се развива във връзка с войната в Република Украйна, както и засиления мигрантски поток през Република Турция, крие потенциални заплахи за националната сигурност на страната ни, нашите съседи и съюзници от северноатлантическия пакт.

Служба „Военна полиция" е един от основните компоненти на системата за поддържане на законността и реда в Българската армия и представлява ефективен механизъм за борба с престъпността и важен инструмент за предотвратяване на престъпления сред военнослужещите в армията.

Функциите, задачите, правомощията и структурата на подразделенията от СВП имат своята специфика и поради тази причина, в статията ще се обърне внимание в кратък обзор именно на тези елементи на военнополицейската доктрина.

Най-основно СВП се ангажират с осигуряването на военната дисциплина на личния състав в и извън военните формирования, като в този обхват влизат и загуба или увреждане на военно имущество, нарушаването на изискванията на устава на въоръжените сили, военните престъпления и престъпления от общ характер, класифицирани в Наказателен кодекс(НК) на Република България.

Функциите и задачите на СВП, представляват съвкупност от дейности и взаимодействие с органи на съдебната и изпълнителната държавна власт, при което военнополицейските служители са оправомощени да прилагат общото и военното законодателство, спрямо военнослужещи и цивилни служители от Министерства на отбраната.

Необходимо е да се обърне внимание на значимостта на заплахите, от извършване на престъпни деяния от военнослужещи при и по повод изпълнения на служебните си задължения и на идентични такива, извършени от граждански лица.

В този ред на мисли е необходимо да бъде отбелязано, че престъпленията в армията, като количество са значително по-малко, но тяхната значимост е много по-голяма, тъй като пряко влияят върху състоянието на бойната готовност на армията и държавата.

Криминалните и икономически престъпления в обществото, до голяма степен не представляват заплаха за националната сигурност. Те имат определен аспект и наказуемост, докато криминалните и икономическите престъпления и тероризмът в армията имат друг аспект, характеризиращ се със заплаха за националната сигурност и бойната готовност на въоръжените сили [2].

Всичко това определи избора на темата на представената статия, разкривайки нейната актуалност и определяйки общата цел.

Запознавайки се с историята и възникването на военнополицейските служби в България, в книгата „Българската Военна полиция с автор Иван Мечков се посочва, че „идеята за създаване на военнополицейски подразделения в БА води началото си от 1891 г. В глава Пета на приетия

на 03.12.1891 г. от Шестото народно събрание "Закон за устройството на въоръжените сили в Българското княжество" се предвижда по време на война да бъдат сформирани 6 етапни жандармерийски полуроти - към всяка пехотна дивизия по една, които да изпълняват военнополицейски задачи по спазване на реда и дисциплината от военнослужещите". [3]

Първи реални стъпки за сформиране на военнополицейски структури са направени през 1912 година, в навечерието на Балканската война. На 20.09.1912 година, с Указ №61 цар Фердинанд разрешава утвърждаването на "Временен правилник за службата през време на военно положение". В резултат на този правилник, със Заповед №14/ 5.10.1912 г. командващият Първа армия ген.- лейт. Кутинчев обявява за изпълнение Инструкция за службата в стражарската рота и ескадрон при главната квартира на 1-ва отделна армия. [4]

Очевидно през 1915 г. органите на Военна полиция са изпълнявали и контраразузнавателни задачи, тъй като контрашпионската служба е създадена за пръв път през същата година. През 1923 г. е издаден специален закон за попълване на военната полиция, в който са определени критерии за военен полицай: да бъде по-млад от 30 години, да има поне първоначално образование, да е честен и благонадежден, да не принадлежи към никаква политическа или класова организация, да е без природни недостатъци, които биха попречили на службата му, да не е осъждан за позорни деяния, да бъде природно събуден и сръчен. През 1944 г. със Заповед № 473/15.03.1944 г. на началника на Щаба на войската се сформират ВП роти към всяка армия (отделно от двете ВП дружини). В състава на една такава рота се предвиждат: командир и командване – 10 души, колоездачно-мотоциклетен взвод – 64 души, конен взвод – 49 души, и взвод тайни агенти – 34 души (общо 157). В структурата на взвода тайни агенти са включени: отделение за командване, група "Проследяване", група "Информация" и група "Разузнаване". Дейността на Военна полиция роти е регламентирана с "Временно упътване за разузнавателната служба в армейската военнополицейска рота". През 1945 г. (заповед № 24 от 10.10.1945 г.) военнополицейските органи се разформироват и демобилизират. Решението за възстановяване на Военна полиция е взето от МС на 01.08.1991 г. постановление № 217/ 05.11.1991 г. Мирновременният състав е от 1000 души, структурата и функциите се определят от Генералния щаб на Българската армия.

Няколко години по късно с МЗ № 985 / 02.12.1999 г. Военна полиция(ВП) и Военно контраразузнаване(ВКР) за първи път се обединяват в обща структура Служба "Сигурност – ВП и ВКР". Територията на страната е разделена на 5 регионални служби – София, Пловдив, Сливен, Варна и Плевен. [5]

На 24 юни 2011 година се приема Закон за Военната полиция, а на 04.08.2011 година е приет и Правилник за прилагане на Закона за Военната полиция. Този резултат на дългогодишен труд и отдаденост на служителите от Военна полиция е крайъгълният камък, който дава тласък и светлина по пътя на съграждането на една „нова" структура с огромен потенциал и отговорности.

В закона за Военната полиция, службата осъществява: контрол за спазването на обществения ред и военната дисциплина от военнослужещите; охранителна дейност за предотвратяване, пресичане и защита от противозаконни посегателства на лица, обекти, имущество, въоръжение, техника и мероприятия; контрол върху използването на военни превозни средства; осигуряване и контрол за спазването на установения пропускателен режим при влизане и излизане от охранявани обекти на Министерството на отбраната, структурите на пряко подчинение на министъра на отбраната и Българската армия и вътрешния ред в тях, включително чрез даване и спазване на задължителни указания при и осъществяване на: а) проверки на документите за самоличност на външни лица и служебните пропуски на работещите; б) проверки на багажа, товара и/или на превозни средства и съпроводителните им документи; съвместно или във взаимодействие с Министерството на вътрешните работи или Държавна агенция "Национална сигурност" задачи от тяхната компетентност по: а) охрана на обекти; б) разкриване, прекратяване и пресичане на те-

рористични актове, разпространяване на оръжия за масово унищожение и незаконен трафик на оръжие; в) задържане на извършители на престъпления от общ характер и освобождаване на заложници. Във връзка с опазването на реда и сигурността на Министерството на отбраната, структурите на пряко подчинение на министъра на отбраната и Българската армия служба "Военна полиция" самостоятелно и във взаимодействие с други служби за сигурност и служби за обществен ред осъществява: оперативно-издирвателна дейност; антитерористична дейност; дейност по предотвратяване, разследване и разкриване на престъпления от общ характер и полицейска регистрация на лица; информационна дейност; охранителна и контролна дейност; противопожарен контрол; разследване на авиационни произшествия и инциденти с военни въздухоплавателни средства; контрол за спазването на правилата за движение, регистрацията и техническото състояние на военните превозни средства съгласно Закона за движението по пътищата; дейности и свързаните с тях правомощия, отнасящи се до чуждестранни военнослужещи или военни формирования, техните бази и транспортните им средства на територията на Република България, доколкото това е предвидено или не противоречи на международен договор, по който Република България е страна. [6]

Изпълнението на тези функции и задачи се осъществява при строго спазване на законите на страната и зачитане на правата и свободите на военнослужещите и гражданите, както и на тяхното достойнство. При изпълнението на своите задачи служба "Военна полиция" тясно си взаимодейства освен с българските служби за сигурност и за обществен ред и с органите на съдебната власт, с командирите и началниците от всички степени в Министерството на отбраната и Българската армия, както и със сродни служби на други държави и международни организации. [7]

През месец ноември 2021 година е завършен още един фундаментален цикъл в установяването на Служба „Военна полиция“, като гарант за сигурността в Българската армия, като е съставена Доктрина за Военна полиция. В нея са заложени и до голяма степен реализирани цели и задачи предложени в изготвената през 2014 година Визия 2025, за развитие на Служба „Военна полиция“, където е посочена необходимостта от „Разработването и прилагането на концептуални и доктринални документи в областта на сигурността и отбраната ще подпомогне ефективното използване на военнополицейските сили в мисии и операции на НАТО и ЕС“. [8]

В документа „Визия 2025“ за развитие на Служба „Военна полиция“, са заложени за реализиране функции и задачи, разгръщащи допълнително потенциала на службата и нейните служители във вътрешнодържавен и международен план, които функции и задачи са приети и въведени в „Доктрина за Военната полиция“. По същество, основните дейности се заключават в „използване на служебни кучета за откриване на взривни и наркотични вещества; използване на биометрични данни за идентификация на лица; контрол и администриране на военните документи за самоличност; контрол на въоръженията и общоопасните средства във въоръжените сили извън районите на военните формирования и структури; регистрация и отчет на военните превозни средства; участие в операции по стабилизиране и възстановяване; адаптиране на стандартите, процедурите и терминологията на НАТО в работата на органите на служба „Военна полиция”[9]

В Доктрината, като „Основни функции и задачи на военна полиция“, са определени: охранителна; контролна; полицейска; антитерористична и информационни функции. [10]

Определени са и „Компоненти на военнополицейската дейност“ в изпълнение на: планиране на придвижването и транспортирането; контрол на трафика; поддръжка на придвижването и транспортирането; охрана на район; физическа сигурност; персонална сигурност; лична охрана; сигурност на информацията; киберсигурност; планиране и извършване на задържането; надзор и гаранция за законност; дейности при извършване на задържане; правоналагане; разкриване и разследване; превенция на престъпления; граничен и митнически контрол; контрол при масови безредици; използване на служебни кучета; експлоатация и събиране на предмети от ИВУ в

зоната на операцията; дейности по поддържане на обществен ред и стабилност; заместване; усилване (подпомагане); стабилизиране и възстановяване. [11]

В тази връзка обосновано може да приемем последователността и решителността в принципите и идеите на служителите от СВП за развитието и утвърждаването на службата, като гарант за сигурността във вътрешнодържавен и международен план.

Служба „Военна полиция„ регулярно провежда съвместни мероприятия със служби за сигурност на Република България, като в същото време участва и в международни учения в обща подготовка на национално ниво. За участие в коалиционни операции в рамките на НАТО, българските части на военната полиция редовно се обучават в тренировъчния център на въоръжените сили на САЩ Хоенфелс в Германия. Обучена е и военнополицейска рота за изпълнение на функциите си в хода на мисии и операции на НАТО и ЕС, чийто личен състав изпълнява задачи на ротационен принцип в състава на ИСАФ в Афганистан, участва в операцията на ЕС „Алтея", в Босна и Херцеговина, мисия за наблюдение на ЕС в Грузия, мисиите на ООН в Либерия, Камбоджа и Етиопия". [12]

Сред своите партньори от НАТО, Служба „Военна полиция" на Република България е призната за усърден, надежден и лоялен партньор, сред командирите и началниците на всички нива, както сред военния и цивилния личен състав у нас, така и по време на участие в мисии в чужбина.

В своите задължения и отговорности Служба „Военна полиция" изгражда репутация на компетентен и решаващ орган, в борбата с посегателствата и всякакъв вид престъпна дейност в армията.

Участвайки със своето оборудване, техническа и материална база, което от своя страна осигурява добри условия на работа, Служба „Военна полиция" е високо ценена за приноса си в активното сътрудничество, като страна по междусъюзническите задълженията и ангажименти. Службата разполага със собствен учебен център в състава на Центъра за логистика и подготовка на служители от СВП, който център осигурява първоначално специализирано обучение на новоназначените военнослужещи и цивилни служители, както и повишаване на квалификацията на останалия персонал.

Трябва да се отбележи, че в България има високо акредитирани военни университети, в това число и Академия на МВР, които в сътрудничество със СВП, биха могли да осигурят повишаване на квалификацията на обучаемите, свързана с изпълнението на задачи в специфични условия и среди.

През 2009 г. полските въоръжени сили декларираха пред Върховното съюзно командване по трансформацията (SACT) инициативата за създаване на Център за високи постижения на военна полиция на територията на Полша. В отговор на предложението, бе приета концепцията за MP COE на НАТО, за създаване на независима международна военна организация с център Бидгошч, Полша.

В тази връзка и предвид качествата и възможностите на СВП, пред нас стои реалната възможност по модела на Република Полша да се предложи пред нашите съюзници в НАТО, на територията на Република България да бъде създадено източно командване на „Център за високи постижения на военна полиция". По този начин биха се обособили два центъра, които условно може да разделим на източен и западен, където източният с център Република България и разположен стратегически в гр. Сливен, би обхванал нашите съседи и партньори от НАТО, за да предостави на алианса инструмент за подобряване на оперативната съвместимост на звената на военна полиция на НАТО и повишаване на сигурността в региона.

Изводи

1.Служба „Военна полиция" подхожда последователно, като рационално изграждайки своята доктрина. Службата изпълнява отговорно и пълноценно възложените й законово функции и задачи, оказвайки важна роля в поддържането на военната дисциплина, законността, реда

и сигурността в армията и държавата, като съвместно с други правоохранителни органи, участват активно в борбата с престъпността и превенцията на престъпността.

2.Създаването на нови подразделения на военната полиция ще изисква значителни финансови разходи, но ще бъдат обезпечени и ще се покрият по-широк спектър от възможности за противодействие на престъпността. [13]

3.Значимостта на заплахите при извършване на криминални или икономически престъпления от военнослужещи и цивилни служители в армията е много по-голяма, тъй като пряко влияят върху състоянието на бойната готовност на армията и националната сигурност на държавата. Докато престъпления от аналогичен тип извършени от граждани в обществото, до голяма степен не представляват заплаха за националната сигурност и бойната готовност на въоръжените сили.

Заключение

Въз основа на гореизложеното е уместно да се заключи, че изучаването на опита от дейността на военнополицейските служби на други държави, е изключително рационално и необходимо за определяне на ефективни въведения във военнополицейските доктрини. Например САЩ притежават изключително детайлна и разширена доктрина за военната полиция. [14]

Анализът по отношение на изследвания и публикации показва, че почти не е провеждано комплексно научно или практическо изследване на военнополицейските доктрини на държави членки на НАТО. В някои научни източници са разглеждани, като отделни въпроси, развитието и функционирането на военното правосъдие и взаимодействието с военнополицейски структури.

Задачите пред ръководството и личния състав на СВП е да продължат да изграждат последователно, рационално и отговорно, необходимите условия за подобряване на способностите на СВП и развитието на военнополицейските концепции на нейната дейност. Именно по този начин, устойчиво и последователно ще се подобрява и усъвършенства в своята цялост СВП, в това число и взаимодействието й с подразделенията на БА, оперативната съвместимост със службите за сигурност и обществен ред в страната в областта на националната сигурност, включително и сътрудничеството с международни съюзни институции, осигуряващи мир и безопасност, по които Република България е страна.

Необходимо е да се направят стъпки, към създаване на подразделения в СВП за своевременно интегриране на Кибер способности и използване на безпилотни летателни апарати и роботика за откриване и неутрализиране на заплахи в обхвата на военнополицейските дейности, с цел своевременно адаптиране към променящите се оперативни среди.

В тази връзка може да се счете за необходимо, регулярно да се изучават опита, функционирането и задачите на военнополицейските доктрини на чужди държави или съюзни такива, за да се формулират съответни предложения за усъвършенстване на собствената военнополицейската доктрина.

Литература:

1. Доктрина за Военна полиция, Национална публикация на въоръжените сили на Република България НП-3.16, стр.7.
2. Михайлов, Антон (2022). Работата с информатори в американските военни и цивилни агенции. Поуки за Република България, ISBN 978-619-1855-23-0, с.182-194.
3. Българската Военна полиция, Иван Мечков, стр. 15.
4. Българската Военна полиция, Иван Мечков, стр. 16.
5. Разузнавателни операции на Военна полиция на САЩ.

6. Закон за военната полиция стр.1-2.
7. https://www.mod.bg/bg/ministry_slujbi_vp.html.
8. Визия 2025, за развитие на Служба „Военна полиция“ стр.5.
9. Визия 2025, за развитие на Служба „Военна полиция“ стр.5.
10. Доктрина за Военната полиция, „Национална публикация на въоръжените сили на Република България НП-3.16“, стр.8-9.
11. Доктрина за Военната полиция, „Национална публикация на въоръжените сили на Република България НП-3.16“, стр.10-1.7
12. Зарубежное военное обозрение №10, 2012, с.49-52.
13. Михайлов, Антон (2022). Специални способи във въоръжените сили на САЩ за събиране на разузнавателна информация. Сборник доклади от Годишна научна конференция – Част II, ВА „Г.С.Раковски“, ISBN 978-619-7478-94-5.
14. Михайлов, Антон. Иво Великов. Разузнавателни операции на военната полиция на САЩ, Военен журнал 2019, бр. 1-2, ISSN 0861-7392.

EXECUTIVE AND DISPOSAL ACTIVITY PERFORMED BY THE ARMED FORCES. CONCEPT AND MAIN CHARACTERISTICS

Zhivko ST. Yordanov

Department NAVY, "G. S. Rakovsky" Military academy, Sofia, Bulgaria
GSM: +359887881809; & +359895456954; e-mail: sbs_81@abv.bg

Abstract: The executive-ordering activity is an activity carried out by the state authorities on the basis of and in fulfillment of the law. That is why the Armed Forces of the country, as a state institution, carry out activities only on the basis of and in fulfillment of the law, which is why it can be said that their activity is executive-distributive.

Keywords*:* Armed Forces, Executive-distributive activity, *Law*, State institutions

ИЗПЪЛНИТЕЛНО-РАЗПОРЕДИТЕЛНА ДЕЙНОСТ ИЗВЪРШВАНА ОТ ВЪОРЪЖЕНИТЕ СИЛИ. ПОНЯТИЕ И ОСНОВНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Живко С. Йорданов

Административната дейност е една от проявите на държавната власт. Държавната власт е единна, но тя извършва различни функции, без да нарушава своето единство. Групирането на функциите става съобразно спецификата на тези функции и предполага групиране на органите, които са натоварени да осъществяват отделните групи функции. Една от тези функции е отбраната на страната и защитата на нейната териториална цялост.

Изхождайки от легалното определение за национална сигурност посочено в чл. 2 от Закона за управление и функциониране на системата за национална сигурност (ЗУФСНС), който гласи: Национална сигурност е динамично състояние на обществото и държавата, при което са защитени териториалната цялост, суверенитетът и конституционно установеният ред на страната, когато са гарантирани демократичното функциониране на институциите и основните права и свободи на гражданите, в резултат на което нацията запазва и увеличава своето благосъстояние и се развива, както и когато страната успешно защитава националните си интереси и реализира националните си приоритети28, можем да заключим , че защитата на териториалната цялост е част от Националната сигурност на страната. Следователно в по-широк смисъл може да се каже, че Въоръжените сили са натоверане със защитата на националната сигурност на страната. Съгласно законодателството на Република България, Въоръжените сили на страната освен в отбра-

[28] Закон за управление и функциониране на системата за защита на националната сигурност, обн. ДВ. бр.61 от 11 Август 2015г, после изм и доп. ДВ. бр.15 от 22 Февруари 2022г.

ната на страната изпълняват задачи и по противодействие на тероризма, охрана на държавната граница, подпомагане на населението при бедствия аварий и катастрофи, участват в мисии и операции извън територията на Република България. Всички тези дейности са въз основа и в изпълнение на закона следователно можем да кажем, че това е изпълнителна дейност извършвана от въоръжените сили на Република България. Съгласно чл. 2 на Закона за отбраната и въоръжените сили на Република България Законът се прилага спрямо българските граждани, държавните органи, органите на местното самоуправление и местната администрация и юридическите лица, регистрирани по българското законодателство.29 Следователно дейностите по отбраната на страната и защитата на нейната национална сигурност императивно се изпълняват от всички физически и юридически лица, държавното и местното управление, което означава че едновременно тази дейност е и разпоредителна. Поради това може да се каже че дейността извършвана от въоръжените сили по Закона за отбраната и въоръжените сили на Република България е изпълнително-разпоредителна – защото едновременно тя въз основа и в изпълнение на закона и едновременно поражда задължение за всички граждани държавни местни органи да изпълняват дейностите свързано с отбраната и защитата на националната сигурност.

Административната власт се проявява и осъществява чрез административната дейност. Основните характеристики на административната дейност като про-ява на изпълнителната власт са следните:

- Административната дейност е държавна дейност. Тя е дейност по осъществяването на държавната власт. Извършва се от държавни органи или органи, на които изрично и по изключение е възложено да изпълняват функции на държавни органи.
- Административната дейност е юридическа дейност. Тя се извършва чрез правни действия, проявява се в правни действия и актове и поражда правни последици. В нея участват административно-правни субекти. Тя представлява реализация на административни правомощия на съответните органи. Чрез нея се осъществяват административните права и задължения на граждани и организации. Тя е юридически определена и институционализирана - извършва се от държавни органи с определен правен статут и компетентност.
- Административната дейност е подзаконова дейност. Тя се развива и осъществява въз основа на закона, като правомощията на администрацията произтичат от съответните закони. Административната дейност има подчинен из¬пълнителен характер по отношение на законодателната дейност на държавната власт. Основната задача на администрацията в системата на държавния механизъм е изпълнението и прилагането на волята на закона в конкретната практика на държавното управление.
- Административната дейност е изпълнителна дейност. Тя е дейност, която се развива за изпълнение на закона. Тази дейност не само се осъществява върху основата на закона, тя се осъществява в изпълнение на закона. Законите изискват механизъм за своето практическо приложение. Този механизъм се осигурява от административната дейност. Чрез актовете и действията на администрацията се осъществяват разпоредбите на законите и се реализира държавната политика.
- Административната дейност има и разпоредителен характер. Това дава основание административната дейност често да се нарича изпълнително-разпоредителна дейност. Изпълнението и прилагането на закона в практиката водят до този следващ елемент от характеристиката на административната дейност - разпоредителния й характер. За да може да изпълни и реализира творчески и конкретно законовите норми, администрацията се нуждае от допълнителни правомощия, които да й осигурят възможността да прилага абстрактното и общо правило на закона към различните конкретни случаи. Разпоредителният елемент на административната дейност

[29] Закон за отбраната и въоръжените сили на Република България, обн ДВ. бр.35 от 12 Май 2009г, посл. изм. и доп. ДВ. бр.14 от 10 Февруари 2023г.

произтича от нейната активна същност. Най-важната проява на разпоредителния характер е издаването на подзаконови нормативни актове.

- Административната дейност е държавно властническа дейност. Тя е проява на държавна власт и има властнически характер. Властническият (императивен) характер на административната дейност се проявява главно в две насоки: първо, административната дейност има задължителен характер - актовете на държавната администрация са задължителни за техните адресати, които могат да са органи, организации или граждани; второ, при неизпълнение може да бъде приложена държавна принуда - могат да се налагат принудителни административни мерки и санкции. Държавна принуда е принудата, която държавата може да използва, за да осигури правилното и законосъобразно изпълнение на актовете на държавните органи.
- Административната дейност има динамичен характер. Постигането на основните задачи на държавното управление изисква постоянен и непрекъснат процес на изграждане и развитие на нови административни актове за регулиране нови отношения.

Като се разгледа внимателно Закона за отбраната и въоръжените сили става ясно, че те извършват дейност в само и единствено въз основа и в изпълнение на закона в интерес на държавната власт и обществото. Ето защо чрез сравнителен анализ ще се усстанови дали тази дейност може да бъде определена като административна дейност от страна на държавата.

На първо място дейността по отбраната на страната и защитата на националната сигурност на Република България се осъществяват от точно определени органи, изчерпателно изброени в чл. 50 на Закона за отбраната и въоръжените сили30 и това са:

- Българската армия;
- Служба "Военна полиция";
- Служба "Военно разузнаване";
- Военните академии и висшите военни училища;
- Военномедицинската академия;
- Националната гвардейска част;
- Военно-географската служба;
- Централното военно окръжие;
- Централния артилерийски технически изпитателен полигон;
- Комендантство - МО.

Освен това Закона за отбраната и въоръжените сили императивно и изчерпателно изброява задълженията на останалите министерства и ведомства по отбраната на страната. С това може да се каже, че органите отговорни за отбраната на страната и техните задължения са изчерпателно изброени в закона, с което се изпълнява първият признак на административната дейност.

След това дейността на органите отговорни за отбраната на страната трябва да извършват правни действия, или това са действия, които предизвикват изменение в различни правоотношения. Освен това тези дейности трябва да бъдат изчерпателно изброени в закона като органът отговорен за тяхното изпълнение не може самостоятелно да определи изпълнението или незипълнението на конкретно право а то трябва да му бъде вмвнвно изрично със закон или друг нормативен или административен акт. В случая правомощията на Въоръжените сили са изчерпателно изброени в чл. 56 и чл. 57 на Закона за отбраната и въоръжените сили на Република България. Следователно и втория признак за административна дейност е изпълнен като на Въоръжените сили са вменени точно определени нормативно установени задължения. Едновременно с това са изпълнени трети и четвърти признак на административната дейност. На първо място тя е подзаконова и се изпълнява само и единствено въз основа и в изпълнение на закона и в същото време чрез законови препратки към уставите на Въоръжените сили и други правилници,

[30] Закон за отбраната и въоръжените сили на Република България, обн ДВ. бр.35 от 12 Май 2009г, посл. изм. и доп. ДВ. бр.14 от 10 Февруари 2023г.

наредби и инструкции се осъществява усъвършенстването и развитието на правно-нормативната база, което е четвъртият признак на административната дейност.

Петият признак – за разпоредителния характер на административната дейност има ясно отражение в Закона за отбраната и въоръжените сили и другите закони свързани със защитата на националната сигурност. Трябва да се отбележи, че болшинството от правните норми на тези нормативни и административни актове са създадени и предвиждат обвързана компетентност. Изключително малко норми в сферата на сигурността предвиждат оперативна самостоятелност. Освен това дейността по отбраната на страната и защитата на националната сигурност е властническа дейност – тя е дейност, чрез която държавата защитава своето съществуване от външни заплахи други фактори, които биха могли да окажат негативно влияние върху държавата и нейното общество. Едновременно с това тази дейност е свързана с държавна принуда като са предвидени редица санкции от административно-правен и наказателно-правен характер за този, който не изпълни задълженията по отбраната на страната или накърни или постави в опастност националната сигурност на страната, с което е изпълнен и шестият признак на административната дейнсот. Седмият признак – динамичния характер на националната сигурност се оббуславя с изменението на нормативните и административните актове и промяна на правните норми в сферата на сигурността и отбраната с цел да се постигне постоянно високо ниво на сигурност на обществото.

Освен това изпълнително-разпоредителната дейност изпълнявана от Въоръжените сили веднъж се извършва вътре във Въоръжените сили като има за цел да регламентира и регулира административно-правните отношения, които възникват между отделните органи и въоръжени сили в Министерство на отбраната и вътре в самите организации отговорни за отбраната и защитата на националната сигурност на страната. На второ място изпълнително-разпоредителната дейност на Въоръжените сили е насочена извън Министерството на отбраната и неговите органи и Въоръжените сили като има за цел да регулира цялостната дейност свързана с отбраната на страната и публично-правните отношения, които възникват във връзка с националната сигурност. По това дейността във Въоръжените сили изцяло следва формите на административната дейност: административната дейност извършвана вътре в административния апарат, и още по-тясно - вътре в отделна административна организация, когато се уреждат вътрешни отношения между органи или звена на административния апарат; административната дейност е насочена към субекти извън административния апарат и урежда отношения между администрацията и граждани или недържавни организации, т.е. външни отношения. Административната дейност, свързана с вътрешните отношения, се отнася до организацията, структурата, начина на работа на самия административен апарат. Административната дейност, която е насочена навън от административния апарат, е изключително важна. Тя е насочена към уреждане на отношения между държавата или държавни административни органи, от една страна, и гражданите или недържавни организации, от друга. Всъщност чрез нея се реализират основните задачи и функции на държав¬ната администрация. Държавният административен апарат не съществува сам за себе си. Той съществува, за да може да се осъществява държавното управление за постигане на целите на обществото, организирано в държава.

Други форми на административна дейност могат да бъдат подразделени в зависимост от: отделните производ¬ства и етапи на административния процес; в зависимост от методите, които се прилагат при тяхното осъществяване; в зависимост от предметното съдържа¬ние на дейността; от видовете органи, които я осъществяват, и т.н.

Най-важната класификация на формите на административната дейност се изгражда въз основата на спецификата на актовете, които администрацията издава при осъществяване на нейните функции, насочени към прилагането и изпълнението на закона. Според тази класификация има пет форми на административна дейност:

- Издаване на нормативни административни актове (администра¬тивна нормотворческа дейност).
- Издаване на индивидуални административни актове (оператив¬на изпълнително-разпоредителна дейност).
- Издаване на правораздавателни актове (административна правораздавателна дейност).
- Сключване на договори (административни договори).
- Материално-технически действия (материално-техническа дейност).

Първата форма на административна дейност – нормотворчество се заключава във възможността административният апарат да създава правни норми чрез издаване на подзаконови нормативни и административни актове. Тази дейност се осъществява напълно в рамите на Въоръжените сили на Република България като въз основа на Закона за отбраната и въоръжените сили са приети редица общи административни актове, които регламентират цялостната дейност по заюитата на сигурността и отбраната както и други обществени отношения възникващи по повод защитата на териториалната цялост и отбраната на страната. Ярък пример за административен акт от такъв тип е Наредба № Н-8 от 9 март 2011 г. за режима на корабоплаване в териториалното море, вътрешните води, пристанищата и рейдовете при осъществяване отбраната на страната.31

Пример за втората форма на административна дейност са издаваните от командирите от всички степени заповеди разпореждане, които носят в себе си реквизитите на индивидуален административен акт. Издаването на заповеди и разпореждания във Въоръжените сили е основната форма на административна дейност. Това е оперативната изпълнително-разпоредителна дейност на съответните органи, при която те издават административни актове и извършват административни действия за непосредственото и конкретно решаване на определени въпроси. Индивидуални административни актове се издават в ежедневната дейност на формированията и структурите от Въоръжените сили. Те са държавно-властнически юридически актове със задължителен характер, чрез които се осъществяват административни права и задължения на командирите, началниците и съответните органи по конкретни въпроси. Правораздавателната дейност на се изразява в действия и актове, насочени към укрепване и зачитане на законността в държавното управление. Най-ясен пример за такава дейност е системата за даване на поощрения и налагане на наказания и административния ред по който това се прави, залегнали в Закона за отбраната и въоръжените сили на Република България и правилника за неговото прилагане.

При изпълнение на своите функции формированията от Въоръжените сили могат да сключват договори. На първо място, всяко формирование за задоволяване на своите нужди от материали и услуги може да прибегне до сключване на договори за покупко-продажба, наем, доставка, строителство и др., с различни държавни и общински организации, с частни фирми и лица. На второ място, административните органи могат да сключват административни договори с частни фирми и лица за предоста¬вяне на тези фирми и лица извършването на някои административни дейности при условия, установени от закона. Примери за такива договори са държавните поръчки, някои видове концесии и др.

Формата Материално-техническа дейност се изпълнява непрекъснато от логистичните органи на военните формирования, която има за цел непрекъснатото осигуряване на учебно-бойната дейност с материални средства от различен характер. В тази форма спадат и дейностите на крайните звена за логистично осигуряване на формированията. Към тях се включват звената за материално-тилово и техническо осигуряване, медицинско осигуряване, специално техническо и друго осигуряване на формированията от Въоръжените сили.

31 Наредба № Н-8 от 9 март 2011 г. за режима на корабоплаване в териториалното море, вътрешните води, пристанищата и рейдовете при осъществяване отбраната на страната, обн. ДВ. бр. 23 от 22 март 2011г.

От написаното до тук става ясно, че изпълнително-разпоредителната дейност във въоръжените сили има всички белези на административната дейност на държваните органи на Република България. Следователно изпълнително-разпоредителната дейност извършвана от Въоръжените сили на Република България е административна дейност, извършвана от определени държавни органи, въз основа и в изпълнение на закона, която има разпоредителен характер, и чието изпълнение е скрепено с държавна принуда.

References:

1. Гиргинов, А (2012) „Абсолютната необходимост” за употреба на сила при задържане на престъпник: термини и тълкувания.– В: Адвокатски преглед, №7, с. 3-14 ISSN 9547305786.
2. Гоцев Г. (2016) Защита на сигурността и общественият ред, София:
3. Йорданов, Н. (2003) Проблеми на военноморското изкуство. София: Военно издателство.
4. Костадинов, К. (2018) Теоретични основи на оперативното използване на ВМС, София: ВА «Г.С.Раковски», ISBN: 978-619-7478-12-9
5. Крумов, К., Димитров, П и КОСТОВА, С. (2012)."Организационни, методически и правни аспекти на взаимодействието на финансовите контролни институции в публичния сектор на Република България", София: сп. Диалог;
6. Медникаров, Б.(2008) Защита на морския суверенитет. Варна: ВВМУ „Н. Й. Вапцаров“.
7. Стоянов, Н. (2017) *Автоматизирани информационни системи за боен мениджмънт*. Варна: Тера Балканика, ISBN 978-619-901-400-4.
8. Стоянов, Н. (2019) *Моделиране и симулация на бойните действия на Военноморските сили – минало, настояще и бъдеще*. Варна: Тера Балканика, ISBN 978-619-908-444-1.
9. Стоянов, Н. (2017) *Рискове и заплахи за сигурността на водната транспортно-преносна система*. Варна: Тера Балканика, ISBN 978-619-908-440-3.
10. Laurent Lagneau. "*Policiers, gendarmes et militaires de Sentinelle soumis aux mêmes règles pour l’usage de leurs armes*", 2017.

SECURITY PERESPECTIVES AND TRENDS IN THE BLACK SEA REGION

Anastas M.Chitakov, Hristo Dessev

National Military University "V. Levski", Artillery, "Air Defense and CIS" Faculty
Shumen, "K. Scorpil"str. №1, anastas_chitakov@abv.bg

Abstract : *The purpose of this report is to analyze the prospects and trends for strengthening security in the Black Sea region. The report examines the main security challenges in the region, with a focus on energy security, maritime security, geopolitical conflicts, and environmental threats. Provides effective recommendations for strengthening cooperation*

Keywords: *security challenges, energy security, geopolitical conflicts, and environmental threats, recommendations*

ПЕРЕСПЕКТИВИ И ТЕНДЕНЦИИ ЗА СИГУРНОСТТА В ЧЕРНОМОРСКИЯ РЕГИОН

Анастас М. Читаков Христо Десев

Национален Военен Университет „Васил Левски", Факултет „Артилерия, ПВО и КИС"
гр. Шумен, ул. Карел Шкорпил № 1 anastas_chitakov@abv.bg,

Черноморският регион, представлява геостратегическа област от голямо значение за международната сигурност. С течение на времето, този регион стана свидетел на различни предизвикателства и конфликти, които се отразиха на сигурността в него и в близките региони.

Настоящият доклад има за цел да анализира перспективите и тенденциите за сигурността в Черноморския регион, като разглежда актуалните и бъдещи заплахи и рискове, както и предлага

препоръки за по-ефективното им управление. Черно море се оформя като важен, но противоречив геополитически регион.

Преминавайки през редица политически промени през вековете, региона отново се превръща в обект на внимание. Географията, чуждите интереси и връзките на региона с останалата част на света са основните фактори, които обясняват това засилване на интереса. Свързвайки Европа с Азия, Черно море е ключов мост между Север и Юг, Изток и Запад. Нефтът, газът, транспорта и търговските пътища са от съществено значение за нарастващото значение на региона.

Въпреки това, истинските приоритети и нужди на региона все още са широко пренебрегвани както от вътрешни, така и от външни сили. Въпреки нарастващия интерес от страна на всички - от петролни магнати до външни министри - Черно море продължава да не привлича достатъчно внимание от тези, които биха могли да помогнат на страните от региона, да решат техните общи проблеми заедно, вместо това се получава една жестока конкуренция за власт и влияние. Част от вината за това състояние се крие във провала на регионалните актьори да постигнат обща визия за бъдещето. Появата на Черно море, като регион, между региони и конфликтният дневен ред на могъщи местни и външни играчи, изкривяват необходимия регионален фокус и по този начин замъгляват последиците.

За да навлезем малко по детайлно в тематиката, нека очертаем няколко основни фактора, които оформят тенденциите и перспективите за развитие пред Черноморския регион.

1. Енергийна Сигурност

Войната в Украйна предизвика рязка промяна в геополитическата обстановка в региона на Черно море и Кавказ. Това доведе до актуализация на стари противоречия и появата на нови, които заплашват да нарушат стабилността в региона. В някои случаи войната в Украйна ускори процеси, които вече бяха в ход, като например разширяването на НАТО и засилването на влиянието на Запада в региона. В други случаи тя предизвика нови процеси, като например нарастващата несигурност и фрагментацията на регионалната система. Енергийната сигурност е пряко зависима от тези събития. Черноморският регион играе важна роля в енергийната сигурност на Европа, особено чрез транспорта на природен газ и нефт от Близкия изток и Централна Азия. Перспективата за развитие на нови енергийни маршрути и проекти, като "Южен газов коридор" се превръща в по разширено понятие което включва, "Трансанадолийския газопровод и Трансадриатическия (TAP през Гърция и Албания, по дъното на Адриатическо море до Италия), като капацитета му се увеличава от 10 на 20 млрд. куб. м. годишно.

- "Трансанадолийския газопровод" имат за цел да диверсифицират доставките на газ и да подобрят енергийната сигурност в региона.има потенциал да промени геополитическите .динамики в региона. Турция и Европа ще получат повече природен газ от Азербайджан, след като капацитетът на Трансанадолския газопровод (TANAP) е увеличен, като до края на 2023 г.

се очаква да бъдат изнесени 22,2 млрд. куб. м. синьо гориво. От това количество 10,2 млрд. куб. м. са предназначени за Турция, а 12 млрд. куб. м. - за Европа.

Перспективата е увеличаването на капацитета на TANAP до 32 млрд. куб. м. през следващата година, което ще даде възможност на Азербайджан и други държави да изпращат повече газ към Европа. Това ще подобри енергийната сигурност на Европа и ще увеличи ролята на Азербайджан и Турция в този процес. С реализирането на този проект, Турция преминава от ролята на енергиен коридор, към ролята на енергиен хъб. Това означава, че Турция вече не просто пренася газ от една точка в друга, но и може да го съхранява и преработва.

2. Морска Сигурност

Черноморският регион е от съществено значение за световната морска търговия и енергиен транспорт. Нарастващите напрежения и конфликтът в Украйна създават сериозни предизвикателства за морската сигурност и свободата на плаване в региона.

Черно море е важен транспортен коридор, който свързва Европа, Близкия изток и Азия. През него преминават значителни количества товари, включително петрол, газ и други суровини. Сигурността на търговския флот и пропускливостта на пристанищата в региона са от съществено значение за стабилността на световната търговия и енергийната сигурност. Нарастващите напрежения между Русия и НАТО, както и военните действия в Украйна ни насочват погледа към разполагането на енергийни инфраструктури в Черноморския регион, като петролни и газови платформи и морски кабели. Тези енергийни инфраструктури могат да създадат уязвимости пред терористични атаки и саботажи. Необходимо е да се гарантира, че тези обекти са добре защитени и отговарят на международните стандарти за сигурност.

Черноморският регион е важен център за производството и транспорта на енергия. В него се намират значителни запаси от нефт и газ, както и ключови енергийни инфраструктури. Това го прави привлекателна цел за терористични групи и други недържавни актьори. Терористични атаки срещу енергийни инфраструктури могат да имат сериозни последици. Те могат да доведат до загуба на животи, замърсяване на околната среда и прекъсване на доставките на енергия.

За да се предотвратят тези рискове, е необходимо да се предприемат мерки за укрепване на сигурността на енергийните инфраструктури в Черноморския регион. Тези мерки включват:

- Засилено наблюдение и охрана на обектите;
- Използване на модерни технологии за сигурност;
- Сътрудничество между държавите от региона за обмен на информация и обмен на опит.

Военните действия в Украйна, създават нови рискове за морската сигурност в Черно море. Русия разполага със значителна военноморска мощ в региона, която може да бъде използвана за ограничаване на достъпа на други държави до черноморските води. В допълнение, конфликтът в Украйна може да доведе до замърсяване на Черно море, което допълнително да затрудни корабоплаването.

Нарастващите предизвикателства за морската сигурност в Черноморския регион изискват от международната общност да предприеме мерки за укрепване на сигурността в региона. Това включва сътрудничество между държавите от региона за споделяне на информация и обмен на опит, както и укрепване на потенциала на международните организации за наблюдение на морската ситуация. В отговор на тези предизвикателства, международната общност трябва да предприеме мерки за укрепване на морската сигурност в Черно море. Тези мерки включват:

- Сътрудничество между държавите от региона за споделяне на информация и обмен на опит. Това включва споделяне на разузнавателна информация, съвместни морски патрули и създаване на регионални механизми за справяне с кризи.

- Укрепване на потенциала на международните организации за наблюдение на морската ситуация. Това включва укрепване на способностите на Черноморската комисия за морско сътрудничество (БЧКМС), както и на други международни организации, като НАТО и Европейския съюз.

Международната общност също може да увеличи инициативата си в укрепването на сигурността в Черноморския регион. Това включва подкрепа за усилията на държавите от региона и разработване на международни стандарти за сигурност.

3. Геополитически сблъсъци

Основната идея на регионалното сътрудничество е, че според него всяка страна може да се сдобие с допълнителна печалба, по- голяма от тази, която иначе би имала, ако действа сама. Страните от Черноморския регион, трябва по-усилено да кооперират своите действия. Защото въпреки усилията, Регионът остава сцена на геополитически сблъсъци и териториални спорове, които водят до засилено напрежение и имат непосредствено въздействие върху морската сигурност:

- Кризата в Украйна: След анексията на Крим от страна на Русия и конфликта в източната част на Украйна, Черноморският регион стана фокус на глобалната внимание. Напрежението в регионалния морски коридор и ролята на Русия в поддържането на стабилността остават критични предизвикателства.
- Спорът за Крим: Териториалният спор за Крим представлява сложен въпрос за морската сигурност, особено около Кримския полуостров и Кримския канал. Въпросът за свободата на преминаване и контролът върху важни морски пътища също е от значение.
- Спорът за Абхазия и Южна Осетия: Грузия и Русия имат недовършени териториални спорове в Абхазия и Южна Осетия, които засягат морската сигурност в Черно море. Решаването на тези спорове е от критично значение за стабилността.
- Санкции на международната общност: Международната общност включително Европейския съюз и САЩ наложи санкции срещу Русия като реакция на анексията на Крим. Тези санкции имат важни икономически и политически последици за региона.

Ролята на Русия в Черноморския регион е от съществено значение за морската сигурност:

Ако обърнем внимание на военния присъствен статус: Русия поддържа значително военно присъствие в Крим и на Черноморското крайбрежие, което включва и разгръщане на нови военни бази. Този аспект поражда напрежение и засяга сигурността в региона.

Разглеждайки енергийните ресурси:

Русия е ключов доставчик на природен газ към някои страни в региона. Тази енергийна зависимост може да оказва влияние върху решенията и сигурността на страните-получатели.

Турция, като геополитическа сила, оказва значително влияние в Черноморския регион и има ключова роля в сигурността и стабилността в региона. Тя има ключова роля в управлението на миграционните потоци от Близкия изток и Африка към Европа. Споразумението между ЕС и Турция от 2016 г. има голямо влияние върху сигурността и миграционните предизвикателства в региона. Няма как да пренебрегнем и че заема стратегическо положение, свързващо Европа с Азия. Този географски факт я прави важен играч във връзките между Източния и Западния свят и контролирането на морски пътища като Босфора и Дарданелите.

Перспективите за напред ни посочват че Черноморският регион разполага с голям икономически потенциал, който може да бъде използван чрез насърчаване на търговията, инвестициите и структурните реформи. Черноморският регион съчетава богатство от икономически, политически и стратегически аспекти, които определят неговото бъдеще. С развитието на икономиките, енергийната сигурност и политическите отношения, регионът може да играе все по-важна роля в световната арена. Въпреки това, геополитическите сблъсъци и предизвикателствата по отношение на сигурността не трябва да бъдат подценявани.

За да се осигури благосъстоянието и устойчивостта на Черноморския регион, се изисква постоянна дипломация, сътрудничество и усилия за управление на кризите. В съчетание с устойчиво развитие и опазване на околната среда, регионът може да изгради по-стабилно и благоприятно бъдеще за своите жители и за света като цяло.

4. Екологични заплахи

Екологичните заплахи в Черноморския регион се явяват сериозен проблем и оказват неблагоприятно въздействие върху морската среда, биоразнообразието и устойчивото развитие на региона.

Някои от най-сериозните екологични заплахи включват:

- Замърсяване на водите: Изтичането на отпадъчни води, промишлени разливи и замърсяването от кораби представляват сериозна заплаха за качеството на водата в Черно море. Това може да доведе до намаляване на биоразнообразието, отравяне на рибни видове и увреждане на екосистемите.
- Неправилно управление на бреговата ивица: Намаляването на бреговата ивица и незаконната застрояване на брега са разпространени проблеми в региона. Това може да увеличи риска от наводнения, ерозия и загуба на естествени обиталища.
- Изчерпване на рибните запаси: Прекомерният риболов и незаконният риболов представляват заплаха за рибните запаси в Черно море. Този процес може да доведе до изчезване на някои видове риба и дисбаланс в морските екосистеми.
- Изтичане на петрол и химикали: Разливи на петрол и химикали, както и инциденти с танкери, могат да причинят сериозни замърсявания и вреди за морската среда и биологичното разнообразие.
- Изменение на климата: Изменението на климата има дългосрочни последици върху Черно море. Повишаването на температурите и изменението на хидрологичните условия могат да доведат до по-голяма соленост и изменения в екосистемите.

За справяне с тези екологични заплахи, държавите в Черноморския регион и международната общност трябва да сътрудничат в усилията си за опазване на морската среда и насърчаване на устойчивото развитие на региона. Това включва прилагане на строги околна среда закони, наблюдение на замърсяването, устойчиво управление на риболова и насърчаване на образователни и информационни инициативи за осведомяване на обществото за значението на опазването на Черно море.

Заключение

Ако обобщим можем да кажем, че Черноморският регион е сложен и динамичен актьор в световната геополитика и икономика. Няколко са ключови фактора и тенденции, които могат да оформят неговото бъдеще.

Икономическата интеграция и растежът имат потенциал да насърчат стабилност и процъфтяване в региона. Енергийната сигурност и доставките на природен газ са критични за енергийната стабилност на Европа и Черноморският регион има значителна роля в този аспект.

Политическите сблъсъци и състезания, както и екологичните предизвикателства, не следва да бъдат подценявани и изискват общи усилия за управление. Сигурността и стабилността на региона остават от съществено значение.

Продължаващото сътрудничество, координиране и дипломацията са от ключово значение за решаването на проблемите и използването на възможностите в Черноморския регион. Работата за опазване на екосистемите, устойчивото развитие и сътрудничеството по множество фронтове имат потенциал да укрепят регионалната стабилност и благосъстояние.

Черноморският регион към днешна дата съчетава предизвикателства, възможности, и сътрудничеството между държавите в него, където международната общност играе решаваща роля в формирането на неговото бъдеще.

Литература:

1. Национален институт за стратегически изследвания. (2020). "България иЧерноморският регион: състояние и перспективи". УИ "Наука и изкуство".
2. Стефанов, С. (2015). "Геополитиката на Черно море: интереси и влияния". УИ "Св. Климент Охридски".
3. Smith, M. (2018). The Geopolitics of the Black Sea Region: A Comprehensive Analysis. Routledge.
4. Popescu, N., & Wilson, A. (Eds.). (2009). The Handbook of the Black Sea. Center for European Policy Studies .
5. 5.European Council on Foreign Relations. (2020). The EU and the Black Sea: New Realities, New Policies. Retrieved from https://www.ecfr.eu/publications/summary /the_eu_and_the_black_sea_new_realities_new_policies.
6. International Crisis Group. (2021). CrisisWatch. Retrieved from https://www.crisisgroup.org/crisiswatch.
7. European External Action Service. (2020). Black Sea Synergy - A Roadmap for the Black Sea Region. Retrieved from https://eeas.europa.eu/headquarters/headquarters-homepage/82191/black-sea-synergy-roadmap-black-sea-region_en.

ANALYSIS OF CRISES IN BLACK SEA REGION AND THE RESULTING THREATS AND RISKS TO INTERNATIONAL AND NATIONAL SECURITY

Anastas M. Chitakov

National Military University "V. Levski", Artillery, "Air Defense and CIS" Faculty
Shumen, "K. Scorpil"str. №1, anastas_chitakov@abv.bg

Abstract : *The purpose of this report is to conduct an analysis of the crises in the Black Sea region and the resulting threats and risks to international and national security. The report will examine the security zones in the region, the characteristics of the main crises and conflicts, as well as the threats and risks to international and national security arising from these crises and conflicts. The objective is to provide an objective assessment of the situation in the region and to propose recommendations for more effective management of the threats and risks to international and national security in the Black Sea region.*

Keywords: *Security zones, Black Sea Region, conflict, crises, cooperation, influence, geostrategic importance, security challenge*

АНАЛИЗ НА КРИЗИТЕ В ЧЕРНОМОРСКИЯ РЕГИОН И ПРОИЗТИЧАЩИТЕ ОТ ТЯХ ЗАПЛАХИ И РИСКОВЕ ЗА МЕЖДУНАРОДНАТА И НАЦИОНАЛНА СИГУРНОСТ

Анастас М. Читаков

Национален Военен Университет „Васил Левски", Факултет „Артилерия, ПВО и КИС"
гр. Шумен, ул. Карел Шкорпил № 1 anastas_chitakov@abv.bg,

В наши дни Черноморският регион е подложен на значителен натиск от различни кризи и конфликти, които се отразяват върху международната и националната сигурност. В този контекст, анализът на зоните за сигурност в Черноморския регион е от съществено значение за разбирането на разнообразните заплахи и рискове за сигурността в района. Разбираемо е, че в световен мащаб международната сигурност е винаги на първо място в дневния ред на правителствата и международните организации. В светлината на това, Черноморският регион е от решаващо значение за сигурността на Европа и света.

Разположен на периферията на Европа, регионът има сложна геостратегическа позиция, която го прави особено уязвим на различни видове заплахи и рискове. Един от ключовите аспекти на международната сигурност в Черноморския регион е самата зона, която обхваща морски, трансгранични и енергийни интереси на различни държави.

Регионът на Черно море е от геостратегическо значение, поради традиционното си местоположение на кръстопът между Европа, Близкия Изток и Азия, той има значителна икономическа и политическа роля в международния аспект. Освен това, Черноморският регион е бил засегнат от различни кризи и конфликти в последните десетилетия, които са оказали влияние върху сигурността на региона и на света като цяло.

В този контекст, настоящият доклад има за цел да извърши анализ на кризите в Черноморския регион и произтичащите от тях заплахи и рискове за международната и националната сигурност.

Докладът ще разгледа зоните за сигурност в региона, характеристиките на основните кризи и конфликти, както и заплахите и рисковете за международната и националната сигурност, произтичащи от тези кризи и конфликти. Целта е да се даде обективна оценка на ситуацията в региона и да се предложат препоръки за по-ефективно управление на заплахите и рисковете за международната и националната сигурност в Черноморския регион.

След като направихме кратък преглед на Черноморския регион и важността му за международната и националната сигурност, сега ще преминем към по-конкретния анализ на кризите, които са възникнали в този регион, както и за причините за тях. За да можем да направим това, първо трябва да разгледаме зоните за сигурност в Черноморския регион и да проучим как те са взаимосвързани с кризите, които са възникнали в този регион. След това ще разгледаме основните кризи и конфликти, които са възникнали в Черноморския регион и причините за тях, за да можем да изготвим анализ на заплахите и рисковете за международната и националната сигурност.

- Зони за сигурност в Черноморския регион

Черноморският регион е област с изключително голям геостратегически интерес поради своето географско местоположение и икономически потенциал. Това обаче също така го прави и регион с висок риск от кризи, конфликти и заплахи за сигурността на международната и националната общност. Затова е от изключително значение да се разгледат зоните за сигурност в Черноморския регион, които са ключов фактор за гарантиране на стабилността в региона.

Един от основните фактори, допринасящи за нестабилността в Черноморския регион, е наличието на териториални спорове и конфликти. Такива са например спорът между Украйна и Русия за Крим, конфликтът в Нагорни Карабах и т.н. В този контекст зоните за сигурност в ре-

гиона играят важна роля за предотвратяване на военни действия и запазване на мира и стабилността в областта.

Освен това, зоните за сигурност в Черноморския регион са свързани с контрола на морските пътища, тъй като регионът е важна морска транспортна артерия, свързваща Европа с Азия и Близкия изток. Това прави зоните за сигурност в региона особено важни за предотвратяване на терористични актове, контрабанда и други престъпни дейности.

В тази насока, зоните за сигурност в Черноморския регион включват международните морски води, крайбрежните зони и териториалните води на държавите в региона. Те трябва да бъдат добре защитени и контролирани, за да се гарантира сигурността на международния и националния ред.

След дефинирането на зоните за сигурност в Черноморския регион, ще преминем към подетайлен анализ на всяка от тях.

- Зоната на Кавказ е една от най-важните зони за сигурност в Черноморския регион. Тя включва страни като Русия, Грузия, Армения и Азербайджан и В тази зона има много взаимоотношения между тези страни, които често са много напрегнати и дори водят до конфликти.

Южен Кавказ е географски близък до Черноморския регион и затова е важен за сигурността на този регион. Конфликтите в Абхазия и Южна Осетия между Грузия и Русия, както и между Армения и Азербайджан, допринасят за напрежение и нестабилност в Южен Кавказ и имат въздействие върху Черноморския регион.

Например, Русия има интерес в Южен Кавказ, особено в Армения и Азербайджан, поради техните енергийни ресурси и геополитическото им местоположение. Русия поддържа военно присъствие в Армения и има стратегически договорености с Азербайджан за газопровода "Южен поток". Тези фактори имат въздействие върху сигурността на Черноморския регион.

Освен това, присъствието на Турция в Южен Кавказ е от значение за сигурността на Черноморския регион. Турция има икономически и политически интереси в региона и участва активно в мироустройството на конфликтите между Армения и Азербайджан.

Като цяло, Южен Кавказ е важен регион за сигурността на Черноморското пространство поради близката географска локация, общите икономически и политически интереси, както и конфликтите и напрежението, което се възпроизвежда в региона.

Например, един от основните конфликти в зоната е между Русия и Грузия. Това доведе до война през 2008 година, която възстанови контрола на Русия върху региона.

Все още има сериозни рискове и заплахи за сигурността в зоната на Кавказ. Например, напрежението между Армения и Азербайджан в региона. Нагорен Карабах дълго време предизвикваше конфликти и напрежение между двете страни. Възможно е да се разкъса крехката договореност за прекратяване на огъня между двете страни, която беше подписана след кървавия конфликт в района през 2020 година.

Освен това, съществува риск за сигурността и от терористични групировки в зоната на Кавказ. В Чечения и Дагестан, например, има дългогодишен конфликт между местните сепаратистки групи и руските власти, който в миналото е предизвикал редица терористични актове.

Следователно, зоната на Кавказ е много важна за международната и националната сигурност. Все още има много заплахи и рискове, които трябва да се вземат под внимание от международната общност, за да се поддържа мир и стабилност в региона.

- Втората зона за сигурност е Черноморския басейн, който включва Румъния, България, Украйна, Русия, Турция, Грузия и Армения. Тази зона е от особено голям интерес за нашето изследване, тъй като тук са разположени едни от най-важните енергийни маршрути в региона и транзитните маршрути, които свързват Европа и Азия.

Един от най-сериозните конфликти в зоната е кризата в Украйна, която започна през 2014 г. и се развиде в открит военен конфликт в наши дни.

В тази зона има значителни икономически, енергийни и политически интереси, което я прави много важна за международната сигурност. Заплахите за сигурността в тази зона са свързани с международни конфликти, нелегална имиграция, наркотрафик, тероризъм и кибератаки.

През август 2020 година в Турция се изправи пред дипломатическа криза с Гърция, заради спорове относно правото на добив на нефт и газ в Средиземно море. Също така, турските действия по изграждането на ядрена електроцентрала в Аккую, на 12 км от гръцките острови Лесбос, Самос и Хиос, създават допълнително напрежение в региона.

През септември 2020 година Грузия беше свидетел на политическа криза, след като резултатите от парламентарните избори бяха оспорени от няколко опозиционни партии, което доведе до масови протести на улиците на столицата Тбилиси и други градове.

Също през септември 2020 година отношенията между Турция и Гърция отново се влошиха, този път поради спорове относно правата върху риболовните зони в Егейско море. Турските морски сили провокираха гръцките крайбрежни сили в спорните зони, което доведе до влошаване на напрежението.

Положителна тенденция се появи през 2021 година, когато насилието в Нагорен Карабах между Армения и Азербайджан е спряно след постигането на договореност за прекратяване на огъня. Този конфликт е засегнал границата между Грузия и Азербайджан и е предизвикал възражения и протести в градовете в близост до границата.

Отрицателните последици са обаче се засилват след април 2021 година, когато Европейският съюз засили санкциите срещу Русия в отговор на нейните действия в Украйна, за нарушаване на международното право. Това доведе до допълнително напрежение, особено между Украйна и Русия, което към днешна дата си е един огромен конфликт с много човешки жертви, икономическите последици от който са изключително застрашаващи за нормалното функциониране на близките държавни икономики.

В същото време, страните в региона се опитват да заздравят своите взаимоотношения. През 2021 година Турция и Румъния подписват меморандум за разбирателство, който цели да заздрави сътрудничеството между двете държави в областта на отбраната, икономиката и културата.

Също така, България и Румъния укрепват сътрудничеството си в областта на енергетиката, като разработват проекта за строеж на газопровод "България-Румъния-Унгария-Австрия" (BRUA).

Въпреки това, отношенията между Русия и държавите в региона остават напрегнати, особено след укрепването на отношенията между Турция и Украйна. Въпреки че тези събития може да се изглеждат като начало на заздравяване на взаимоотношенията, е ясно че съществуват все още значителни рискове и заплахи за сигурността на региона.

- Третата зона за сигурност е влиянието на Близкият Изток и Средиземноморието, който включва Израел, Ливан, Сирия, Египет, Турция, Гърция, Кипър и други държави в региона. В тази зона има значителни политически и религиозни конфликти, които представляват заплаха за сигурността на този регион и света като цяло.

Черноморският регион е изключително важен за международната политика поради своята географска локация, която го прави кръстопът на икономически, културни и религиозни пътища

В последните години се случиха множество важни събития, които имат голямо влияние върху геополитическата ситуация в региона. През 2020 г. конфликтът между Армения и Азербайджан за Нагорни Карабах вдигна напрежението в региона до най-високо ниво.

През същата година, Турция и Гърция се оказаха в сблъсък поради спорове за граничните им води в Средиземно море. Тези сблъсъци породиха повече напрежение и несигурност в региона.

През 2021 г. Израел, ОАЕ и Бахрейн подписаха меморандум за разбирателство, който може да отвори път за по-нататъшни сделки и споразумения между държавите в региона. В същото време, кризата в Сирия продължава да държи региона в напрежение и да предизвиква хуманитарна криза.

- Третата зона за сигурност е изправена пред големи рискове и заплахи, но в същото време представлява и възможност за сътрудничество и съвместни проекти, които могат да донесат мир и стабилност в региона.
- Четвъртата зона за сигурност е влиянието на Централна Азия, където се включват Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Киргизстан и Туркменистан. В тази зона има сериозни заплахи за сигурността, като например тероризъм, наркотрафик, организирана престъпност и религиозни конфликти. Макар и да са отдалечени един от друг.

Черноморският регион и Централна Азия имат свързаност в контекста на сигурността. Например, Централна Азия е едно от геостратегически важните региони, чрез които преминава маршрутът на транспортната и енергийната инфраструктура към Европа. Затова отражението на стабилността и сигурността на тези държави, рефлектира върху сигурността и стабилността на Черноморския регион и на Европа като цяло. Освен това, многобройни международни терористични групировки и престъпни организации имат свои корени в Централна Азия, което прави въпроса за сигурността на този регион от голямо значение за всички съседни региони, включително Черноморския.

Събирайки всичко казано, можем да заключим, че сигурността в Югоизточна Европа и Централна Азия е тясно свързана със сигурността в Черноморското пространство, чрез различни фактори като геополитически интереси, енергийна сигурност, въоръжени конфликти, тероризъм, миграция и други. Взаимоотношенията между държавите в тези региони играят ключова роля в запазването на мира и стабилността в региона.

Черноморският регион е от решаващо значение за сигурността в Югоизточна Европа, като той е транзитна зона за енергийни ресурси, търговия и миграция. В същото време, Черноморският регион е свързан с Централна Азия чрез транспортни коридори, което го прави ключово място за транзит и търговия. Същевременно, регионът също е важен за Европейския съюз и НАТО поради неговото геостратегическо положение.

В заключение, е ясно, че сигурността в региона е взаимно свързана и изисква сътрудничество и координация между държавите. За да се запазят мира и стабилността в региона, е необходимо да се намали напрежението и да се насърчава диалогът и дипломацията, които са най – успешните инструменти за реализиране на държавните интереси.

Литература:

1. Дорси, Джеймс, и Джефри С. Уайнберг. "Черноморският регион: Стратегически предизвикателства и възможности." CSIS Press, 2022.
2. "Черноморският регион: Тенденции и предизвикателства." Черноморската икономическа общност, 2023.
3. "The Black Sea Region: Strategic Challenges and Opportunities" by the Center for Strategic and International Studies (CSIS).
4. "The Black Sea Security: A New Agenda" by the Carnegie Endowment for International Peace
5. "The Black Sea: A Sea of Troubles" by The Atlantic Council.
6. "The Black Sea: A New Geopolitical Arena" by the Friedrich Ebert Stiftung.
7. "The Black Sea: A Regional Security Complex in Transition" by the European Union Institute for Security Studies.

SECURITY MANAGEMENT SYSTEM IN THE TECHNOSPHERE

Hristo A. Desev

National Military University "V. Levski", Artillery, "Air Defense and CIS" Faculty
Shumen, "K. Scorpil"str. № 1

Abstrakt: *The technosphere safety management implements several systems to ensure human safety in the technosphere, namely: labor safety, environmental safety, emergency safety. Therefore, in terms of technosphere safety, they have common goals and objectives, and can be reduced to a common system.The development of safety management approaches in the operational stage of the systems occupies a significant place in the management of the national economy. Awareness of the facts about the need to develop a methodology for analyzes and risk management in the technosphere allows to assess the balance between the scale of possible losses in the system and technological-economic advantages.*

Keywords: *risk, organizational measures*

СИСТЕМА ЗА УПРАВЛЕНИЕТО НА БЕЗОПАСНОСТТА В ТЕХНОСФЕРАТА

Христо А. Десев

Управлението на техносферната безопасност се реализира няколко системи за осигуряване на сигурността за човека в техносферата, а именно: безопасност на труда, безопасност на околната среда, аварийна безопасност. Следователно, по отношение на техносферната безопасност те имат общи цели и задачи, и могат да бъдат приведени до една обща система. Разработването на подходи за управление на безопасността в стадия на експлоатация на системите заема съществено място в управлението на националната икономика. Осъзнаването на фактите за необходимост от разработка на методология за анализи и управление на рисковете в техносферата позволява да се оцени баланса между мащаба на възможните загуби в системата и технологично-икономическите преимущества [4]

Оперативното управление на експлоатационната безопасност е ориентирана към решения базирани на резултатите от анализа на регистрираните нарушения. Самият анализ трябва да отразява ситуацията на условията на ограниченото време, ограничените ресурси и разработване на качествени коригиращи мерки. Така в процеса на експлоатация определящ се явява потока информация съдържащ сведения за нарушенията в условията на функциониране на системите, които често в пъти превишават числото на сериозните аварии и произшествия.

За реализиране на процеса на управление на безопасността е необходимо адекватно да приложим системния подход, който да обвърже явленията, ситуацията на аварийно функциониране и произтичащите от тях заплахи за персонала, урбанизираните територии и околната среда. Такъв подход целящ обединението на различни фактори и насочен към окончателно въздействие върху техносферните опасности трябва да се гради на обща критериална основа. Критериите

за безопасност са ограничения на въздействията върху човек от вредни и опасни негативни фактори, основния смисъл на критериите за сигурност е те да поддържат здравето и човешкия живот и околната среда, чрез предпазване от вредните и опасните техногенни фактори:[3]

- максималните допустими нива на нежелани ефекти върху човека с различни видове енергийни потоци (механични, електромагнитни, термично, йонизиращо);
- пределни дози на нежелани ефекти човешкото тяло по време на активното влияние върху него на отрицателните техногенни фактори (електромагнитни, йонизиращи);
- максималните допустими концентрации на нежелателни за хората с токсични и (или) замърсяващи вещества;
- максималните допустими емисии изпуснати в атмосферата, както и максимално допустими изхвърляния в хидросферата, нежелани за човек и заобикалящата среда обеми на токсичните замърсители;
- максимално допустимото време на въздействие върху човека на отрицателните техносферни фактори без заплаха за неговата безопасност;
- максималният допустим риск от въздействие на отрицателните фактори на техносфера, без да се навреди на безопасността на човека и състоянието на околната природна среда.[3]

Прилагането на системния подход е инициирано и от необходимостта исканото ниво на устойчивост да се постигне с интегриране на общите изисквания на безопасността и задачите които трябва да се изпълнят. Тази търсена степен на устойчивост и готовност за реакция на системата за управление на техносферната безопасност се осигуряват и поддържат в изпълнение определени основни изисквания. Организацията която притежава, експлоатира и ръководи всяко опасно производствено съоръжение е целесъобразно да изгражда и поддържа капацитет за управление като:

- получава и гарантира актуалността на лиценз за извършване на опасното производство в обекта;
- спазва изискванията на нормативната база и създава собствена такава актуална на извършваните дейности;
- осигурява обучението и сертифицирането на работниците и служителите в областта на техногенната безопасност и безопасните условия на труд;
- организира и осъществява на производствения контрол в съответствие с изискванията за техногенната безопасност;

Изпълнението на тези изисквания за ефективно управление е насочено към предотвратяването на аварийни ситуации, локализирането и намаляването на последствията от технологични аварии в организацията и се постига и изпълнение на следните основни задачи:

- разработване и спазване на изискванията за безопасност на работното място (безопасни условия на труд), оборудването, технологичните процеси и контрол върху тяхното изпълнение;
- обучение и инструктаж на служителите, сертифициране на работните места;
- планиране и изпълнение на дейности за поддържане надеждност и безопасност на оборудването;
- събиране и анализ на данни за състоянието на безопасността, резултати дейности, аварии, заболявания и травми;
- планиране и изпълнение на дейностите по производствения контрол;
- осигуряване на работниците с колективни и индивидуални средства защита, монтаж на устройства, които осигуряват безопасност на работните места (блокиране, сигнализации), контрол и измервателна апаратура, плакати и знаци за безопасност;

Независимо от предприетите мерки и постоянството в осъществяване на задачите за постигане на приемливи нива на безопасността, в случай на аварийна ситуация се предприемат стандартни действия съгласно описаните процедури:

- незабавно спиране на технологичния процес и експлоатацията на опасното производствено съоръжение, както е предписано от упълномощения орган от технически задълженото лице;
- предприемат се мерки за ограничаване и отстраняване на последствията от аварията;
- предприемат се мерки за отстраняване на причините за аварията, анализират причините за аварията появата на инцидента;
- своевременно да информира по установения ред за произшествието;
- да участва в работата по отстраняване на аварията в опасното съоръжение, за което разполага с резерв от парични и материални ресурси, създава собствени професионални аварийно-спасителни служби и поддържа споразумения с професионални служби за спешно реагиране;
- да предприемат мерки за защита на живота и здравето на работниците, предоставят данни за аварии и инциденти и предприетите мерки към елиминирането им.

Успешното изпълнение на задачите и реализирането на предписаните мероприятия предполага наличието на възможности за ефективно функциониране на системата за управление на техносферната безопасност.

Системността на разглеждания проблем предизвиква търсене на едновременност на законодателната база, нормите на безопасен труд (човешкия фактор), поддържане надеждността и безопасността на оборудването и отстраняване отклонения от изискванията в промишлената безопасност и контролната дейност на операторите на търговски дружества и държавата.

Законът за здравословни и безопасни условия на труд изисква спазването на основни принципи на превенция и безопасност:

- превенция от професионални рискове;
- защита на безопасността;
- намаляване на рисковете и причините за трудовия травматизъм и професионалните заболявания;
- информиране, консултации и обучение.

Друг аспект е регистрирането и обозначаването на опасните операции и производства, замяната на опасното с по-малко опасно оборудване в съответствие с развитието и иновациите в технологичното оборудване. Законът определя, като превантивни мерки редица негови задължения свързани с избягване на рисковете, тяхната оценка при неизбежност и тяхното ограничаване още в процеса на възникването им. Основна отговорност за създаването и осигуряването на безопасни условия на труд има работодателя.[2]

Основният субект, провеждащ фирмената политика за безопасност и здраве при работа, е работодателят. Неговата фирмена политика за безопасност на производството и здраве при работа основно трябва да включва:[6]

- ангажименти за ефективно управление на рисковете за здравето и безопасността на персонала и за предотвратяване на нараняване, заболяване и аварии;
- предоставя рамката за определяне и преглед на целите по здраве и безопасност при работа;
- осигуряване на безопасността на населението в зоната на възможни въздействия от дейността на предприятието;
- осигуряване на правилно използване на работно оборудване и техническите средства;
- определяне на мерки за недопускане на инциденти и злополуки.

Поддържането и експлоатирането на машините и съоръженията, безопасността на оборудването и отстраняване отклонения от изискванията в промишлената безопасност е основа за недопускане на инциденти и аварии в производството. Тя е важен елемент от системата «човек - машина». Последователността на дейностите се съсредоточават превантивно в отстраняване на отклонения от изискванията на нормите за промишлена сигурност:[1]

– анализ на констатираните отклонения от нормите и изискванията за промишлена сигурност и причините за тяхната генерация;

– анализиране на причините за отклонения от изискванията на промишлена безопасност свързани с технологичния процес и производствения контрол и регистриране на резултатите от такова проучване от отговорните за производствения контрол;

– разработване на мерки за отстраняване на причините за отклоненията от изискванията за промишлената безопасност;

– вземане на управленски решения, които да гарантират, изпълнението на мерките по отстраняване на причините за отклонения от изискванията на нормите за безопасност в промишлеността.

Мерките за отстраняване на отклонения от нормите на изискванията за индустриалната безопасност може да включват:

– използване на наблюденията и индикациите на подходящи източници на информация (процеси, работни операции, които влияят върху състоянието на промишлената сигурност; резултати от тестовите изпитания; отчети от сервизните обслужвания на техниката и др.);

– идентифициране, анализ и отстраняване на потенциалните причини за създаване на отклонения от изискванията в промишлената безопасност;

– прогнозиране на вероятните проблеми по осигуряване на промишлената сигурност и определяне на мерки и ресурси за тяхното превантивно отстраняване;

–прилагане на превантивни мерки и вземане на управленски решения, които гарантират диагностично предупреждения за отклонения от изискванията на промишлената сигурност;

– предоставяне на информация за предприетите превантивни мерки действия на ръководството на организацията и контролните органите от изпълнителната власт.

Контролната дейност на операторите на търговски дружества и държавата е свързващия елемент в представената системност на проблема с управлението на техногенната безопасност. Неговата роля се определя от изпълнението на основните задачи на тази дейност: [6]

- осигуряване на промишлена безопасност във функциониращата структура (организация);

- анализ на състоянието на промишлената безопасност във функциониращата структура;

- разработване на мерки, насочени към подобряване на състоянието на промишлената безопасност и предотвратяване на екологични щети за околната среда;

- контрол върху спазването на изискванията за промишлена безопасност, установена от нормативната база, правните актове, както и други нормативни и технически документи;

- координация на дейности, насочени към индикация и предупреждения за аварии и инциденти в опасни производствени съоръжения и осигуряване готовност за локализиране на тези инциденти и аварии, както и отстраняване на техните последствия;

- контрол за своевременното провеждане на необходимите регламентни изпитания и технически прегледи на технологичните линии и устройства, използвани в опасни производствени съоръжения, ремонт и проверка на контролно-измервателните и индикиращи устройства и прибори;

- контрол за спазване на технологичната дисциплина на производствения процес.

Основните изводи от анализа на системността на управлението на технологичната безопасност могат да се структурират в следното:

1. Законодателно определяне на минималните изисквания за граници на допустимост на откази, грешки и инциденти при производствените процеси.

2. Определяне на безопасните условия на труд в отделните производства, технологии и процеси.

3. Спазване на гарантирани норми на проектиране, създаване, експлоатация и поддръжка на технологичните механизми и линии.

4. Осъществяване на контролна дейност в цялостната система за управление на технологичната сигурност.

Прилагането на системен подход към управление на технологичната сигурност е предпоставка за формирането на ефективни механизми за осигуряване и управление на професионалните рискове. Те водят до реализиране на ресурсите необходими за своевременно третиране на заплахите и осигуряването безопасни условия на труд.

Литература:

1. Директива 98/24/ЕО на съвета от 7 април 1998 година за опазване на здравето и безопасността на работниците от рискове, свързани с химични агенти на работното място (четиринадесета специална директива по смисъла на член 16, параграф 1 от Директива 89/391/ЕИО).
2. Директива 2012/18/ЕС на европейския парламент и на съвета от 4 юли 2012 година относно контрола на опасностите от големи аварии, които включват опасни вещества, за изменение и последваща отмяна на Директива 96/82/ЕО на Съвета.
3. Закон за защита при бедствия Обн. ДВ. бр.102 от 19 Декември 2006г., изм. и доп. ДВ. бр.60 от 7 Юли 2020г.
4. Закон за защита от вредното въздействие на химичните вещества и смеси Обн. ДВ. бр.10 от 4 Февруари 2000г., изм. и доп. ДВ. бр.17 от 26 Февруари 2019г.
5. Наредба за предотвратяване на големи аварии с опасни вещества и ограничаване на последствията от тях. Приета с ПМС № 2 от 11.01.2016 г. Обн. ДВ. бр.5 от 19 Януари 2016г., изм. и доп. ДВ. бр.67 от 23 Август 2019г.
6. OHSAS 18001:2007. Occupational health and safety management systems – Requirement.
7. Петров П., Велев Г, Иванов К Техническа безопасност, ТУ Габрово,, 2021.
8. Стойчев П., Производствени бедствия, аварии и евакуация, ТУ Габрово 2022.
9. Тимофеева С.С. Хамидуллина Е.А., Оценка техногенных рисков. – Москва, 2015.
10. Хевиленд Р. Инженерная надежность и расчет на долговечность. Превод.

Докладът е разработен в изпълнение на задача 1.1.2."Анализ и оценка на системи за управление при бедствия, аварии, извънредни ситуации и кризи и изработване на научнообосновани предложения за тяхното усъвършенстване" от Национална научна програма „Сигурност и отбрана".

CRITERIA FOR CLASSIFICATION OF OBJECTS (TARGETS) TO BE DESTROYED IN COUNTERBATTERY COMBAT

Veliko P. Petrov

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, veliko_pp@abv.bg

***Abstract**: One of the most important tasks of our artillery is to fight the enemy's artillery. The counter-battery fight is assigned the primary task of immediately striking the artillery batteries and other important (primary) targets of the enemy, related to their fire activity, at a considerable depth in a short time and under all conditions of the situation. Therefore, it can be said that ground artillery should be ready to rapidly concentrate anticipatory counter-battery fire in the designated area of responsibility on each threatened direction. The analysis of the characteristics of the objects (targets) for hitting the enemy with fire in the counter-battery fight shows that they are directly dependent on the composition and its nationality. The amount of objects and targets for fire engagement and their characteristics will also depend on the characteristics of the areas where the combat operations are conducted (the nature of the area, the capacity of the given direction, the conditions for the deployment of the targets on the battlefield, the conditions for camouflage and maneuver in the course of operations, etc.), the nature of the military conflict, the conditions for conducting the defense (offensive), the forces and means involved, and others.*

***Keywords** counterbattery combat, operations, automated command and control systems, objects (targets)*

КРИТЕРИИ ЗА КЛАСИФИКАЦИЯ НА ОБЕКТИТЕ (ЦЕЛИТЕ) ЗА ПОРАЗЯВАНЕ В КОНТРАБАТАРЕЙНАТА БОРБА

Велико П. Петров

Опитът от локалните войни и въоръжените конфликти през последните двадесет години показва, че независимо от условията за възникване на въоръжените конфликти, определящо значение за изхода им има успешното огнево противодействие. Огневото противоборство може да бъде с различна продължителност, но във всички случаи решаваща роля за изхода от такъв конфликт в наши условия, ще играе артилерията, т.е. успехът на огневата поддръжка ще бъде пряко свързан с нейния евентуален успех в противоборството с артилерията на противника, т.е. в контрабатарейната борба[32].

Проблемът за класификацията на обектите на противника е стоял неотменно в дейността на щабовете по оценката на оперативната обстановка, при всякакъв вид бойна дейност. Във

[32] Иван А. Гюргаков, Учебник „Огнево превъзходство в операциите", София 2010 г., стр. 75.

войсковата практика този проблем се решава по различни начини. Няма единно мнение и в отделните публикации и регламентиращи документи, което води до различие в подходите по единното планиране на бойните действия и особено в работата по разпределението на обектите на противника между средствата за разузнаване, огнево поразяване и електронно подавяне.

Контрабатарейната борба (КББ) се състои в изпълнение на планови или непланови задачи по цялата дълбочина на противника, с цел поразяване на неговите средства за огнева поддръжка. Тя включва:

- поразяване на средствата за масово поразяване и земните елементи на високоточните оръжия на противника;
- поразяване на батареите от нарезната, реактивната артилерия и минохвъргачките на противника;
- поразяване на пунктовете за командване и управление на артилерийските, реактивните и минохвъргачните батареи и дивизиони на противника;
- поразяване на средствата за разузнаване на артилерията от типа на: групи предни наблюдатели, батареи и взводове за звуково разузнаване, радиолокационни станции за разузнаване на земни цели и за управление огъня на артилерията;
- артилерийските формирования в райони за съсредоточаване и при марш;
- складовете за артилерийски бойни припаси.

В някои материали обектите се идентифицират с целите за поразяване. Отделни автори предлагат категоризация, която се базира на разделянето на обектите по пространствени характеристики или по принадлежност към определен род войски или видове оръжия.

В литературата се среща класификация, в която обектите се класифицират като: поразяващи, овладяващи, прикриващи, управляващи, разузнаващи, осигуряващи и електронноподавящи.

За определяне приоритетите на огневото поразяване обектите на противника в операцията е необходимо на същите да се извърши единна класификация чрез която управляващите органи да могат да вземат целесъобразни решения. При класифицирането на обектите е целесъобразно използването на определени критерии, които да дават възможност да се извършва идентифициране на възможните обекти за огневото поразяване и определяне на най-подходящите средства за осъществяване на същото.

За правилното определяне на противниковите центрове на тежестта, техните критични точки и вземането на целесъобразни решения за тяхното огнево поразяване е целесъобразно използването на критерия „*важност*" при класифицирането на обектите на противника.

„Важност" на обектите – е качествен критерий, отразяващ значението на всеки обект от групировката и построението на противника в операцията, неговата опасност за собствените войски и влиянието му върху желания краен резултат. Категоризирането на обектите по ***„Важност***" дава възможност командирите и щабовете за обективното определяне на ония от тях, които подлежат на огнево поразяване, а също така определяне на степените, последователността, способите и средствата за огнево поразяване. ***Като показатели на критерия „Важност" могат да бъдат посочени:***

- значението на обекта за поддържане на военния потенциал на противника;
- влиянието на обекта върху устойчивостта на отбраната на собствените войски (противника);
- мястото и значението на обекта в общия замисъл за провеждане на операцията от противника.

При планиране на огневата поддръжка от особено значение е степента на ***„Защитеност"*** на обектите на противника. Степента на ***„Защитеност"*** на обектите на противника – е количествен критерий, който характеризира устойчивостта на обектите на противника от гледна точка на тяхната защита от средствата за огнево поразяване и разузнаване. ***Показатели, които определят степента на защитеност са:***

- нивото на инженерното оборудване;
- бойната мощ на средствата за ПВО;
- маскировката;
- качеството и количеството на мероприятията по противодействие на техническото разузнаване;
- възможностите на обекта и осигуряващите го средства да създават активни радиоелектронни смущения в системите за управление на самонасочващи се боеприпаси;
- качеството на контраразузнавателната дейност в района на обектите;
- способността на обектите за функциониране за определено време в условията на смущения в електронния спектър.

Революционният скок на технологиите и съвременната динамична геостратегическа среда промениха съществено характера на операциите. Развитието на технологиите насити войските със съвременни средства за въоръжена борба. В непосредствено подчинение на командирите се намират съвършени средства за управление, автоматизация и разузнаване, системи от оръжия с голяма далекобойност и точност, бойни припаси с интелигентно насочване и изключителна поразяваща мощ. Като тенденция през последното десетилетие в развитието и разработване на системите оръжия се е утвърдило изискването, същите да имат високи маневрени възможности, да могат да изпълняват огневи задачи, като престояват на огневи позиции не повече от ***7-10 минути***.

Ефективността на огъня и ударите по такива обекта зависи основно от условията за нанасяне на огневия удар (огневият налет) по реална цел, т.е. обектът (целта) да се намира на огнева позиция в момента (за времето) на огневото поразяване. За правилното избиране на реалните обекти за огневото поразяване от съществено значение е тяхното класифициране по критерия „***подвижност***".

„***Подвижността***" е количествен критерий, който характеризира обектите на противника по отношение на тяхната маневреност на бойното поле.

Показателят, който най-често се приема за определящ, е вероятността ($\boldsymbol{P_t}$) един обект да запази относително продължително време своето положение на местността (координатите си), за което време средството за въздействие да произведе изстрел (да се задейства) или да се осъществи насочване или самонасочване на поразяващия боеприпас. Тази вероятност е функция от времето ($\boldsymbol{t}$) от момента на установяването на координатите на обекта (**началото на събитие** $\boldsymbol{C_O}$) до момента на въздействие по обекта (**събитие** $\boldsymbol{C_П}$).

По този начин се приема, че обектът може да се намира последователно в два вида състояние: неподвижно ($\boldsymbol{S_S}$) – т.е. в район (на позиция) и подвижно – в движение. Престояването на обекта в състояние $\boldsymbol{S_S}$ е с определена продължителност $\boldsymbol{t_S}$.

Подвижното състояние на обекта е това, в което се намира между две състояния от вида $\boldsymbol{S_S}$. То се разделя на множество по-кратки състояния, означени като състояния от вида $\boldsymbol{S_k}$. Продължителността на подвижното състояние се отбелязва с $\boldsymbol{T_k}$, а продължителността на състоянието $\boldsymbol{S_k}$ с $\boldsymbol{t_k}$.

$$\boldsymbol{T_k} = \frac{\boldsymbol{\Delta l}}{Ў}; \qquad (1)$$

където:

– $\boldsymbol{\Delta l}$ – е максималното изместване на обекта, при което той може да бъде поразен от определено средство, направлявано по координатите на обекта при състояние $\boldsymbol{C_O}$;

– Ў – средна скорост на преместване на обекта, km/h;

С - $\boldsymbol{P_S}$ се означава вероятността, че събитието $\boldsymbol{C_O}$ ще се осъществи при състояние $\boldsymbol{S_S}$ на

обекта, а с P_k - вероятността, че събитието C_O ще се осъществи при състояние S_k на обекта. И тъй като възможните състояния на обекта са само S_S и S_k, то двете вероятности са свързани от зависимостта:

$$P_S = 1 - P_k \quad (2)$$

Чрез използването на показателя на критерия „**подвижност**" – вероятността (P_t) един обект да запази относително продължително време своето положение на местността, наречен още *време за престой на огнева позиция*, може да се използва за определяне ефективността на поразяването на обектите, притежаващи висока мобилност.

Разкриването на тези обекти по отношение на времето им за престой на огневата позиция има случаен характер и ефективността (**вероятността** $P_{o.n}$) за тяхното поразяване представлява вероятност на сложно събитие и се определя по формулата:

$$P_{o.n} = P_{CT} * P_t \quad (3)$$

където:

– P_{CT} – вероятност за поразяване на обекта (целта) в статично положение;

– P_t – вероятността един обект да запази относително продължително време своето положение на местността (координатите си), за което време средството за въздействие да произведе изстрел (да се задейства) или се осъществи насочване или само насочване на поразяващия боеприпас (вероятност обектът да се намира в разузнатия позиционен район), към момента на поразяването t, ако не е известно (разузнавателните средства не са определили) кога обектът (целта) е заел стартови (огневи) позиции.

Тъй като е вероятност, P_t отговаря на условието $P_t \leq 1$, следователно, за да се повиши ефективността на изпълнението на огневата задача ($P_{o.n}$), наред с другите мероприятия, трябва да се вземат всички необходими мерки за увеличаването на стойността на P_t. Тази вероятност се определя по формулата:

$$P_t = 1 - \frac{T_n + T_c}{T}, \text{ при } T_n + T_c < T \quad (4)$$
$$0, \text{ при } T_n + T_c > T$$

където:

– T_n – е времето за подготовка на огъня (удара), min;

– T – време за престояване на обекта (целта) на стартова (огнева) позиция, min;

– T_c – времелетене на снарядите (ракетите), min.

Тази формула показва, че има смисъл да се назначава такова средство за поразяване на обекта (целта), за което времето от откриването на обекта до началото на огневото въздействие (като съвкупност от времето за подготовка на огъня и времелетенето на снарядите) е по-малко от времето за престояване на обекта (целта) на позиция. Въз основа на тази зависимост и данните за маневрените възможности на различни обекти (цели) на противника може да се анализира тяхната вероятност за престояване на бойна позиция, в позиционни райони (райони за огневи позиции) за времето на огневото въздействие (табл. 1.).

Таблица 1.

Вероятност за престояване на обектите (целите) на бойна (стартова, огнева) позиция за времето на огневото въздействие върху тях[33]

№	Наименование на обектите	Време в минути				Pt (%), ако обектът е засечен при:	
		За заемане и подготовка на огъня	За изпълнение на една огн. задача	За снемане и напускане на района	Общо време за престой на ОП	Заемане на позиции	Откриване на огън
1	ПУстановка ТР	13 - 20	7 - 15	3 - 4	23 - 39	82 - 89	до 20
2	Батарея MLRS	2-3	1	2-3	5-7	30-50	12-13
3	Батарея РСЗО	4 - 5	1	3 - 4	8 - 10	56 - 65	12 - 30
4	Батарея 203,2 мм СГ	6 - 8	7 - 10	2 - 3	15 - 21	77 - 83	61 - 73
5	Батарея 203,2 мм БГ	15 -20	5 - 8	10 - 12	30 - 40	88 -92	77 - 83
6	Батарея 155(152) мм СГ	5-7	5 - 6	2 - 3	12 - 16	75 - 82	57 - 66
7	Батарея 155(152) мм БГ	10 -12	5 - 6	10 - 12	25 - 30	88 - 90	80 - 84
8	Батарея 105(122) мм СГ	4-6	4-5	2-3	10-14	70-79	50-62
9	Батарея 105(122) мм БГ	6-8	4 - 5	10-12	20-25	85 - 88	79 - 83
10	Батареи СМХ	5-7	3-4	2-3	10-14	70-80	40-57
11	Батареи БМХ	10-12	3-4	8-10	21-26	85-88	73-79
12	Рота (батарея) ПТРК	2- 3	2 - 3	1-2	5 - 8	40-66	до 40
13	Дивизион ПТРК	5-7	2 - 3	2 - 3	9 - 13	66 - 77	25 - 50

Анализът на данните в табл. 1 показва, че вероятността за престояване на различните мобилни обекти (цели) на противника на позиция за времето на огневото въздействие при засичането им след откриване на огън от тях е с 10-30 % по-малка от вероятността, когато обектът е засечен при заемане на огнева позиция. Освен това времето за огнево въздействие по самоходните артилерийски батареи на противника е два пъти по-малко от това по неговите буксирни артилерийски батареи. Следователно времето за огнево въздействие по такива обекти на противника може да се увеличи, ако се намали времето за подготовка и откриване на огън или се привлече по-голямо количество артилерия за изстрелване на необходимите за поразяване на целта снаряди. Времето за откриване на огън може да се съкрати и чрез използване на съвременни средства за разузнаване и определяне на координатите на целите, а така също и приемане на въоръжение на високоточни бойни припаси и артилерийски системи, способни да изпълняват огневите задачи за кратко време с висока точност, мощност и минимален разход на боеприпаси.

По показателя на критерия „*подвижност*" – вероятността (Pt) един обект да запази относително продължително време своето положение на местността (координатите си), е целесъобразно обектите да се класифицират в два основни класа.

Първи клас – подвижни обекти, които са способни да сменят своето местоположение за кратко време – от няколко минути до няколко часа. Този клас обекти могат да бъдат разделени на три вида – като много подвижни, средно и малко подвижни.

Втори клас – стационарните и полустационарните обекти, местоположението на които остава непроменено в течение на продължително време. Това обикновено са обектите от военната инфраструктура на противника и в повечето случаи те не са обекти за огнево поразяване от артилерията. Към тях се отнасят ракетните бази, базите на атомните ракетни подводни лодки, стационарните (подземни) пунктове за управление, аеродрумите, стационарните позиции за зенитните управляеми ракетни комплекси, базовите складове за специално оръжие, пристанищата и др.

Определено може да се каже, че обекти за огнево поразяване от артилерията в операциите се явяват тези от първи клас. Основен показател за разделянето на обектите от този клас е вре-

[33] Характеристики на обектите (целите) за поразяване от артилерията в боя, Теоретична разработка в помощ на кандидат-слушатели, катедра "РВ и А" на ВА "Георги С. Раковски", София, 2001 г., стр.4

мето, за което те променят своето местоположение на бойното поле. Целесъобразно е към много подвижните обекти да бъдат причислени и тези, които изменят своето местоположение при изпълнение на бойни задачи до **10-12 минути**, към средно подвижните тези от **10-15 до 30 минути** и към малко подвижните над **30 минути**. Това разделяне по видове дава възможност класификацията по този критерий да комуникира с тази по критерия „***важност***" за определяне на първостепенните обекти за огнево поразяване от артилерията в операциите.

По показателите за ефективност на огневото поразяване на обектите на противника „***математическо очакване М на загубите на груповата цел***" и „***вероятността за поразяване Р на отделната цел***" е целесъобразно класифициране по критерия „пространственост"

„Пространствеността" е количествен критерий, който характеризира обектите на противника по отношение на техните пространствени параметри по фронта и в дълбочина. Анализът показва, че съществува тенденция към нарастване на размерите на груповите цели, обусловена от нарасналите маневрени възможности и необходимостта за извършване на широк маньовър на бойното поле. Например, интервалите между буксирните оръдия на огнева позиция (ОП) се увеличиха от **20-40** m на **30-50** m, на батарея самоходни оръдия от **30-40** m на **50-100** m, на батарея реактивни установки от **50-60** m на **120-150** m, а при въвеждане на АСУОА е възможно разстоянието между, оръдията да достигне **300-400** m, което превръща контрабатарейната борба в контраоръдейна.

За показатели на критерия „пространственост" могат да се използват следните пространствени параметри:

- размерите на обектите (целите) на противника (широчина, дълбочина и дължина),
- отдалечението на обектите (целите) от предния край на собствените войски;
- дължината и състава на противниковите колони, изнасящи се към предния край, скоростта и направлението им за движение, фронтът и дълбочината на бойния им ред;
- способът за обстрелване на обектите (целите), необходимите боеприпаси за тяхното поразяване и необходимите средства за изстрелването им в определеното време за постигане на искания резултат от огневото поразяване.

Класифицирането на обектите (целите) по този критерий дава възможност да се извърши правилното им разпределение между средствата за поразяване и своевременното поставяне на задачите на разузнавателните средства, водещи разузнаване в интерес на стрелбата.

Друг критерий, който може да се използва при разпределение на средствата за огнево поразяване и средствата за разузнаване, е ***„досегаемостта"***.

„Досегаемостта" е количествен критерий, който характеризира обектите на противника по отношение на възможността те да бъдат разузнати и поразени.

В използваните от различни автори методи за определяне на ***досегаемостта*** се вижда, че тя се изчислява в зависимост от вероятността обектът да бъде достигнат от средството за поразяване и вероятността обектът да се намира в пределите на далекобойността на огневите средства. В този случай тя може да се определи по формулата:

$$\mathbf{D = Рд – Рп} \qquad (5)$$

където:

– Рд – вероятност за достигане на обекта от средството за поразяване;

– Рп – вероятност обектът да се намира в пределите на далекобойността на огневите средства.

(6) **Рд = 1 при L > S**

(7) **Рд = 0 при L > S**

където:

– L – максимална далекобойност на вида огнево средство за поразяване;

– S – разстояние от местоположението на огневите средства до обекта, km.

Определянето на ***досегаемостта*** на обектите е от съществено значение при организиране

на разузнаването в интерес на огневата поддръжка от артилерията в операцията.

Разкриването на един обект се осъществява в резултат на търсенето (поиска) му за определено време в посочен (с висока степен на вероятност) район, със зададена площ или в резултат на попадането на същия в зоната за действие на разузнавателния орган (средство), когато той изпълнява задача в определена полоса (район, периметър).

„Въвеждане на целта в бой (огнева дейност)" е качествен критерий, отразяващ важността на даден обект в определено време, неговата непосредствената опасност за маневриращите подразделения. Категоризирането на обектите по този критерий дава възможност командирите обективно да определят ***„тактическата целесъобразност за поразяване на обекта"*** т.е. ония от тях, които подлежат за незабавно огнево поразяване и тези, поразяването на които може да бъде отложено във времето, а също така способите, степените и привличаните средства за огнево поразяване.

На базата на наличните сили и средства за огнева поддръжка и „тактическата целесъобразност за поразяване на обекта" може значително да намали времето за изпълнение на поставената задача, с постигане на искания резултат чрез отчитане времето за прекратяване функционирането на обекта по предназначение.

„Цел въведена в бой" е такава цел, разположена на бойното поле, която може във всеки момент да изпълнява бойна задача и представлява непосредствена заплаха за маневриращите подразделения.

Размерите и отдалечението на обектите (целите) от предния край на собствените войски зависи основно от оперативно тактическите схващания на армиите на съседните страни за използване на тези обекти. Огневите средства на противника, неговите пунктове за управление, средствата му за противовъздушна отбрана, авиацията на летища и предните площадки за базиране са разположени на значително отдалечение от предния край. Повечето от тези цели имат значителни размери по фронта и дълбочина, докато най-важните и уязвими елементи от техния състав са разположени компактно на малка площ. ***Такива уязвими елементи се явяват***: центровете за бойно управление от състава на командните пунктове; РЛС от системата за противовъздушна отбрана; ПАН, ППУ на авиацията, предните площадки за базиране на вертолетите; батареи тактически или оперативно-тактически ракети на стартова позиция; зенитно-ракетните батареи и други подобни.

Всичко това ще оказва съществено влияние върху избора на способа за обстрелване, на количеството на привличаните средства (артилерийски батареи, авиация, противотанкови средства и боеприпаси за тях), на времето за тяхното поразяване в зависимост от тактическата целесъобразност и други. В табл. 2 са посочени някои от стойностите на разгледаните характеристики на обектите (целите) на противника.

Таблица 2.

Характеристики на първостепенни обекти (цели) за поразяване в контрабатарейната борба

№ по ред	Наименование на обектите	Размери на обектите			Отдалечение от линията на съприкосновение (km)	Брой на целите в един обект	
		Фронт (km)	Дълбочина (km)	Площ (km)		за РВ	За арт.
1.	Реадн на ОП	1,5-2	2	3-4	6-12	1-3	2-3
2.	Батарея ЗУР на ОП	0,8	0,6	0,48	30 - 40	1	-
3.	Адн 203,2 мм СГ на ОП	3-4	3-4	9-16	5-7	3	3-6
4.	Адн 203,2 мм БГ на ОП	2-3	2-3	4-9	5-7	3	3-6
5.	Батр. 203,2 мм СГ на ОП	0,4	0,3	0,12	5 - 7	1	1 - 2
6.	Адн 155(152)мм СГ на ОП	2-3	2-3	4-9	4-6	3	3-6
7.	Батр.155(152)мм СГ на ОП	0,4	0,3	0,12	5 - 7	1	1 - 2
8.	Адн 155(152)мм БГ на ОП	1-2	1-2	1-4	4-6	3	3-6
9.	Батр. 155(152)мм БГ на ОП	0,4	0,3	0,12	4 - 6	1	1- 2
10.	Адн 105(122)мм СГ на ОП	2-3	2-3	4-9	2-4	-	3
11.	Батр.105(122)мм СГ на ОП	1 - 2	1 - 2	1 - 4	2 - 4	-	3
12.	Адн 105 (122) мм БГ на ОП	0,3	0,2	1 - 2	2 - 4	-	1
13.	106,7 (120) минбатр на ОП	0,2	0,15	0,03	1 - 2	-	1
14.	81 (82) мм МХ на ОП	0,15	0,1	0,015	1	-	1
15.	Птадн в РС	2	2	4	5-6	1-3	3-6
16.	Птадн на рубеж за развр.	3 - 5	1 - 2	3 - 10	3 - 4	-	6 - 18
17.	Рота (батар) ПТРК в РС	0,5 - 1	0,5 - 1	0,25 - 1	2 - 3	-	1- 3
18.	Рота (батар) ПТРК на РР	1 - 2	1	1 - 2	2 - 3	-	2 - 6
19.	Зенитно артилер. батарея	0,4	0,2	0,08	2 - 3	-	1
20.	РЛС на ПА	-	-	-	1 - 3	-	1
21.	РЛС за разузн. на дв. цели	-	-	-	1,5 - 3	-	1
22.	КНП на батальон	-	-	0,3	1 - 3	-	1
23.	КП на бригада (полк)	-	-	0,5	4 - 6	1	1
24.	Елем. от КП (ПКП) на див.	-	-	0,5-0,6	4 - 12	1	1

Анализът на данните в табл. 2 показва, че основна част от обектите (целите) се разполагат на отдалечение до **12 km** от линията на съприкосновение и могат успешно да се поразяват от артилерията. Други обекти, като зенитноракетни батареи, ракетни дивизиони тактически и оперативно-тактически ракети, както и пунктове за управление на армейските корпуси и полевата армия се разполагат на отдалечение **15-50 km**, и те следва да се поразяват от авиацията.

Количеството на елементарните цели от състава на груповата цел също е важна характеристика влияеща на способа на обстрелване на целта, на необходимите боеприпаси за нейното поразяване и необходимите средства за изстрелването им в определеното време за постигане на искания резултат от огневото поразяване. Така например при поразяване на буксирна артилерийска батарея едновременно с поразяването на оръдията (гаубиците, минохвъргачките) се поразява и живата сила, обслужваща стрелбата им. Но е възможно да се поразят разчетите обслужващи стрелбата, без да се поразят огневите средства. Но при поразяване на самоходните батареи на противника се търси преди всичко поразяване на оръдията (гаубиците, минохвъргачките), за което се искат преки попадения в целта, като при такива попадения се поразява и живата сила в тях. Тук почти е невъзможен вариантът да се порази разчетът без да се порази огневото средство. Същото правило важи и при поразяване на други бронирани цели на противника от типа на самоходни ПТРК артилерийски формирования при извършване на марш или при разполагане в райони за съсредоточаване и в други условия.

Изводи:

1) Анализът на характеристиките на обектите (целите) за огнево поразяване на противника в контрабатарейната борба показва, че те са в пряка зависимост от състава и националната му принадлежност. Количеството обекти и цели за огнево поразяване и техните характеристики ще зависят също така и от особеностите на районите, в които се водят бойните действия (характера на местността, емкостта на даденото направление, условията за разполагане на целите на бойното поле, условията за маскировка и маньовър в хода на операциите и др.), характера на военния конфликт, условията за водене на отбраната (настъплението), участващите сили и средства и други.

2) Изследванията на основните характеристики на обектите (целите) за огнево поразяване от артилерията в контрабатарейната борба показват, че основната част от тях (около 70 %) са на отдалечение до 12 km и успешно могат да се поразяват от артилерията. Времето за огнево въздействие може да се намали чрез привличането на по-голямо количество артилерия за изстрелването на необходимото количество боеприпаси по целта или чрез съкращаване на времевия цикъл „***разузнаване-поразяване***". Първият начин изисква да се увеличи маневреността на собствената артилерия чрез създаването на малки по състав (1-2 садн), лесни за управление и високо маневрени артилерийски групи. Вторият начин изисква използване на съвременни средства за разузнаване и определяне на координатите на целите.

3) Направените изследвания показват, че вероятността за престояване на различните мобилни обекти на позиция за времето на огнево въздействие при засичането им след откриването на огън е с 10-30 % по-малка от тази вероятност, когато обектът е засечен при заемането на позицията. Освен това времето за огневото въздействие по самоходни батареи е 2 пъти по-малко от времето за въздействие по буксирните батареи.

Литература

1. Иван А. Гюргаков, Учебник „Огнево превъзходство в операциите", София 2010 г.
2. Велико П. Петров и авторски колектив, пособие „Тактика на полевата артилерия" - Част I, Шумен 2016 г.
3. Велико П. Петров, Калоян Ат. Илиев, монография „Бойно използване на артилерията в контрабатарейната борба", НВУ „В. Левски", Факултет „А, ПВО и КИС", Шумен, 2019 г., ISBN 978-954-9681-92-5
4. Велико П. Петров, монография „Ефективност на огъня на артилерията в контрабатарейната борба", НВУ „В. Левски", Факултет „А, ПВО и КИС", Шумен, 2020 г., ISBN 978-619-7531-11-4
5. Велико П. Петров, „Някои виждания относно по-пълното използване на огневите възможности на реактивната артилерия в контрабатарейната борба в съвременните операции", НВУ „В. Левски", Ф-т „А, ПВО и КИС" - гр. Шумен, НС 2005, Сборник научни трудове, част първа, стр. 173-185, ISBN -10-954-9681-19-X
6. Велико П. Петров, „Използване на съвременни автоматизирани системи за командване и управление за нуждите на контрабатарейната борба", Годишник на НВУ „В. Левски", научни трудове 2006/2007, стр. 262 – 269, ISSN 1312-6148
7. Велико П. Петров, Възможности на съвременни артилерийски разузнавателни средства за нуждите на контрабатарейната борба, Годишник на НВУ "В. Левски", научни трудове 2006/2007, стр. 288 – 299, ISSN 1312-6148
8. К. Куртев и колектив, Тактическа доктрина на полевата артилерия, ГЩ на БА, София 2005 г.
9. Наставление за водене на бойните действия от РВ и А на СВ, част II, ВИ 1985 г.

10. Характеристики на обектите (целите) за поразяване от артилерията в боя, теоретична разработка в помощ на кандидат-слушатели, катедра “РВ и А” на ВА “Георги С. Раковски”, София, 2001 г.
11. Матвеев А. И., Малаховский Е. К. Стрельба на поражение батарей.— Москва: Воениздат Министерства Обороны СССР, 1971
12. .„Вулкан“–система управления артиллерийским огнём“, Kintex, проспект 2000 г.

Доклада е разработен по задача 1.1.1. „Анализ и оценка на системи за командване и управление на въоръжените сили и на многонационални сили на ЕС и НАТО“ от НАЦИОНАЛНА НАУЧНА ПРОГРАМА „СИГУРНОСТ И ОТБРАНА“.

CHALLENGES AND THREATS TO GLOBAL FOOD SECURITY IN CONFLICT

Veliko P. Petrov

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, veliko_pp@abv.bg

***Abstract**: Growing confrontation in the international arena, emerging conflicts and climate change pose serious threats to ensuring global food security. Climate change leads to an increase in extreme weather events, depletion of resources and changes in agricultural productivity. These factors, combined with political conflicts, wars, socio-economic problems and others, worsen the situation in world agriculture and food security.*

The real and potential threats to a country's food security are: the low real incomes of the majority of the population; the insufficiently developed infrastructure of the food market; the reduction in the number of small businesses; the concentration of production in individual enterprises and holdings; the low level of development of the branches providing agriculture with material and technical resources and services. It is necessary to note that food security is a multi-layered and complex issue that requires a complex approach and cooperation between all countries of the world. However, successfully achieving food security can have a positive impact on the economic development, social welfare and environmental sustainability of countries and the world as a whole.

***Keywords** conflicts, threats to food security*

ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВА И ЗАПЛАХИ ЗА ОСИГУРЯВАНЕТО НА ГЛОБАЛНАТА ПРОДОВОЛСТВЕНА СИГУРНОСТ В УСЛОВИЯ НА КОНФЛИКТИ

Велико П. Петров

Проблемът с осигуряването на храна принадлежи към категорията на вечните, тъй като става дума за задоволяване на основните потребности на човека и обществото с помощта на ограничени ресурси. Този проблем може да се разглежда на различни нива: домакинства, територии, държави, населението на Земята като цяло (като глобален проблем)[34].

В различни периоди от съществуването на човешката цивилизация възникват общи за всички държави проблеми, които се наричат глобални проблеми. Предвид относителната субективност на включването в техния състав на определени задачи, които създават трудности при изпълнението, които са важни за оцеляването на цялото човечество, осигуряването на населени-

[34] Алтухов А.И. Парадигма продовольственной безопасности России: монография / А.И. Алтухов. — М. Фонд «Кадровый резерв», 2019. — 685 с., с. 21–25

ето на света с храна винаги остава приоритет. Парадоксът на последните петдесет години може да се счита факта, че въпреки волята и усилията на цялата световна общност, все още не е възможно да се победи гладът на планетата, тоест да се реши глобалният продоволствен проблем.

Недостигът на храна в миналото е довел до следните последици:

1) *инфлация*: потребителските цени се покачват поради намаляване на пазарното предлагане, високи производствени и транспортни разходи;

2) *кризисни бюджетни и фискални политики*: увеличава се натискът върху финансовите и фискалните системи за ограничаване на инфлацията, осигуряване на достатъчни търговски обеми и предоставяне на субсидии на най-нуждаещите се. Това често се възпрепятства от нарастващия външен дълг и забавянето на растежа на БВП;

3) *недохранване и глад*: човешкото страдание се увеличава, особено за най-уязвимите групи от населението, поради по-високите цени и, в по-малка степен, липсата на реални доставки.

Продоволствената сигурност се счита за един от най-сериозните проблеми, тревожещи световната цивилизация и страните по света в контекста на нарастващите съвременни глобални заплахи. Едно от важните предизвикателства, пред които са изправени страните по света, е устойчивото и стабилно решение на продоволствения проблем на непрекъснато нарастващото световно население и значително увеличаване на наличността на храна в дългосрочен план. Обединяването на усилията за осигуряване на продоволствената сигурност на страните, оптимизирането на дейността на международните организации в тази посока, моделирането на най-ефективните начини и механизми за използване на съществуващите продоволствени ресурси се считат за една от приоритетните области на дейност.

Рязкото влошаване на глобалната продоволствена сигурност обаче може да бъде избегнато. Основните решения тук са свързани с нормализиране на международните отношения по отношение на производството и доставките на храни. Заслужава да се отбележи и необходимостта от вземане на редица стратегически решения за премахване на последиците от изменението на климата и подпомагане на страните, засегнати от природни бедствия - износители на хранителни суровини.

Резолюция 2417 от Съвета за сигурност на ООН е приета на 24 май 2018 г. Резолюцията очертава как конфликтът допринася за глада - чрез преките последици от войната, като изселване от земеделски или пасищни земи и унищожаване на земеделски активи, или непряко, чрез унищожаване на пазари и повишени цени на храните, наред с други неща. Резолюцията призовава страните в конфликта да спазват съответното международно право, включително Женевските конвенции, осъжда използването на глада като метод на водене на война и припомня, че Съветът е приел и може да обмисли приемането на нови санкции срещу отговорните за възпрепятстване на хуманитарна помощ . Съветът прие Резолюция 2417 на фона на възобновяване на глобалната продоволствена несигурност, причинена главно от конфликт. Тази тенденция продължи. Между 2018 г. и 2021 г. броят на хората, които изпитват криза или по-високи нива на продоволствена несигурност, причинени основно от конфликт, се е увеличил от 73 милиона на 139 милиона. 2022 г. е годината с най-голяма продоволствена несигурност в света. Доклад на ФАО и Световната продоволствена програма (WFP), отбелязва, че Етиопия, Нигерия, Южен Судан и Йемен са на най-високо ниво на тревога, като части от населението им са идентифицирани като гладуващи или прогнозират смърт от глад. Сериозният недостиг на храна ще се влоши в 20 държави: Афганистан, Централно-Африканската република, Демократична република Конго (ДРК), Хаити, Хондурас, Судан, Сирия и региона на Централен Сахел. Организираното насилие е основната причина за глада в повечето от тези места. Демократична република Конго има най-голям брой хора, за които се очаква да се сблъскат с остра продоволствена несигурност (приблизително 26 милиона души), следвана от Афганистан (22,8 милиона души) и Нигерия (18,1 милиона души.

Последното официално заседание на Съвета по конфликти и глада се проведе през март 2021 г. като открит дебат на високо ниво. Резолюция 2573[35], приета на 27 април 2021 г., по време на дискусията относно защитата на критична гражданска инфраструктура в конфликт, припомни Резолюция 2417, че страните в конфликта трябва да осигурят правилното функциониране на хранителните системи и пазарите във въоръжен конфликт. Освен това координаторите на Съвета по въпросите на глада, свързан с конфликти, организират две неофициални срещи годишно за членовете на Съвета, за да прегледат двугодишните съвместни доклади на ФАО и Световната продоволствена програма (СПП) за „мониторинг на продоволствената сигурност в страни, свързани с конфликти"[36].

Продължаващият конфликт и последиците от антируските санкции не позволяват на местните фермери да обработват ниви, да провеждат сеитба и да се грижат за посевите, което вероятно също може да доведе до по-ниска реколта. Въпреки добрата реколта в Русия през 2022 г., добивите може да намалеят през следващите сезони поради глобалните търговски ограничения, а именно забраните за внос на хибридни семена, продукти за растителна защита и, в по-малка степен, оборудване и софтуер. Очаква се недостигът на торове и растящите цени да намалят добивите в страни, които разчитат в голяма степен на вноса на тези продукти (обикновено Бразилия). Това вероятно допълнително ще намали обема на зърното на световния пазар.

Въздействието на конфликта в Украйна върху глобалната продоволствена система допълнително изостри продоволствената несигурност. Русия и Украйна са сред най-важните производители на селскостопански продукти и, в случая на Русия, на торове. Трябва да се отбележи, че конфликтът поражда опасения относно загубата на обработваема земя в Украйна и достъпа до Черно море за украински износ. Той също така подчертава несигурността около руския износ поради икономическите санкции, наложени на Русия.

Продоволствената сигурност е една от най-важните области за гарантиране на националната сигурност на дадена страната. Една от последиците от конфликта, който възникна в Украйна, беше рязкото увеличаване на рисковете за продоволствената сигурност в Русия, Украйна и тези страни в Азия и Африка, които са силно зависими от вноса на руски и украински храни (според оценките на ФАО, те са около 50 държави). Рисковете са породени както от разрастването и удължаването на конфликта, така и от сериозните санкции, наложени от много страни по света срещу Русия. Гарантирането на продоволствената сигурност е свързано с рискове, които могат значително да я отслабят. Най-значимите рискове попадат в следните категории:

- ✓ макроикономически рискове, причинени от намаляване на инвестиционната привлекателност на вътрешния реален сектор на икономиката и конкурентоспособността на местните продукти, както и зависимостта на най-важните сектори на икономиката от външноикономическите условия;
- ✓ технологични рискове, причинени от изоставането на развитите страни в нивото на технологично развитие на местната производствена база;
- ✓ изисквания за безопасност на храните и организиране на система за контрол на тяхното спазване;
- ✓ агроекологични рискове, причинени от неблагоприятни изменения на климата, както и последиците от природни и причинени от човека извънредни ситуации;
- ✓ външнотърговски рискове, причинени от колебанията в пазарните условия и използването на мерки за държавна подкрепа в чужди държави.

Тези изброени рискове формират заплахи за продоволствената сигурност, което може да доведе до неспазване на праговите стойности на критерия за продоволствена сигурност. *Запла-*

---

[35] Резолюция 2573 (2021) на Съвета за сигурност [относно защитата на гражданската инфраструктура при въоръжени конфликти]

36 ООН увидела угрозу глобальной продовольственной безопасности из-за ситуации на Украине, https://plusone.ru/news/2022/03/11/oon-uvidela-ugrozu-globalnoy/

хата за продоволствената сигурност се разбира като съвкупност от условия и фактори, които водят до влошаване на състоянието на продоволствената сигурност, до намаляване на наличието на хранителни продукти за по-голямата част от населението на страната.

Гладът във всичките му проявления е на недопустими нива. В Глобалния доклад за продоволствените кризи се отбелязват високите нива на остър глад – над 100 милиона души всяка година през последните три години. Конфликтите и несигурността са основните фактори на тази остра продоволствена несигурност, следвани плътно от климатичните сътресения и икономическите сътресения[37].

Основните фактори за нарастването на острата продоволствена несигурност през 2021 г. бяха:

• *конфликтите* (основният фактор, каращ 139 милиона души в 24 държави/територии да изпитват остра продоволствена несигурност, спрямо приблизително 99 милиона души в 23 държави/територии през 2020 г.);

• *екстремни климатични условия* (повече от 23 милиона души в 8 държави/територии, в сравнение с 15,7 милиона в 15 държави/територии);

• *икономически сътресения* – (повече от 30 милиона души в 21 държави/територии, в сравнение с повече от 40 милиона души в 17 държави/територии през 2020 г., главно поради въздействието на пандемията от COVID-19).

Броят на хората по света, изправени пред остра продоволствена несигурност и нуждаещи се от спешна животоспасяваща храна и подкрепа за препитание, продължава да нараства с обезпокоителна скорост. Това налага по-спешно от всякога да се обърне внимание на първопричините за продоволствените кризи, вместо просто да се реагира след тяхното възникване. Това е основната констатация от годишния доклад, представен днес от Глобалната мрежа за борба с продоволствените кризи (GNAFC), международен съюз на ООН, Европейския съюз, правителствени и неправителствени организации, които работят заедно за справяне с продоволствените кризи.

Продоволствената сигурност е в центъра на вниманието на международни организации и междуправителствени органи. Текущите оценки на състоянието на продоволствената сигурност се извършват от Организацията по прехрана и земеделие към ООН (ФАО). Нейните дейности са насочени към намаляване на тежестта на проблема с бедността и глада в света чрез насърчаване на развитието на селското стопанство, подобряване на храненето и справяне с продоволствената сигурност[38].

Основните разпоредби на Концепцията за продоволствена сигурност на ФАО са:

– продоволствената сигурност не означава продоволствена самодостатъчност;

– самата страна трябва да се стреми да произвежда достатъчен брой продукти за своите нужди, ако има сравнителни предимства;

– страната трябва да може да внася необходимото количество храна и да задоволява хранителните нужди на своите граждани;

– Правителствата на държавите, като част от продоволствената сигурност, трябва да осигурят физическата и икономическата достъпност на безопасни храни.

ФАО е разработила система от индикатори, които се използват за оценка на състоянието на продоволствената сигурност в четири области:

1) *наличие на продукти* (разглеждат се показатели за обеми на производство, добив/производителност, ниво на запаси, загуби и др.);

2) *наличие на храна* (анализира се икономическата осъществимост за закупуване на необходимите количества храна със съществуващ доход и транспортиране на храна (оценява се де-

37 Global Network Against Food Crises (GNAFC), https://www.fightfoodcrises.net/fileadmin/user_upload /fightfoodcrises/doc/Global_Network_Flyer_EN.pdf
38 http://www.fao.org/about/what-we-do/ru/

лът на павираните пътища в общата дължина на пътищата, гъстотата на железопътните линии и др.);

3) *стабилност на хранителните доставки* (оценка на хранителната достатъчност в различни периоди; промени в цените на храните и др. Наблюдават се случаи на природни бедствия и социални вълнения);

4) *консумация на храна* (оценява се от гледна точка на съответствието на действителната консумация със стандартите за хранителна стойност: калории, протеини, микроелементи и др.).

Световната продоволствена програма на ООН (WFP) обяви 2022 г. за годината на катастрофален глад, който е не само следствие от руско-украинския конфликт, но и неизбежност, прогнозирана от много учени по света много преди нахлуването в Украйна. Причината за това беше енергийната криза, която от своя страна се роди естествено от рецесията, причинена от пандемията.

Съвременните международни и политически отношения, стратегиите за конкурентно позициониране и поведението на държавите на световния пазар задават тона на световните отношения, определят условията за национални икономически цели и модели на бизнес взаимодействие. Особено актуални са въпросите за поддържане на националната икономическа и продоволствена сигурност като основа за самостоятелното развитие и независимост на страната, гарантиращи стабилността и поминъка на нейното население.

В съвременните условия системната цел на социално-икономическото развитие на дадена страна може да се определи като създаване на условия за осигуряване на цялостна икономическа сигурност, устойчиво развитие и подобряване на качеството на живот на населението. Икономическата сигурност традиционно се разглежда като една от най-важните характеристики на икономическата система, която определя нейната способност да поддържа нормални условия на живот на населението, устойчиво ресурсно осигуряване за развитието на националната икономика, както и последователно прилагане на националните и държавни интереси.

Същността на продоволствената сигурност, както и нейното място и роля в системата за икономическата сигурност, характеризират способността на страната да определя суверенно пътищата и формите на своето икономическо развитие, независимо от външния натиск. В този смисъл продоволствената сигурност трябва да се разбира като такова състояние на икономическата сигурност, при което е осигурена продоволствената независимост на страната. Тоест, ако се спре вносът на хранителни стоки от чужбина, продоволствена криза няма да възникне.

Най-новата история свидетелства, че през XX век войните възникнаха на базата на противоречия в постигането от страните в конфликта на определени ползи и благоприятни резултати за тях, които бяха невъзможни за постигане по друг начин поради редица причини и обстоятелства. Господството във финансовата и икономическата сфера е по-ефективен метод за оказване на влияние в сравнение с военните технологии, оборудване и разработки, използвани от различни страни по време на конфликти за постигане на техните стратегически цели. Нациите също често използват храната като инструмент за увеличаване на своето влияние и мощ. Правителствата регулират износа на храни, за да постигнат икономически, дипломатически приоритети и приоритети в областта на сигурността.

Един от факторите, които могат да оказват влияние върху системата за продоволствена сигурност нарастващата конфронтация на международната арена и в условия на конфликт. Политическите напрежения, търговските войни, санкциите и други подобни действия на международната общност могат да доведат до затруднения в достъпа до хранителни продукти, като налагане на ограничения в търговията, затруднения в транспортирането на стоки и други. Например, затварянето на граници или ограничаването на износа на храни от страни, които са производители на храни, може да доведе до ограничения на световния пазар и повишаване на цените на хранителните продукти. Това може да засегне особено тези държави и народности, които са вече в уязвимо положение и имат ограничен достъп до храна.

Освен това нарастващата конфронтация може да доведе и до разрушаване на инфраструктурата, която е важна за селското стопанство и производството на храни. Например, войните, терористичните актове или природните бедствия могат да унищожат селскостопанските земи, инфраструктурата за транспортиране на хранителни продукти и складовете за съхранение на храната.

Войната между Русия в Украйна нанесе сериозен удар върху стабилността на световния пазар на храни. Украйна винаги е била един от най-големите доставчици на слънчогледово масло и зърно в света. В настоящия момент Украйна е практически изолирана и доставките от страната не могат да се сравняват с предишни обеми. Много вериги за доставка на други стоки също са спрели. В резултат цените на храните по света достигнаха исторически върхове. Руската федерация теоретично може да спечели от това като друг основен доставчик на храни. Строгите антируски санкции и системните проблеми с платежните механизми и транспорта обаче възпират потенциалните купувачи.

Русия и Украйна са не само „житниците" на света, но и производители на голям набор от стоки, важни за агропромишления комплекс (торове, селскостопанска техника и др.). Разрастващият се руско-украински конфликт изостря недостига на храна и заплашва да увеличи глада в световен мащаб. Той също така представлява сериозна заплаха за вътрешната продоволствена сигурност и социално-икономическото положение на двете страни в конфликта, като осигурява продоволствена независимост и гарантира физическа и икономическа достъпност за всеки гражданин на хранителни продукти, които отговарят на задължителните изисквания, в обеми не по-малко от рационалните норми за консумация на хранителни продукти, необходими за активен и здравословен начин на живот. От своя страна продоволствената сигурност е основният компонент на продоволствената политика на двете страни в конфликта, който влияе както върху вътрешното производство на хранителни продукти, така и върху позицията на всяка една страна на световните пазари на селскостопански храни.

Въпреки това свързаният с конфликта недостиг на торове, зърнени храни и основни храни повишава значението на биотехнологиите за продоволствената сигурност и устойчивото развитие. Подобни последствия могат да бъдат благоприятни за развитието на синтетичната биология, както и за някои индустрии. Например, създават се стартъпи, фокусирани върху производството на имитация на месо. Сближаването на цифровите технологии с науката за храните и биологията трансформира фундаментално селскостопанския сектор и улеснява появата на алтернативни растителни и изкуствени (лабораторно произведени) хранителни продукти в глобален мащаб. Надяваме се, че подобряването на държавното регулиране, преразглеждането на индустриалната и селскостопанската политика в крайна сметка ще бъде от полза за инвеститорите в селското стопанство и в промишлеността, базирана на биотехнологиите.

Войната в Украйна беше изненада за световните стокови пазари и предизвика редица негативни събития, свързани със затягането на ограниченията върху търговията със селскостопански продукти, горива и торове. В резултат на това увеличението на световните цени на храните през 2022 г. възлиза на 23%, на растителните масла - до 30%. Докладът на Световната банка за 2022 г. отбелязва, че настоящата криза може да е най-голямата от 1970 г[39].

Войната в Украйна вече причини значителни щети и гибелта на много хора в ключови населени центрове, разпространи се в селските райони и причини масово движение на населението. Населението в зоните на активни бойни действия изпитва остър недостиг на продоволствие, вода и енергийни ресурси. Продължаващата несигурност и смущенията в местните и националните вериги за доставки вероятно ще доведат до повишени нива на глад и недохранване. Притесненията в краткосрочен план от войната в Украйна повдигат следните въпроси:

[39] Commodity Market Overview. The impact of the war in Ukraine on Commodity Markets / World Bank. – 2022. – 58 p, https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/ bitstreams/da0196b9-6f9c-5d28-b77c-31a936d5098f/content

• нарушаване на сроковете за прибиране на зимните култури и пролетната сеитбена кампания;

• наличието на селскостопанска работна ръка, което е засегнато от разселването на населението;

• достъп и наличие на селскостопански суровини, особено гориво, семена, торове и пестициди;

• логистични смущения и смущения във всички сегменти на веригите за доставка на храни;

• изоставяне на земеделски земи и ограничаване на достъпа до тях;

• поражения върху селскостопанските култури в резултат на военни действия, особено през пролетния вегетационен период;

• унищожаване на активи и инфраструктура на хранително-вкусовата система.

Могат да бъдат подчертани няколко аспекта от развитието на съвременната световна продоволствена криза:

1. През 2022 г. износът е намалял поради логистичните ограничения в Украйна и ограниченията върху износа на храни от други страни;

2. През 2023 г. ситуацията може да се влоши. Селскостопанското производство в Украйна, според различни оценки, ще намалее с 35-45 % през следващия сезон на реколтата;

3. Малките и сравнително просперiращи държави от Европейския съюз могат да бъдат силно засегнати, а цялостното въздействие върху ЕС може да бъде по-изразено, отколкото при последните сравними кризи. Държави като Германия и Франция ще възстановят своите икономики в близко бъдеще, така че споразуменията, свързани с равното разпределение на бюджета между страните от ЕС и подкрепата за неговите членове, е много вероятно да бъдат преразгледани (тъй като няма да има достатъчно ресурси за подкрепа, например балтийските страни);

4. Държавите от ЕС, които решат да си сътрудничат с Русия, за да предотвратят рецесия в икономиките си, могат да бъдат изправени пред сериозен натиск от страна на Съединените щати и други държави от ЕС и да бъдат обект на санкции, еквивалентни на тези, наложени срещу Русия;

5. Най-бедните страни в света, като Бангладеш, Етиопия, Сомалия и Йемен, ще бъдат най-уязвими от последиците от настоящата геополитическа ситуация и световната продоволствена криза.

Една от основните слабости на продоволствената сигурност в страните от Близкия изток и Северна Африка е ниската цена на модернизацията на селското стопанство, включително съответните изследвания и въвеждането на нови разработки (изключение правят Израел и в по-малка степен Турция). Недостатъчните адекватни системи и методи за напояване означават, че добивите са пряко зависими от валежите.

Основните заплахи за продоволствената сигурност са свързани с възможната загуба на пазари за продажби в чужбина. Вероятна е технологична блокада на Русия в научно-техническата сфера, която е свързана със значителен дял вносно оборудване и технологии. Актуален е въпросът за опасността за всички земеделски производители, причинена от високите нива на дълг и ниската рентабилност на индустрията. Възможностите за разширяване на производствения капацитет са ограничени, износването на материално-техническите средства е високо, степента на автоматизация и роботизация е ниска, производствената и социалната инфраструктура на селото не е оформена. В същото време се отбелязва относителната бедност на населението, дисбалансът в диетата му, деформацията или липсата на потребителска култура под влияние на нерационалното търсене, модата или скоростта на приготвяне на храната. Елементите на местното производство в личните стопанства, продажбите и потреблението на собствени продукти са дисбалансирани, а конфронтацията между интензивното селскостопанско производство, природните ресурси и безопасността на околната среда остава.

Реалните и потенциалните заплахи за продоволствената сигурност на дадена страна са: ниските реални доходи на по-голямата част от населението; недостатъчно развитата инфраструктура на пазара на храни; намаляването на броя на малките фирми; концентрацията на производството в отделни предприятия и холдинги; ниското ниво на развитие на отраслите, осигуряващи селското стопанство с материално-технически ресурси и услуги. Необходимо е да се отбележи, че продоволствената сигурност е многослоен и сложен въпрос, който изисква комплексен подход и сътрудничество между всички държави по света. Въпреки това, успешното постигане на продоволствена сигурност може да има положително въздействие върху икономическото развитие, социалното благосъстояние и екологичната устойчивост на държавите и света като цяло.

Изводи:

1. Нарастващата конфронтация на международната арена, възникналите конфликти и климатичните промени представляват сериозни заплахи за осигуряването на глобалната продоволствена сигурност. Климатичните промени водят до увеличаване на екстремните метеорологични явления, намаляване на ресурсите и промени в продуктивността на селското стопанство. Тези фактори, в комбинация с политическите конфликти, войни, социално-икономическите проблеми и други, влошават ситуацията в световното земеделие и продоволствената сигурност.

2. Необходимо е да се подчертаят причините за предстоящия глобален глад за целия свят, които включват[40]:

- ✓ наводненията и сушите доведоха до рязък спад на зърнените реколти в Китай, Русия, САЩ и други страни;
- ✓ икономически санкции срещу Русия, които доведоха до спиране на износа на храни и торове;
- ✓ войната в Украйна, която доведе до спиране на сеитбата през 2022 г. на пшеница, царевица, соя и други култури;
- ✓ война в Черно море, блокиране на движението на кораби в пристанища (като Одеса), които обикновено изнасят реколта;
- ✓ преустановяването на производството на изкопаеми горива в Съединените щати, което доведе до значителни разходи за торове и селскостопански дейности;
- ✓ глобално печатане на пари във фиатни валути, в резултат на което инфлацията на храните достига чудовищни нива.

3. За развитие на събитията от руско-украински конфликт и техните последици за глобалната продоволствена сигурност, ФАО разработи два сценария за развитие на ситуацията на пазара на храни през пазарната 2022/23 година:

- ✓ умерен сценарий, който предполага, че военният конфликт ще приключи доста бързо. В същото време съвместният износ на пшеница и царевица от Украйна и Русия намалява с 10 милиона тона, износът на фуражно зърно – с 2,5 милиона тона, и маслодайни семена – с 1,5 млн. тона. Недостигът на предлагане води до допълнително увеличение на световните цени на пшеницата с – 8,7%, на царевицата – с 8,2%.
- ✓ песимистичен сценарий, който предполага, че военният конфликт се проточва. В същото време съвместният износ на пшеница и царевица от Украйна и Русия намалява с 25 млн. тона, износът на фуражно зърно с 5 млн. тона и маслодайни семена с 3 млн. тона. Нарасналият недостиг на предлагане води до допълнително увеличение на световните цени на пшеницата с – 21,5 %, на царевицата – с 19,5 %.

[40] Глобалният колапс на реколтата е неизбежен: глад 2022-2024 г. стартира и не може да бъде спрян, https://leonard17.livejournal.com/1495241.html.

4. Кризата в глобалната система за доставка на храни засяга редица подрегиони: Югоизточна Европа, Северна и Централна Африка и страни от Азиатско-Тихоокеанския регион. Износът на храни от Украйна и Русия е от решаващо значение за 50 държави. Сигналите от ФАО създават определена основа за формирането на компромис за разрешаване на доставките на хранителни продукти по море, което ще позволи на Украйна и Русия да запазят част от своя селскостопански износ и да намалят остротата на предстоящата криза.

5. Възникващият недостиг и растящите световни цени на храните и фуражите нанасят сериозен удар върху глобалната продоволствена сигурност. ФАО изразява сериозна загриженост относно спада в производството и износа на храни от Русия и Украйна, което може да доведе до предстояща криза в огромен регион на света. Броят на недохранените хора в света през 2022-2023 г. се увеличи с 13 милиона души. Най-засегнатите страни са в Африка: Субсахарска Африка, Източна и Северна Африка. Освен това негативните последици засягат редица страни от Азиатско-Тихоокеанския регион. Общо в света са засегнати 50 страни, които зависят от доставки от Русия и Украйна в размер на над 30 % от нуждите си от внос на пшеница.

Литература

1. Алтухов А.И. Парадигма продовольственной безопасности России: монография / А.И. Алтухов. — М. Фонд «Кадровый резерв», 2019., 685 с., с. 21-25
2. Commodity Market Overview. The impact of the war in Ukraine on Commodity Markets / World Bank. – 2022. – 58 p., https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/da0196b9-6f9c-5d28-b77c-31a936d5098f/content
3. Global Network Against Food Crises (GNAFC), https://www.fightfoodcrises.net/fileadmin/user_upload /fightfoodcrises/doc/Global_Network_Flyer_EN.pdf
4. Глобалният колапс на реколтата е неизбежен: глад 2022-2024 г. стартира и не може да бъде спрян, https://leonard17.livejournal.com/1495241.html.
5. Резолюция 2417 от Съвета за сигурност на ООН е приета на 24 май 2018 г.
6. Резолюция 2573 (2021) на Съвета за сигурност (относно защитата на гражданската инфраструктура при въоръжени конфликти)
7. ООН увидела угрозу глобальной продовольственной безопасности из-за ситуации на Украине, https://plusone.ru/news/2022/03/11/oon-uvidela-ugrozu-globalnoy/
8. Food and Agriculture Organization of the UnitedNations (FAO) - http://www.fao.org/home/en/
9. World Food Programme (WFP) - https://www.wfp.org/
10. The Global Food Security Programme - https://www.foodsecurity.ac.uk/
11. Marc Carnot, Bruce Carlson Food Security and Sociopolitical Stability
12. Food andAgricultureOrganizationoftheUnitedNations. (2021). World Food Situation. Rome: FAO.
13. http://www.fao.org/about/what-we-do/ru/

Доклада е разработен по Задача 1.1.2. Анализ и оценка на системи за управление при бедствия, аварии, извънредни ситуации и кризи и изработване на научнообосновани предложения за тяхното усъвършенстване от НАЦИОНАЛНА НАУЧНА ПРОГРАМА „СИГУРНОСТ И ОТБРАНА“.

NATURE OF THE GLOBAL FOOD PROBLEM AND THE FORMS OF ITS MANIFESTATION

Veliko P. Petrov

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, veliko_pp@abv.bg

***Abstract**: In the 21st century, ensuring food security is a global and regional issue that will be relevant in the coming decades, because despite the existing examples of successfully overcoming this problem in European countries, many African and Asian countries are experiencing food shortages and hunger. Inequality in economic development between different countries has led to an extremely uneven distribution of food production and consumption among them.*

Today, the problem of food security has become more dramatic, even catastrophic, in developing countries. There is no doubt that hunger and malnutrition have existed in the world since the beginning of human development. Already in the 19th-20th c. millions of lives were claimed by outbreaks of famine in China, India, Ireland, many countries in Africa and the countries of the former Soviet Union. The existence of hunger is caused by the general backwardness and poverty of the developing countries, which has led to a huge lag in agricultural production from the needs of its products. Today, the "geography of hunger" in the world is defined primarily by the most backward countries in Africa and Asia, where a significant part of the population lives literally on the brink of starvation.

Today, about 1 billion people in the world suffer from hunger. In this regard, FAO established a Commission on Food Security whose main task is to create a global network to address food security and nutrition issues. Without such a network, all efforts are ineffective. Food security exists when all people at all times have physical, social and economic access to sufficient, safe and nutritious food that meets their dietary and nutritional preferences for an active and healthy life.

***Keywords** food security, global food problem, hunger*

СЪЩНОСТ НА ГЛОБАЛНИЯ ПРОДОВОЛСТВЕН ПРОБЛЕМ И ФОРМИТЕ НА НЕГОВОТО ПРОЯВЛЕНИЕ

Велико П. Петров

Продоволственият проблем е един от най-древните проблеми на човечеството, тъй като такова явление като глад може да преследва хората по всяко време, както сега, така и преди. Този проблем е глобален, тъй като за решаването му са необходими усилията не толкова на отделните страни, колкото на добре координираното сътрудничество на всички държави, насочено към осигуряване на продоволствената сигурност в техните страни. Може също да се отбележи, че продоволствения проблем е тясно свързан с други глобални проблеми на човечеството, включително екологични, демографски, енергийни и много други.

Повечето учени, които са изследвали продоволствения проблем, отбелязват цялостното му въздействие върху обществото, следователно разглеждането му е във връзка с политическата, икономическата и националната традиционна система. Има няколко фактора, които влияят по един или друг начин на глобалния продоволствения проблем и те са:

Първо, това са природните условия и териториите, в които се намира населението. Те включват площи, предназначени за селско стопанство, климатични условия, развитие на агропромишления комплекс, население и запаси от храни;

На *второ място*, това е развитието на инфраструктурата и транспорта, благодарение на които храната се внася и изнася на световния пазар;

Трето, това е наличието на различни общности и асоциации, които регулират продоволствения проблем в света и съответно политическата ситуация в света като цяло;

Четвърто, това е световната икономика и търговията с храни на външните пазари.

През цялото време на съществуването на държавата продоволствения проблем е един от най-важните, тъй като националната сигурност на страната зависи от неговото присъствие или отсъствие. Доста трудно е да се определи един стандарт на хранене за населението на целия свят, тъй като всяка държава изразходва различно количество енергия за поддържане на живота на населението. Диетата на хората се определя от мястото им на пребиваване, климатичните условия, вида на дейността, с която се занимават и възрастта; тези условия са необходими, за да се осигури на тялото необходимото количество енергия.

Има средна хранителна потребност на човека, която е изчислена от Световната здравна организация (СЗО) и Организацията по прехрана и земеделие на Обединените нации (ФАО). Тя е 2300-2400 kcal на ден, но много експерти смятат, че трябва да бъде малко по-висока и да възлиза на 2700-2800 kcal. Разбира се, тези цифри ще варират в зависимост от факторите, описани по-горе. Като цяло проблемът с недохранването възниква, когато човек консумира по-малко от 1800 kcal на ден, а гладът се проявява, когато нивото е под 1000 kcal на ден. Най-често продоволствения проблем се характеризира със сезонност и ниски доходи на населението, което води до влошаване на здравето на тези слоеве от населението.

Най-ярките примери за продоволствена несигурност и глад са страни като Етиопия, Судан и други региони на юг от Сахара. Има огромен брой причини за глада, това са природни, политически, икономически условия в страната, граждански войни, неравномерно разпределение на храната и др. Според структурата на диетата е необходимо да съдържа поне 100 г. протеин на ден. Липсата на животински протеини, мазнини, микроелементи и витамини в храненето на човека го прави непълноценно и съответно тук се проявява недохранване и липса на нормална диета.

Значителна част от населението на развиващите се страни страда от недохранване, което от своя страна води до различни заболявания и ниска продължителност на живота, всичко това се дължи на липсата на протеини, витамини и хранителни вещества в организма. Поглеждайки малко по-назад в миналото, можем да отбележим, че през 80-те години на миналия век само 35 % от населението на света е получавало адекватно хранене, 15 % от населението е имало протеинов дефицит, 20 % са имали дефицит на животински протеин, а останалите 30 % са живели в условия на хранителен дефицит, консумирайки по-малко от 1700 kcal на ден.

По данни на ФАО още през 90-те години на миналия век броят на гладуващите по света варира между 500-550 милиона души, а броят на недохранените се оценява на 1-1,3 милиарда души. През разглеждания период средният калориен прием в целия свят е бил 2700 kcal на ден. А в икономически развитите страни тази цифра достига 3400 kcal на ден.

Като цяло хранителният потенциал на нашата планета е напълно достатъчен, за да задоволи нуждите на цялото й население. Може да се отбележи, че от 1998 г. насам световното селскостопанско производство расте стабилно. Въпреки значителното увеличение на производството, проблемът с глада все още не е напълно решен, поради което се счита за един от глобалните проблеми. Това се дължи и на факта, че консумацията на храна в различните страни е неравномерна. И водещите позиции в световната хранителна система са заети от развитите страни; те произвеждат и консумират около 67 % от цялата световна храна (в стойностно изражение), въпреки че по-малко от 15 % от населението на света живее в тези страни. Делът на износа на раз-

витите страни за световния пазар е 64 %, включително 62 % селскостопански суровини и 31 % готова продукция. Делът на вноса от тези страни е 67 % .

Като се има предвид факта, че развитите страни много силно развиват световния пазар на храни, те също имат високо ниво на самозадоволяване на населението си. Например страни като САЩ и Франция са в състояние да се осигурят с храна на повече от 100 %, Германия – с 93 %, Италия – със 78 % и дори Япония, която е бедна на плодородни земи, с 50 %.

В развиващите се страни ситуацията е напълно противоположна. Четири пети от световното население живее в развиващите се страни, но те произвеждат само 33 % от цялата храна в света. Делът на тези страни в световния износ на храни е почти 33 %, вносът – 27 %. Ниското ниво на храна в тези страни се свързва предимно с ниски нива на доходи, голямо население и бърз растеж на населението в сравнение с развитите страни.

Освен от нарастването на населението, обемът на хранителните нужди зависи и от определени демографски фактори. Те включват: пол и възраст на населението, увеличаване на дела на градското население и др. И ако има намаляване на хранителните нужди в европейските страни, тогава в развиващите се страни те ще нараснат рязко. А за да се поддържа добро качество на живот в света, е необходимо да се увеличи производството на храни с поне 75 % през следващите 50 години.

Основните причини за продоволствения проблем в света днес включва: демографската ситуация; изчерпването на природните ресурси за производство на храни; трансформацията на структурата на потреблението; загубата на храна и разхищението на храна; биогоривата; покачването на световните цени на храните и кризите и конфликтите.

Световният продоволствен проблем е икономически факт, който може да доведе до значителни политически последици. Много експерти смятат, че основата на световните революции и бедствия се крие в скока на цените на храните. Например в Близкия изток и Африка бедните харчат около 50 % от доходите си за храна, което означава, че нарастващите цени на основните храни гарантират невероятно голямо въздействие върху разходите на домакинствата. В основата на глобалния продоволствен проблем, повтарящи се продоволствени кризи, е насърчаването на резултатите от научните изследвания в агропромишления комплекс, което предотвратява намаляването на цените на храните, включително когато техническият напредък позволява увеличаване на добивите в тези страни.

По този начин сред глобалните проблеми на човешкото развитие повечето учени, експерти и анализатори подчертават продоволствения проблем. Този проблем е актуален през целия минал и началото на 21 век. Съвременният продоволствен проблем в развитието на човечеството е, че поради нерационалното и твърде интензивно използване на природните ресурси, повишеното търсене на животински продукти, увеличеното потребление на храна на глава от населението, както и други фактори, има постоянно нарастване на цените на храните, което допринася за появата на заплахи за продоволствената сигурност в развиващите се страни, включително за най-бедните слоеве от населението на развитите и развиващите се страни. В допълнение към горното, проблемът с появата на фалшиви продукти напоследък нараства, тенденцията за популяризиране на „вредни" продукти нараства, темпът на продажби на продукти, произведени с използването на ГМО, нараства и в тези условия , осигуряването на безопасността на храните и хранителните суровини става основна задача на държавата, тъй като тези фактори оказват влияние върху живота и здравето на населението, запазването на генофонда на нацията.

ООН признава два основни компонента на човешката сигурност, които включват свобода от страх и свобода от нужда или бедност. Не можете да защитите света от война, ако хората не са в безопасност у дома, на работните си места и в ежедневието си. ООН разработи единна Концепция за човешката сигурност, състояща се от 8 основни категории сигурност: икономическа; продоволствена; здравна; екологическа; лична, социална; обществена; политическа. И всички тези категории са пряко свързани в реалния живот.

В научната литература терминът „food security" се появи сравнително наскоро и се счита за нова икономическа категория. Терминът „продоволствена сигурност" се превежда по два начина от английски и означава продоволствена сигурност или продоволствена осигуреност.

ООН за първи път призна храната като универсално човешко право в Декларацията за правата на човека от 1948 г., която постави началото на еволюцията на концепции като продоволствената сигурност и обществената продоволствена сигурност. Международното развитие през 60-те години на миналия век първо дефинира продоволствената сигурност като способността да се задоволят съвкупните хранителни нужди. Впоследствие международната продоволствена сигурност се превърна в начин за описване и измерване на мандата на ООН за защита на човешките права на храна и насърчаване на световната търговия.

През 1948 г. член 25, параграф 1 от Всеобщата декларация за правата на човека гласи, че „Всеки човек има право на жизнено равнище, включително прехрана, облекло, жилище, медицинско обслужване и необходимите социални грижи, което е необходимо за поддържане на неговото и на семейството му здраве и благосъстояние"[41]. Наличието на достатъчно храна е основен елемент от човешките права.

Концепцията за продоволствената несигурност се появи в средата на 70-те години на миналия век по време на глобалната продоволствена криза, когато имаше нужда да се съсредоточат усилията върху доставките на храни и осигуряването на наличността и стабилността на цените на основните хранителни продукти на международно и национално ниво.

През 1974 г. Общото събрание на ООН одобри „Международните ангажименти за гарантиране на продоволствената сигурност в света" въз основа на препоръките на Организацията по прехрана и земеделие (FAO). В тези препоръки продоволствената сигурност се разбира като система от мерки, които осигуряват производството и задоволяването на количествените и качествени нужди на населението на държавата във високо конкурентни национални хранителни продукти от широк спектър[42].

През 1983 г. FAO включи концепцията за достъп на уязвимите хора до хранителни доставки, като се фокусира върху баланса между търсене и предлагане, т.е. че всички хора имат физически и икономически достъп до основни храни по всяко време[43].

Според стандартите на ФАО продоволствената сигурност на една държава е установена, ако тя произвежда над 80 % от консумираните хранителни продукти или ако държавата се специализира в производството на един или друг вид хранителен продукт, чийто износ позволява да се постигне положителен външнотърговски баланс по продоволствието, тоест мащабът на международната търговия до голяма степен зависи от продажбата на този продукт и държавата може да влияе на световния пазар.

По-късно, през 1986 г., докладът на Световната банка за бедността и глада прави разлика между *постоянна продоволствена несигурност* (свързана с проблеми на постоянна или структурна бедност и ниски доходи) и *временна продоволствена несигурност* (т.е. периоди в резултат на природни бедствия, икономическа криза или конфликт)[44].

През 1990 г. FAO разшири определението, дадено през 1974 г., за да включи безопасността на храните поради липсата на прием на протеини, както се определя от социалния и културен произход на даден човек.

През 1996 г. на Международната среща на върха определението за продоволствена сигурност беше допълнено с нива на сигурност: семейно, национално, регионално, глобално ниво. На

[41] United Nations Universal Declaration of Human Rights 1948 // http://www.worldlii.org/int/ other/ UNGA/1948.

42 Universal Declaration on the Eradication of Hunger and Malnutrition 1974 / UNGA // http://www.worldlii.org/int/other/ UNGA/1974.

43 World Food Security: a Reappraisal of the Concepts and Approaches: director generals report / FAO. – Rome, 1983. – 30 p.

44 Poverty and Hunger: Issues and Options for Food Security in Developing Countries / World Bank. – Washington DC, 1986. – 72 p.

всички тези нива трябва да се осигури физически и икономически достъп, докато хранителните продукти трябва да бъдат безопасни[45]. На тази среща се дава универсално възприето определение за „продоволствена сигурност". Тя е дефинирана като състояние, при което „*всички хора по всяко време имат физически, социален и икономически достъп до достатъчни, безопасни и питателни храни, за да задоволят своите хранителни нужди и предпочитания от храни за активен и здравословен живот*".

Състоянието на националните икономики през 2001 г. все повече подчертава необходимостта от подчертаване на социалния аспект на продоволствената сигурност, както и на хранителните предпочитания. Това допълнение се фокусира върху правото на достъп до храна за уязвима част от населението, тоест отделни граждани и домакинства с ниски доходи, за да упражняват правата си.

Въз основа на това през 2009 г. определението беше формулирано, както следва: Продоволствена сигурност съществува, когато всички хора имат редовен физически, социален и икономически достъп до достатъчно, безопасна и питателна храна, за да задоволят своите диетични нужди и хранителни предпочитания за активен и здравословен живот[46].

Това определение включва някои аспекти на продоволствената сигурност, които трябва да бъдат подчертани:

✓ *Наличие на храна*. Постоянното наличие на храни на територията на държавата, което е в състояние да задоволи вътрешното търсене, както чрез местно производство, така и чрез внос (т. нар. физически достъп);

✓ *Достъп до храна*. Това означава, че абсолютно всички граждани трябва да имат равни права за закупуване на хранителни продукти;

✓ *Приемане на хранителни продукти*, т.е. постигането на крайната цел на всеки потребител е процесът на приемане на храна, чрез кулинарна обработка на продуктите, с формирането на всички условия за изпълнение на тази цел - чиста вода, енергия, газ, технически средства, спазване на санитарните условия и най-много важното е, че тази храна не вреди на здравето;

✓ *Стабилност.* Осъществяване от населението на правото му на постоянен достъп до достатъчно количество храна, независимо от природно-климатичните условия, от икономическото състояние, от режима при извънредни ситуации, от политическата криза в страната и др.

В съвременните условия проблемът с наличността на храна в развиващите се страни излиза на преден план поради вероятността от масов глад или глад на по-голямата част от населението, докато в развитите страни възниква друг проблем, където определени групи от населението, а именно социално уязвими групи, са изложени на заплаха от глад. Освен това има проблем със затлъстяването, диабета и риска от развитие на сърдечно-съдови заболявания поради неправилно хранене. Продоволствената сигурност се счита за многоизмерно явление в природата, което изисква прецизно измерване и е доста трудно за разработчиците на цели на публичната политика в тази посока. Следователно продоволствената система е уязвима, когато един или повече от четирите компонента на продоволствената сигурност се считат за несигурни и опасни.

Факторите, влияещи върху продоволствената сигурност, варират в зависимост от нивото, т.е. от глобални до регионални и национални, до вътрешни и индивидуални. Продоволствената сигурност е многоизмерно явление, обхващащо изменението на климата, гражданските конфликти, природните бедствия и социалните норми след световната продоволствена криза от 1972-1974 г. и шокове в цените на храните от 2006-2008 г. Продоволствената несигурност изисква

45 World Food Summit 1996. Rome Declaration on World Food Security // http://www.fao.org/3/ w3548e/w3548e00. htm

46 Harvesting agriculture's multiple benefits: Mitigation, Adaptation, Development and Food Security // ftp://ftp.fao.org/docrep/FAO/012/ak914e /ak914e00.pdf

значително внимание от страна на правителството поради широко разпространения глад и недохранване сред хората[47].

Състоянието на продоволствената сигурност на една държава варира в различни мащаби, от индивидуални до глобални. Докато продоволствената сигурност е налице на ниво отделен човек или домакинство, това може да не е така на регионално ниво. Обратно, въпреки че една нация или регион като цяло може да се счита за продоволствено сигурен, някои (групи от) хора все още могат да страдат от продоволствена несигурност.

Видовете продоволствена несигурност могат да бъдат разграничени по честота или продължителност:

– *хроничен недостиг на храна*. Дългосрочно и постоянно състояние на хранителна несигурност. Населението страда от хронична хранителна несигурност, когато не е в състояние да отговори на изискванията за минимален прием на храна за дълги периоди от време (приблизително шест месеца в годината или повече);

– *временна продоволствена несигурност*. Краткосрочно и временно състояние на хранителна несигурност. Населението страда от временна продоволствена несигурност, когато способността за производство или достъп до достатъчно хранителни продукти за здравословна диета е внезапно намалена (например след период на суша или в резултат на конфликт);

– *сезонна продоволствена несигурност*. Състояние на хранителна несигурност, което предвидимо се повтаря след цикличен сезон.

Днес проблемът с продоволствената сигурност на държавата се изостря поради липсата на хранителни продукти, причинена от природни и климатични бедствия, които от своя страна причиняват суша, наводнения, провал на реколтата, това се отразява на производителността, обема на селскостопанската продукция; нестабилност на ценообразуването на пазара на храни; както и засилващи се тенденции в консумацията на вредни, „нездравословни" храни, хранене с некачествени, фалшиви храни. По този начин горните фактори влияят върху достъпа на населението до хранителни продукти и неговото здраве.

В таблица 1 са дадени факторите, оказващи влияние на продоволствената сигурност. От данните в таблица 1 се вижда, че състоянието на продоволствената сигурност на държавата се влияе от две групи фактори: вътрешни и външни.

Таблица 1.

Фактори, оказващи влияние на продоволствената сигурност

Вътрешни фактори	**Външни фактори**
Държавно подпомагане на земеделското производство, намаляване на площите, заети със зърнени култури и намаляване на брутната продукция от култури; иновационна политика в агропромишления комплекс, намаляване на броя на добитъка; изостаналост на сферите на преработка и съхранение на селскостопанска продукция; държавно финансиране на научни разработки в агропромишления комплекс, липса на ефективни мерки за кредитиране на селскостопанска продукция; изчерпване на земята, нарастване на процесите на опустиняване на земята, соленост на почвата; повишена зависимост от внос на храни и селскостопански технологии; неподготвеност за значителни природни бедствия (например: суша, наводнение, прашна буря, земетресение, миграция на скакалци и други вредители), липса на кадри в селскостопанския сектор и др.	Повишаване на цените на световния пазар на храни; въвеждане на икономическо ембарго, налагане на санкции, прилагане на търговска дискриминация, политическа ситуация в света, антидъмпинг, икономически саботаж, ценова война, местни и регионални конфликти, въвеждане на тарифни и нетарифни ограничения, въвеждане на иновации в селскостопанския сектор в света, информационна блокада, дезинформация и неверни слухове относно качеството и нивото на безопасност на изнасяните селскостопански продукти и др.

[47] The state of food security and nutrition in the world 2017. Building resilience for peace and food security / FAO. – Rome, 2017. – 32 p.

За да се предотвратят заплахи за продоволствената сигурност, трябва да се извършва редовна методологична оценка на нивото на продоволствената сигурност, което позволява своевременно да се идентифицират нарастващите заплахи за продоволствената система на държавата и да се предотврати тяхното възникване в бъдеще.

Нивото на продоволствена сигурност се оценява чрез широк набор от показатели. Първоначално наборът от тези показатели включваше: среден доход на глава от населението на гражданите на държавата, запаси от продоволствено зърно (първоначално – 20 %, след това – 16 % от общото годишно потребление на зърно), делът на внесените хранителни продукти (отразяващи хранителна самодостатъчност на страната, но без да се взема предвид степента на хранене).

Горните методи за оценка на продоволствената сигурност обаче не отразяват напълно всички тези аспекти на осигуряване на продоволствената сигурност на държавата, както на макро, така и на микро ниво. Правителството е длъжно да наблюдава продоволствената сигурност въз основа на показатели, които включват както нивото на държавата като цяло, нейните региони, така и нивото на домакинствата. Впоследствие тези показатели започват да включват: дела на разходите за хранителни продукти в общите разходи на отделните слоеве от населението (колкото по-висок е този показател, толкова по-голяма е продоволствената опасност); показатели за териториална наличност на хранителни продукти (изчислени чрез сравняване на цените на дребно за подобни продукти в различни региони на страната); ниво на „удобство" на продоволствието (дял в консумацията на храна, който намалява загубите и времето за приготвяне (полуфабрикати, продукти с висока степен на преработка)); степен на „естественост" и качество на продуктите; показатели за въздействието на качеството на продуктите върху здравето на гражданите и въздействието върху продължителността на живота, включително продукти, произведени с помощта на генно инженерство и биотехнологии, широко използвани от 1995 г. и др.

Освен отразените показатели, продоволствената сигурност може да се оцени и от позицията на хранителната независимост, т.е. показателят за дела на местното производство на хранителни продукти в общия мащаб на потреблението трябва да бъде най-малко 80 %, тогава държавата се счита за продоволствено осигурена.

Ако се разгледа методологията за оценка на продоволствената сигурност, тогава в най-обща форма тя може да бъде представена като оценка от различни позиции на нейното осигуряване, от позицията на физическа, икономическа достъпност и безопасност на храните. В същото време под физическа наличност на храна разбираме постоянната наличност на храна в цялата страна по всяко време, в необходимите обеми и асортимент, отговарящи на утвърдените норми за консумация. Под икономическа достъпност на храната се има предвид нивото на доходите на гражданите, което им позволява да закупуват хранителни продукти, поне на минималното ниво на потребление, независимо от социалния статус и местоположението. А безопасността на храните означава премахване на производството, продажбата и консумацията на нискокачествени храни от населението, включително опасни, които могат да навредят на здравето им.

По този начин, при една прецизна оценка на продоволствената сигурност, набор от индикатори трябва да отчита всички посочени аспекти на нейното осигуряване.

Основните показатели, характеризиращи глобалната продоволствена сигурност, включват съотношението на предлагането от страните износителки на зърно: Аржентина, Австралия, Канада, ЕС, САЩ, Русия и Украйна към търсенето на световния пазар; дял от запасите на хранително зърно в тези страни до вътрешно потребление; тенденцията на нарастване на мащаба на производството му в Индия, Китай и други потребителски страни; темпове на растеж на зърнопроизводството в развиващите се страни; скоростта на нарастване на мащаба на неговото производство в страните вносителки; тенденция на средногодишните експортни цени на зърнените култури.

Таблица 2.

Комплект показатели (индикатори) за продоволствената сигурност, прилагани от FAO, IFAD и WFP

Показатели за продоволствената сигурност	Основни аспекти
1. Среден прием на калории до препоръчани медицински стандарти 2. Средни разходи за производство на продукти за хранене	Достъпност от гледна точка НАЛИЧНОСТ на хранителни продукти (AVAILABILITY)
1. Броят на калориите от зърнени култури, кореноплодни и грудкоплодни 2. Средно достъпно количество протеин 3. Средно достъпно количество протеин от животински произход	
1. Процент на асфалтирани пътища в общата дължина на пътищата 2. Плътност на пътната мрежа 3. Плътност на железниците	Наличие на ДОСТЪП към хранителни продукти (ACCESS)
1. Брутен вътрешен продукт (паритет на покупателната способност)	
1. Индекс на вътрешните цени на храните	
1. Брой и дял на населението с проблеми с храната (преобладаване на недохранването) 2. Дял на разходите за храна за бедните 3. Степен на хранителен дефицит 4. Разпространение на хранителни дефицити	
1. Коефициент на зависимост от вноса на зърно 2. Процент напоявани обработваеми земи 3. Стойността на вноса на хранителни продукти в общия обем на износа на стоки	СТАБИЛНОСТ (STABILITY)
1. Политическа стабилност и отсъствие на насилие / тероризъм 2. Вътрешна нестабилност на цените на храните 3. Променливост в производството на храни на глава от населението 4. Променливост на предлагането на храна на глава от населението	
1. Достъп до качествени водоизточници 2. Достъп до качествена санитария	ПОТРЕБЛЕНИЕ (UTILIZATION)
1. Процент на деца под 5-годишна възраст, страдащи от изтощение 2. Процент деца под 5 години, които изостават в ръста 3. Процент на деца с поднормено тегло под 5-годишна възраст 4. Процент на възрастни с поднормено тегло 5. Разпространение на анемия сред бременни жени 6. Разпространение на анемия сред деца под 5-годишна възраст 7. Разпространение на дефицит на витамин А сред населението 8. Разпространение на йоден дефицит сред населението	

Отбелязвайки, че продоволствената сигурност е сложен феномен, през 2013 г. експерти от такива световни организации като FAO, IFAD и WFP1, изготвиха обобщаваща таблица в четири основни области (аспекти, критерии), за да „предоставят по-фина оценка на продоволствената сигурност" (Таблица. 2.). Показателите, показани в таблица 2., обаче са доста специфични и могат да се използват главно от статистически органи, анализатори и изследователи. За широк кръг потребители получаването на всички необходими данни е много проблематично.

ФАО следи за продоволствената сигурност на държавите съгласно приетата методология [*Food security statistics; Food security methodology*], където се разглеждат три основни области:

1) Вътрешни доставки на храни от собствено производство, приходи от внос и от създадените запаси;

2) Консумация на хранителни продукти, вкл. под формата на фураж, семена, отпадъци, използвани при преработката, изнесени и др.;

3) Доставка на всички хранителни продукти (в килограми на човек годишно), вкл. по отношение на калории, съдържание на протеини и мазнини на глава от населението.

Оценката на продоволствената сигурност във всяка държава, както се отбеляза по-горе, има своите специфики, в зависимост от природните и климатичните условия за селското стопанство, наличието на водните ресурси, икономическото развитие, състоянието на хранителната

независимост, т.е. местното производство на храни, както и ролята на държавата на световния пазар.

През последното десетилетие учени и изследователи са разработили и предложили доста бързи, точни коефициенти за продоволствена сигурност, които могат да бъдат разделени на следните категории:

– диетично разнообразие и честота на храненията. Тази категория показатели отразява броя на различните видове продукти или групи храни, консумирани от населението, както и честотата на тяхното потребление, включително претеглянето на тези групи. Резултатът е оценка, която представя разнообразието на консумация, като това не е задължително свързано с количеството храна, а основно с калорийните показатели. Например ФАО и Агенцията за международно развитие на САЩ широко използват оценката за диетическо разнообразие на домакинствата (HDDS), подобна на FCS, но с 24-часова времева рамка без събиране на информация за честотата или тежестта;

– разходи за храна. Отчитайки тенденцията хората, които са по-близо до линията на бедността, да харчат все по-голяма част от собствения си доход за закупуване на храна, тази мярка се превърна в метод за оценка на продоволствената сигурност;

– поведението на потребителите. Тези методи за оценка индиректно показват продоволствената сигурност чрез измерване на поведението, което е свързано с консумацията на храна. Пример е индексът на стратегиите за справяне или CSI, който измерва честотата и тежестта на поведението на домакинството, когато няма достатъчно храна или пари, за да си купи хранителни стоки. Изчислението на CSI идентифицира начини за преодоляване на подобни трудности в 14 различни инструмента, базирани на контекста;

– експериментални мерки. Те включват показатели, които комбинират поведенчески и психологически мотиви, които включват скалата за продоволствена сигурност на Латинска Америка и Карибите (ELCSA) и скалата за достъп до храна в домакинствата. HFIAS отразява поведението на домакинството, когато количеството и качеството на храната е недостатъчно, включително техните опасения относно този проблем;

– мерки за самочувствие. Тези мерки, макар и субективни по своя характер, се използват от изследователите и включват методи за самооценка на текущото състояние на продоволствената сигурност, проучвания за промените в статуса и поминъка за дълъг период от време.

Изводи

1. През 21 век гарантирането на продоволствената сигурност е глобален и регионален въпрос, който ще бъде актуален през следващите десетилетия, тъй като въпреки съществуващите примери за успешно преодоляване на този проблем в европейските държави, много африкански и азиатски държави изпитват недостиг на храна и глад.

2. Неравенството в икономическото развитие между различните страни доведе до изключително неравномерно разпределение на производството и потреблението на храни между тях. Външното проявление на това неравенство е своеобразна поляризация на глобалния потребителски пазар на храни. На единия „полюс" има значителна разлика между потребителското ефективно търсене и потребност, на другия – най-високата наличност на храна. Първият „полюс" е придружен от масово недохранване и глад, вторият от прекомерна консумация и значителни загуби на храна.

3. Обобщавайки разнообразието от критериите за оценка на нивото на продоволствената сигурност те може да се групират в пет основни групи:

- ✓ наличието на хранителни продукти, осигуряващи физическата им достъпност до населението;
- ✓ пазарни условия, които осигуряват икономическата и социална достъпност на храните за всеки човек;

✓ нивото на доходите и други характеристики на материалното положение на населението, благодарение на което хранителните продукти стават икономически достъпни;

✓ държавна и частно-корпоративна подкрепа, благодарение на която се увеличава наличността на храна за населението;

✓ външни и вътрешни рискове от осигуряване на продоволствена сигурност.

4. Днес проблемът с продоволствената сигурност е станал по-драматичен, дори катастрофален в развиващите се страни. Няма съмнение, че гладът и недохранването съществуват в света от началото на човешкото развитие. Още през 19-20 век милиони животи бяха отнети от огнища на глад в Китай, Индия, Ирландия, много страни в Африка и страните от бившия Съветски съюз. Съществуването на глад е породено от общата изостаналост и бедност на развиващите се страни, което е довело до огромно изоставане на селскостопанското производство от нуждите от продуктите му. Днес „географията на глада" в света се определя предимно от най-изостаналите страни в Африка и Азия, където значителна част от населението живее буквално на ръба на глада.

5. Днес около 1 милиард души в света страдат от глад. В тази връзка ФАО създаде комисия по продоволствена сигурност, чиято основна задача е да създаде глобална мрежа за справяне с проблемите на продоволствената сигурност и храненето. Без такава мрежа всички положени усилия са неефективни. Продоволствена сигурност съществува, когато всички хора по всяко време имат физически, социален и икономически достъп до достатъчно, безопасна и питателна храна, която отговаря на техните диетични и хранителни предпочитания за активен и здравословен живот.

Литература

1. FAO. 2017. Near East and North Africa Regional Overview of Food Insecurity 2016. Cairo, pp. 35.
2. Global Network Against Food Crises (GNAFC), https://www. fightfoodcrises.net/fileadmin/user_upload /fightfoodcrises/doc/Global_Network_ Flyer_EN.pdf
3. The state of food security and nutrition in the world 2017. Building resilience for peace and food security / FAO. – Rome, 2017. – 32 p.
4. „Подходът на ЕС към устойчивостта към кризи: уроците от продоволствените кризи" (COM(2012) 586 final, 3.10.2012 г.).
5. United Nations Universal Declaration of Human Rights 1948 // http://www.worldlii.org/int/ other/ UNGA/1948.
6. Universal Declaration on the Eradication of Hunger and Malnutrition 1974 / UNGA // http://www.worldlii.org/int/other/ UNGA/1974.
7. World Food Security: a Reappraisal of the Concepts and Approaches: director generals report / FAO. – Rome, 1983. – 30 p.
8. Poverty and Hunger: Issues and Options for Food Security in Developing Countries / World Bank. – Washington DC, 1986. – 72 p.
9. World Food Summit 1996. Rome Declaration on World Food Security // http://www.fao.org/3/ w3548e/w3548e00. htm
10. Harvesting agriculture's multiple benefits: Mitigation, Adaptation, Development and Food Security // ftp://ftp.fao.org/docrep/FAO/012/ak914e /ak914e00.pdf.
11. http://www.fao.org/about/what-we-do/ru/.

Доклада е разработен по Задача 1.1.2. Анализ и оценка на системи за управление при бедствия, аварии, извънредни ситуации и кризи и изработване на научнообосновани предложения за тяхното усъвършенстване от НАЦИОНАЛНА НАУЧНА ПРОГРАМА „СИГУРНОСТ И ОТБРАНА".

THE FORGOTTEN HEROES OF THE FIRST WORLD WAR – PAUN BANANOV

Nayden Naydenov

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems,
National Military University, Shumen, Bulgaria, kanonir1969@abv.bg

***Abstract**: In the history of the wars for national liberation and unification of the Bulgarian people, there are heroes whose names have been lost as a result of the merciless passage of time, and others receive undeserved little attention, although they gave their lives and energy for the realization of the national ideal. For some, volumes are written, for others - pages, and the names of still others gradually fade until some researcher resurrects their memory. The fragmentary information found in the archives, in the memories of the era and in the works written immediately after the events must be collected, systematized and analyzed so that these individuals can once again enter the pantheon of Bulgarian heroes.*

***Keywords** participant in the war, pioneering work, cavalry regiment*

ЗАБРАВЕНИТЕ ГЕРОИ ОТ ПЪРВАТА СВЕТОВНА ВОЙНА – ПАУН БАНАНОВ

Найден Найденов

В историята на войните за национално освобождение и обединение на българския народ има герои, чиито имена са се изгубили в следствие на безмилостния ход на времето, а други получават незаслужено малко внимание, въпреки че отдават своя живот и енергия за осъществяването на националния идеал. За някои са изписани томове, за други – страници, а имената на трети постепенно избледняват, докато някой изследовател не възкреси спомена за тях. Фрагментарната информация, намираща се в архивите, в спомените от епохата и в трудовете, написани непосредствено след събитията трябва да бъде събрана, систематизирана и анализирана, за да могат тези личности отново да попаднат в пантеона на българските герои.

Основната цел на настоящия доклад е да представи кариерата и бойния път на един заслужил български офицер, участвал в четири войни – Сръбско-българската от 1885 г., двете балкански войни от 1912–1913 г. и Първата световна война (1914–1918).

Кой е Паун Бананов? Родът Бананови от град Лясковец дава няколко български офицери на Родината. Един от тях е Паун Илиев Бананов, роден на 1 март 1868 г.

Днес той е сред забравените от мнозина герои и незаслужено е познат само на военните историци. Сведенията за неговото детство и юношество са оскъдни. Учи във Варненската мъжка гимназия към 1885 г., но в хода на Съединението на Княжество България и Източна Румелия и неговата въоръжена защита, без знанието на своите родители гимназистът постъпва като доброволец в Сандровската чета, съставена във Варна през октомври 1885 г. В нея вземат участие предимно ученици от гимназиите във Варна, Разград, Русе и от други големи селища. Но в четата има и немалко учители, студенти, хора с различни професии. Четата е наречена „Сандровска" на името на княз Александър Батенберг. Ръководството й поема учителят Алексей Шулговский, русин, преди това предводител на Разградската чета.

След края на войната, през 1886 г. П. Бананов завършва гимназията, след което през учебната 1886–1887 г. за кратко е учител в Горна Оряховица. Постъпва във Военното училище в София и го завършва през 1889 г. Произведеният на 18 май с. г. в подпоручик, Бананов получава назначение като младши офицер в 1-ви конен полк в София, който е създаден с указ № 234 от 20 декември 1883 г. под името „1-ви конен на Н. В. княз Александър I полк". През следващата година завършва курс по participant in the war, след което е назначен за ковчежник в полка.

През 1901 г. е командирован в руската столица Санкт Петербург, където завършва Офицерската кавалерийска школа през 1904 г., след което има едногодишен стаж в руския 24-ти драгунски Лубенски полк в Кишинев, Бесарабска губерния

След завръщането си в Княжеството е назначен за командир на ескадрон в 4-ти конен на Н. Ц. В. Борис, Княз Търновски полк в град Ямбол. От началото на 1906 г. новопроизведеният майор е инструктор по езда в Кавалерийската школа в София. Това е признание за неговите професионални умения и педагогически качества, тъй като именно в тази школа се осъществява надграждането в конното дело на подофицери, младши и старши офицери. От 1909 г. е командир на ескадрон в Лейбгвардейския на Негово Величество конен полк, създаден в София със задача да изпълнява караулната служба в двореца и да конвоира царя, а от май 1912 г. е домакин на полка.

В хода на Балканската война 1912–1913 г. е командир на допълващия ескадрон в полка, който има за задача да посрещне и организира запасните чинове, да ги облече, въоръжи и снабди с коне, след което те се изпращат за попълване на заминалите за фронта ескадрони. Той е на пряко подчинение на Главната квартира, като изпълнява охранителна и караулна служба. От началото на 1913 г. ескадронът временно е прехвърлен в района на Ортакьой (Ивайловград), където чрез патрулиране охранява и опазва обществения ред. В деня след подписването на Лондонския мирен договор на 17 май 1913 г. е произведен в подполковник и от 23 септември 1913 г. е командир на най-престижната българска войскова единица, взела участие във всички войни на Третата българска държава – Лейбгвардейският конен полк.

През ноември 1913 г. посреща първите новобранци, на които се предава натрупаният боен опит от Балканските войни.

През юни 1914 г. в полка е поставена възпоминателна мраморна плоча с изсечените имена на падналите пред олтара на Отечеството 16 гвардейци и подполковник Бананов заповядва три пъти в годината:

5 октомври – обявяването на Балканската война, 13 март – победоносното влизане на полка в Одрин, и 24 юни – боят при връх Букова глава, да се провежда тържествена вечерна проверка, на която да се извикват поред имената на загиналите герои.

Първата национална катастрофа, която България преживява през 1913 г., е резултат не на поражения на бойното поле, а на погрешни политически решения. Крахът на националния идеал се възприема много тежко във всички слоеве на българското общество и най-вече в българската армия, призвана да го реализира. Скоро обаче се появява нов шанс България да отвоюва националното обединение – на 28 юни 1914 г. в Сараево проехтява фатален изстрел, довел до начало-

то месец по-късно на Първата световна война. Първоначално българските политици обявяват неутралитет, но постепенно се ориентират към Централните сили – Германия, Австро-Унгария и Османската империя, за да включат официално страната във военните действия през есента на 1915 г. Първоначално военните действия се насочват срещу Сърбия, която две години по-рано заграбва голяма част от Македония.

На 5 януари 1916 г. Лейбгвардейският конен полк участва в парада и прегледа на войските в Ниш. На преден план са цар Фердинанд, генерал Никола Жеков и Кайзер Вилхелм II.

В хода на мобилизацията през септември 1915 г. Лейбгвардейският полк пристига в Трън и заедно с 1-ви конен полк сформират 1-ва конна бригада. Подполковник Бананов с командирите на ескадрони извършват рекогносцировка на местността около Букова глава. Той ръководи средната група на бригадата и придадените към нея части, която трябва да притисне противника към Власинското блато и да прегради пътя му към Сурдулица. Лично повежда атаката на Лейбгвардейския полк след овладяването на Власинската митница, в резултат на която дружините на 26-и Пернишки пехотен полк безпрепятствено овладяват силно укрепената сръбска позиция на Букова глава.

Инициативата на подполковник Бананов довежда до единствената по рода си в историята на българската конница конна атака в силно пресечена планинско-гориста местност, срещу здраво заета позиция и открива възможност за осъществяване на маньовър от оперативен мащаб с излаз на българските войски в долината на р. Българска Морава. Затова получава благодарствена телеграма от цар Фердинанд I. Ръководи последващия отбранителен бой, след което повежда настъплението на полка към Враня, вр. Копиляк и вр. Елача. В края на октомври 1915 г. Лейбгвардейският полк пленява и обоза на сръбската Моравска дивизия. През ноември настъпва в посока планините Велика и Жеговица, а впоследствие и Прищина. На 16 ноември полкът влиза в Призрен, след което преминава в пряко подчинение на Щаба на Действащата армия. На 5 януари 1916 г. Лейбгвардейският конен полк участва в парада и прегледа на войските в Ниш,

като неговият командир получава високо германско отличие. От 30 май 1916 г. Паун Бананов е повишен в полковник.

Лейбгвардейският полк участва в освобождението на Добруджа в състава на 1-ва конна дивизия, командвана от генерал-майор Иван Колев.

На 2 септември 1916 г. повежда авангарда на средната колона на дивизията и участва в боя при Куртбунар, днешен Тервел. В село Куртбунар/Вълчи кладенец (дн. гр. Тервел) е дислоцирана румънската армия. На прославения български генерал Иван Колев от кавалерията е поверено командването на Първа конна дивизия, която е в състава на Трета българска армия, командвана от ген. Стефан Тошев, който в своите спомени пише за ген. Иван Колев: „Най-после удаде се случаят на орела да разпери крилата си и да запори във висините. Настъпи вече момент, щото желязната воля, светкавичният ум, да се проявят тъй мощно в ураган и да отрупат със слава нашата армия и конница".

На следващия ден, 3 септември 1916 г., полковник Бананов командва полка в сечащите атаки в полосата Карапелит – Кочмар – Гешаново срещу части на румънската 6-а сборна бригада. В решителния ден на бойните действия при Добрич – 7 септември, българската конница принуждава противника да премине в бягство.

При настъплението към Кобадинската позиция гвардейците успешно воюват срещу руски драгуни. Паун Бананов е сред командирите, умело ръководили поверените си части за славната победа при Мустафа Ачи. Боят при Мустафа Ачи и Азаплар, южно от Кюстенджа, се състои между български и румънски войски на 21 септември 1916 г. В него Първа конна дивизия пресича настъплението на румънски войски (5-а и 19-а пехотна дивизия, командвани от генерал Хертел) срещу десния фланг на българската Трета армия и съдейства за стабилизирането на фронта в Добруджа след неуспешната за българите първа атака на Кубадинската позиция. В дните 1–3 октомври при кота 90 противникът извършва поредица от кърваво отбити атаки, като полковник Бананов лично повежда полка, за да запуши пробива, получил се при отстъплението на 25-а турска дивизия. В последвалите боеве на 6 октомври при Первелий е контузен в гърба от парче граната. Командва десния подучастък на Конната дивизия при пробива на Кобадинската позиция, след което и отряда, овладял Хърсово. Полковник Бананов е назначен за командир на 5-а конна бригада и на 7 декември се сбогува със своите храбри гвардейци. Бригадата се прехвърля през 1918 г. в Македония, а след края на войната е командир на сборна конна бригада, дислоцирана в Ямбол и Харманли. През 1919 г. Паун Бананов е началник-щаб на Кавалерийската инспекция и на 1 декември 1919 г. достига върха в професионалното си развитие като конен офицер, като е назначен за инспектор на кавалерията. През декември 1920 г. е произведен в генерал-майор, след което преминава в запаса.

Жененият с три деца достоен офицер през продължилата над три десетилетия служба е награден с множество български и чужди отличия.

От 10 април 1930 г. е зачислен в Народното опълчение поради навършване на 60-годишна възраст, като в следващите над десет години се отдава на изследователска и научна дейност. През 1930 г. чрез дружеството „Жокей клуб" в София издава книгата „Коневъдство и конен

спорт“, като има и публикации на страниците на списанията „Българска военна мисъл“, „Военен журнал“ и „Кавалерийска мисъл“. Няма данни за точната дата и място за смъртта на генерала.

Изводи

1) Поради една или друга причина днес много исторически факти, събития и личности остават само в историческите архиви и за съжаление непознати за съвременниците ни.

2) Имената на десетки герои, дали живота си във войните за Освобождението на България липсват дори и изписани по паметните плочи.

3) Жизненият път на Паун Бананов е пример за отдаденост на Родината и Армията. Като професионален военен той изпълнява своя дълг, но неговите заслуги не се изчерпват с участието в бойни действия в четири войни. Той полага усилия да сподели и предаде своя опит на младите поколения.

Литература

1. ДВИА, ф. 740, оп.1, а. е. 1.
2. ДВИА, ф. 740, оп. 5, а. е. 73, 74.
3. ДВИА, ф. 740, оп. 525, 75.
4. Кисьов 1928: Ал. Кисьов. Генерал Колев и действията на 1-ва конна дивизия в Добруджа през1916 г. София, 1928.
5. Руменин 1996: Р. Руменин. Офицерският корпус в България 1878-1944. Т. 1. София, 1996.
6. Тачев 2016: С. Тачев. Непобедимата конница. София, 2016.
7. Тошев 1924: С. Тошев. Победени без да бъдем бити. София, 1924.

WEAPONS, TECHNOLOGIES, LOGISTICS

PRODUCT TEMPLATES APPLIED IN CAD MODELING

Mariela Lyubcheva Ivanova

Konstantin Preslavsky University of Shumen, Shumen, Bulgaria, e-mail: m.l.ivanova@shuv.bg

***Abstract**: The article describes some of the techniques and methods in the development of product templates in the context of the systematic use of software applications for mechanical engineering, i.e. CAD applications for virtual modeling of components and mechanisms. These parametric CAD templates provide new approaches to product development that make mass customization easy. Several examples are shown.*

***Keywords**: product templates, design, systems*

Introduction

Global economies are causing major changes in product development today. Traditional mass production approaches cannot meet market demands for speed, cost, and quality, but most importantly the added customer requirement for additional flexibility in product offerings. At the same time, research in solid modeling techniques conducted during the last two decades has provided a new technology generation in Computer- Aided-Design (CAD). This technology generation, commonly referred to as the "third-generation" is characterized as parametric CAD. Solid models can be created in such a way that the model creation operations can be re-executed with new values for the defining parameters of the associated geometric features. This allows updating of the solid model to new customizable configurations. Drawings, tool-paths, and other documents can be associated to these models to provide a semiautomatic method for parametrically modifying all the models and documents associated with a given product. This seems to be a technology that could facilitate the need in industry for mass customization.

However, as the industry has attempted to use this technology, relatively small changes have occurred in the overall product offering capability. Extensive investments have been made to upgrade companies CAD capabilities to third generation. No changes though have been made to the associated product development process and consequently product development proceeds in much the same manner as before. As the decade of third generation CAD comes to a close, it is hard to identify any anecdotal evidence that clearly shows how third generation technologies have caused the product development process to transition to mass customization approaches. The capability exists but goes unused. It has become clear that simply upgrading a companies' CAD capabilities to third generation or parametric CAD is not enough to achieve mass customization in the product offerings. This paper gives an overview of the issues of developing product templates which are parametric versions of the product development process. These parametric templates encapsulate new approaches to product development that facilitate mass customization. Several examples are shown. [5]

1. Mass Customization and Product Templates

Global economies are causing major changes in product development today. Traditional mass production approaches cannot meet market demands for speed, cost, and quality, but most importantly the added customer requirement for additional flexibility in product offerings. At the same time,

research in solid modeling techniques conducted during the last two decades has provided a new technology generation in Computer-Aided-Design (CAD). This technology generation, commonly referred to as the "third-generation" is characterized as parametric CAD. Solid models can be created in such a way that the model creation operations can be re-executed with new values for the defming parameters of the associated geometric features. This allows updating of the solid model to new customizable configurations. Drawings, tool-paths, and other documents can be associated to these models to provide a semiautomatic method for parametrically modifying all the models and documents associated with a given product. This seems to be a technology that could facilitate the need in industry for mass customization.

However, as the industry has attempted to use this technology, relatively small changes have occurred in the overall product offering capability. Extensive investments have been made to upgrade companies CAD capabilities to third generation. No changes though have been made to the associated product development process and consequently product development proceeds in much the same manner as before. As the decade of third generation CAD comes to a close, it is hard to identify any anecdotal evidence that clearly shows how third generation technologies have caused the product development process to transition to mass customization approaches. The capability exists but goes unused. It has become clear that simply upgrading a company's CAD capabilities to third generation or parametric CAD is not enough to achieve mass customization in the product offerings. [3]

Mass customization is achieved by re-structuring the product development process around parametric models to create a product tem plate which can generate customizable products. Product templates are reusable templates which embody the entire product development process and can parametrically generate customizable products and their associated artifacts. Product artifacts are any document, hardware, software, etc. which is produced when a given product is offered. The strategy behind product templates is to focus the template around mature product offerings called product families and reuse the product offering experience that is part ofthe company legacy.

Creation of a product template involves four steps: first, using past experience, develop the bounds on the customizable product offering space; second, backwards map the product development process in the context of a template; third, develop generic parametric models of all products aud artifacts; aud fourth, map the specific model parameters into a common set of governing parameters. Once created the product tem plate can be instantiated to generate customized specific products of consistent quality in a much reduced time frame when compared to traditional product development. A company can then offer mass customization for the given product family. This paper presents an overview of the strategy of a product emplate and the process whereby a product template is created.

2. The Strategy of a Product Template

A product template is a parametric, updatable, reusable tem plate of the product development process which allows mass customization within a product family. Mass customization is a concept where products are produced with the efficiencies ofmass production but the flexibility in product offerings of an artisan approach. The implementation of mass customization requires a balance between flexibility and efficiency.

The transition from mass production to mass customization requires a similar change. This time, the skilled workers must be able to perform a variety of operations using a standard set of product development processes. Each product development process will produce semi-custom products within a given product family. Semi-custom since there are limits to the customization envelop of each product family. This standard set of product development processes are templates which can be executed to design and build custom products for a given product family within a pre-defined set of product variation limits called the customization envelop. Why does mass customization require the templitization of the product development process? There are four reasons why mass customization requires the development of product templates: first, changing market discriminators as products

mature; second, the need to reuse product knowledge; third, efficiency requirements which cause the separation of the iterative activities from the artifact generation activities in the product development process; and fourth, the need for instantaneous updates by propagating product design information using parameters instead of geometry. [1]

3. The Changes in Market Discriminators as Products Mature

There are several phases in a typical life-cycle of a product (Figure 1). The first phase or "emerging" phase is characterized by rapid product generations, heavy investments and rapid developments in product technology, as well as fierce competition in the market based on product performance. The second phase or "mature" phase is characterized by product technologies asymptotically approaching technology limits, market competition based on peripheral issues rather than product performance, and a company legacy of product offering knowledge. The third phase or "breakthrough" phase is characterized by major technological breakthroughs which cause the product to move into an emerging phase again.

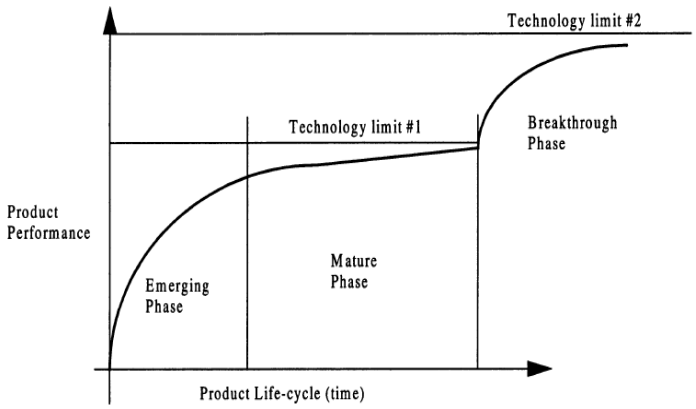


Fig. 1. Typical Product Life-cycle

When product markets mature, market discriminators shift from focusing on product performance to catering to customers. Product cost, customization, electronic versions of documentation, and other similar issues become the discriminators. Product performance is a given. The approach to product development should also change. When a product becomes mature the product development process should be mature as well. This means that the process should be well understood. Also, the process should be standardized into a template which allows as much variation in the products as possible while maintaining the standard process. Rather than starting the process over with each new product variation, a standard templatized version of the best possible process should be used for each product version. This selection of the best possible process is an example ofreusing the company knowledge gained during the emerging phase. [2]

4. Reusing Product Knowledge

A company "leams" a great deal as it develops new products. Often, much of that company knowledge is not re-used when new products are developed, because the process is rediscovered each time a product is developed. Even slight modifications to products can cause the product development process to be redefined. However, a mature product should mean that the best possible product development process should also have been developed. Why does a mature product lend itself to knowledge reuse? The associated process knowledge can be used to develop a template which represents the "best" way to develop this particular product. Customization of products can then be

implemented using a standard best process. The key to reusing product knowledge is to understand the product development process welI enough to know what is the best process and how to templatize it so that repeated product generation can occur in a standard manner.

5. Separation of Iterative activities from Artifact Generation

Selecting the best product development process for a given product is the first step towards developing a mass customization template. However, the best product development process for developing an emerging product is not necessarily the best development process for a mature product. How does the approach to product development change when a product matures? Since a mature product has a legacy of actual product development projects, alI the required product artifacts are welI understood. Often the process timeline is determined by the time it takes to generate alI the necessary product artifacts (Le. drawings, toolpaths, process plans, etc.). If the time to produce the artifacts is reduced through automation it is possible to separate the iterative activities of the product development process from the artifact generation activities. This is significant since mature products should be welI enough understood that no artifacts are generated until the design is completely defmed. Ifthe product artifact generation can be made parametric and customizable, as it is in a product template, then the time to produce new artifacts is greatly reduced. Hence, there is no need to begin artifact generation unti1 all iterative or predictive activities are complete. This causes the product development process to be restructured into a new form. The product development process can be separated into three major sections: the predictive phase (iterative activities); the Product instantiation phase; and the production phase (artifact generation). Figure 2. depicts this schematically.

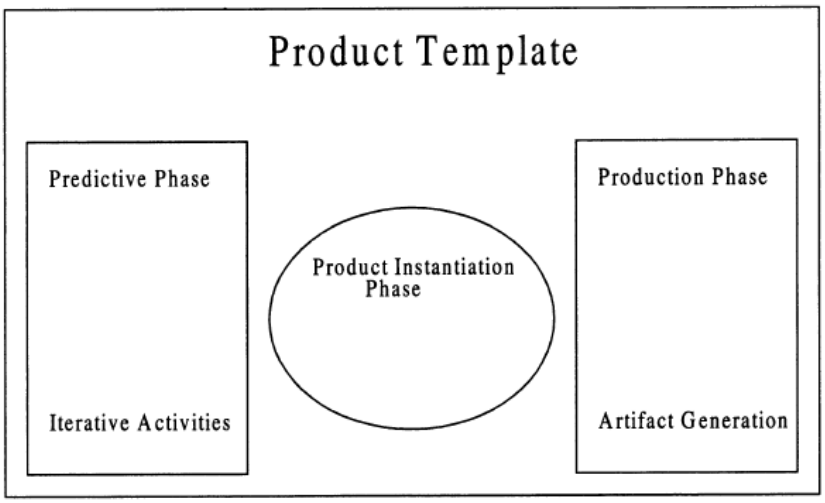


Fig. 2. Schematic Representation of a Mass Customization Template Process

The positive aspect of this new format is that mature products can be customized because the design of the custom products can be completed before any of the artifacts are generated. This reduces cost and time and facilitates the customization concept. [45]

6. Propagation of Design Information Using Parameters Instead of Geometry

What other changes need to be made to the product development process to implement a product template? There are three other changes: first, organizing the process into an hierarchical template process; second, developing generic, updatable models of all artifacts; and third, linking all generic

artifact models with a common set of parameters. The point of these three activities is to automate the process of generating all the models associated with the development of a custom product.

7. Organizing the template into an hierarchical process

Developing a virtual representation of the product development process is quite important in the process of making a product template. The virtual process representation provides a framework which enumerates all tasks and the dependency relationships between them for the entire process. Why develop a virtual representation of the product development process? In the past, product development was accomplished by different groups executing a process which was mostly implicit. Each step in the process produced an artifact (report, model, hardware, etc.) and the completion of the artifact usualIy indicated the completion of the step. Mass customization requires that the product development process be articulated and automated as much as possible. This requires that the process be mapped out on paper and then converted to an electronic form.

8. Developing generic updatable models

Once the process is mapped, every process artifact that is to be generated during the execution of the process must be turned into a generic model which can be parametrically updated. Reports are made into generic word processing documents with as much format as is possible. Solid models are transformed into generic solid models which maintain as much of the geometry and shape information as possible but have embedded in them alI the relationships that will alIow the parametric update to custom configurations. Toolpaths and drawings are linked associatively to these generic solid models so that they can be updated after the generic solid models are updated. In this fashion the generation of artifacts is automated and made parametric.

Conclusion

As stated earlier, mass customization is achieved by re-structuring the product development process around parametric models to create a product template which can generate customizable products. Product templates are reusable templates which embody the entire product development process and can parametrically generate customizable products and their associated artifacts. The strategy behind product templates is to focus the template around mature product offerings called product families and reuse the product offering experience that is part of the company legacy.

References

1. Antonov S.I., Izsledvane na prilozhenieto na CAD/CAM/CAE sistemite i tehnologiite za barzo prototipirane pri proektiraneto na komponenti na tehnicheskite sistemi, Shumen, 2021g., ISBN 978-619-7531-31-2;
2. Brunet P, Hoffmann C, Roller D, CAD Tools and Algorithms for Product Design;
3. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000, ISBN 978-3-642-08548-2;
4. Mat Lombard, SolidWorks: Ovladyavane Tom.1, Alekssoft, Sofia, ISBN: 789546564047;
5. David Planchard, Engineering Design with SOLIDWORKS 2020, ISBN: 978-1-63057-310-2.

HARDWARE TECHNOLOGIES AND MATERIALS FOR PHYSICAL PROTOTYPING

Stamen Iliev Antonov, Conuy Grigorov Conev

National Military University "Vasil Levski", Veliko Tarnovo, Faculty "Artilleryq AD and CIS", Shumen, Bulgaria, e-mail: stamantonov@abv.bg e-mail: coni19@abv.bg,

***Abstract**: This paper reviewed the different types of 3D printer technology available in the consumer market, with a particular focus on printers that use plastic filament. It is gaven a brief introduction to other technologies, particularly printers that use liquid resin.*

***Keywords:** 3D print, design*

The commonest type of 3D printer works with spools of plastic (called filament), which it melts and lays down to create objects. Others use lasers or projectors to harden light-sensitive resin. Still others either sinter powder or lay down binders to form objects from powder. The sheer number of technologies can be overwhelming. There is a lot of experimentation going on in the field at the moment, and hundreds of companies are developing new printers on what seems like a daily basis. The materials available have proliferated too.

Filament Printers

By far the commonest consumer-level 3D printing technology is fused filament deposition manufacturing, sometimes called FDM (which technically applies to just one manufacturer) or more generically FFF for fused filament fabrication. In general it is possible to named to these printers as filament 3D printers. These printers pull plastic filament off a spool, melt it, and lay down the melted plastic in a fine line, typically around 0.2 mm high and a few times as wide.

Figure 1 shows a typical filament printer, which would have a spool of filament next to it if it were running. It is labeled the common convention for naming the axes of a printer. The x axis here is left to right, the y axis is away, and the z axis is vertical. There are several different architectures of filament printers.

Figure 1. A typical consumer 3D printers

Parts of a Filament Printer

A filament printer is pretty simple - a common analogy is to be called a computerized hot glue gun. However, there are several critical parts that affect reliability, print quality, and what kinds of materials, can be used.

1. Stepper Motors

Consumer 3D printers usually have four or more stepper motors (Figure 2.), commonly called steppers. As the name implies, these are precise motors that move their shafts in predefined angular steps[3].

Typically, one motor drives each axis (sometimes two, on the vertical, or z, axis) by being coupled through pulleys to a belt or cable, or to a drive screw for an axis (often used for the z axis). Another motor drives the extruder gear. The steps per millimeter of the gears (how much an axis, or the filament, moves as the motor turns) is one of the things limiting how accurate a 3D printer can be, although it is not usually the principal limitation[1]. Motors for 3D printers typically have 200 steps per revolution

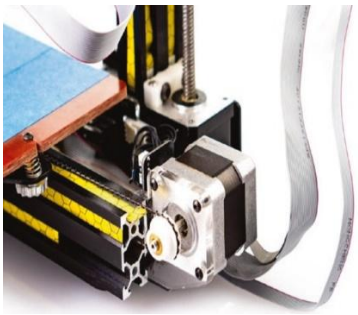


Figure 2. Stepper motor

2. Control

3D printers are controlled by microcontrollers. Many of these use a processor that is an adaptation or descendant of the Arduino open source microcontroller standard. Nowdays, many consumer printers still use open-loop control, meaning that they do not have sensors checking that the printer is running as planned, except for sensors monitoring temperatures of the print bed and extruder[4].

Most printers do not need to be tethered to a computer. If they are, it is to feed the commands to create a model, not to directly control the motors and temperatures. A printer runs some sort of firmware on its controller to do that lowlevel control. Firmware is just software that is used to control a machine.

3. Build Platform

Prints are created on a flat platform, interchangeably referred to as the print bed or print platform. Most are equipped with a heater, which allows to be used more materials. Depending on the printer design, the print bed may move in one or two directions, or not at all.

4. Extruder

The extruder is the part of the printer that melts and moves the filament. It is made up of several parts. We have already mentioned the extruder drive gear and its motor, which push the filament into the hot end. The hot end in turn is comprised of a heater, a nozzle, and a sensor (called a thermistor) to

sense how hot the nozzle is. The nozzles are very precise. They typically measure 0.35–0.50 mm in diameter and can be made entirely of metal, or they may be lined with a material called polytetrafluoroethylene (PTFE) to minimize jamming. Allmetal hot ends are required for printing many materials. The hot end includes a heating element and a sensor to regulate temperature, a thermal transition zone (often with a heatsink and fan on the cold end), and a nozzle that is usually made of brass. Recently, hardened-steel and ruby-tipped nozzles have appeared - some filaments are very abrasive, and these are more resistant to abrasion. Figure 3. is a close-up of a nozzle.

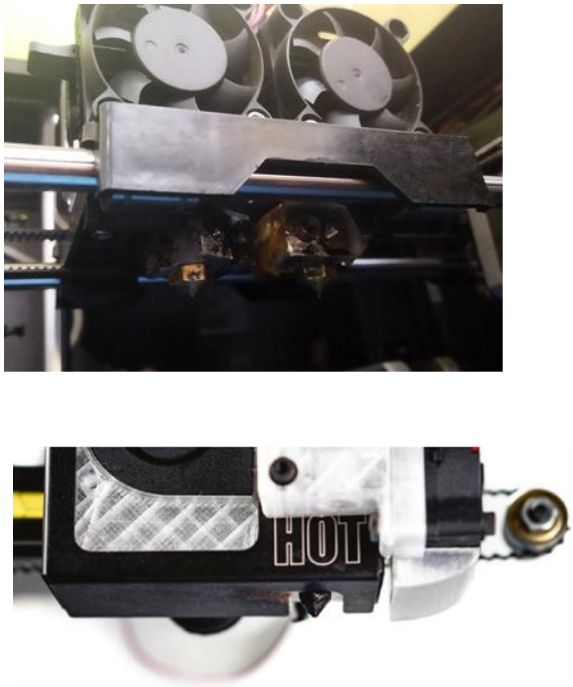


Figure 3. Extruders (Nozzle)

5. How Printing Works

First, filament has to be pulled from the spool into the printer, usually with a gear driven by a stepper motor. There are a variety of geometries for this. Sometimes a gear is right next to where the plastic will be melted (the hot end), and sometimes it is separated by a flexible tube, called a Bowden tube[2]. Extruders with a gear pulling in filament without an intermediary tube are called direct-drive extruders. Figure 4 shows the drive gear on a Bowden-style printer.

Figure 4. Extruder gear on a printer with a Bowden tube

Some manufacturers works with direct-drive extruders; many have moved now to some form of Bowden extruder. The main advantage of having the gear right at the extruder is simplicity, though it also means that the motor is being carried around with the hot end. This can in turn mean slower printing and other issues. A print starts with a 3D CAD virtual model, which is turned into a series of commands for the stepper motor and the temperature controls[5]. Once those commands are loaded onto the printer, via cable, SD card, or wireless connection, the printer will first heat up the nozzle and the platform (if it has a heater). Once everything is up to temperature and the printer performs whatever self-checks it is capable of, printing begins.

The first layer of the print has to stick well to the platform. There are various techniques for ensuring this. Some involve software settings, and others are related to using the correct platform surface for the material which are printing. Assuming that the print sticks, as a layer builds up, there are areas that do and do not have plastic within one layer. This means that the nozzle will be extruding during some parts of the layer, and not during others.

Suppose that it have to printing something that had a part sticking out, like cantilever with tilt angle. As it builts up the print layer by layer, it would eventually reach the first layer of the fundament of the cantilever. But as it is laided out plastic to form the first layer, it would just fall down since there was nothing to support it. To address problems like that, it is used support material. Support is extra material that is added to the model to allow it to print a layer at a time. Figure 5 shows a print with support. Printers can handle overhangs of about 45 degrees - the subsequent layers overlap a bit and allow to print these moderate slopes. Printers can also bridge over open areas. If has to be printing a hollow cube, for instance, the top will be over open space, but supported on all four sides.

Figure 5. Print with support

6. Filament Choices

There are many choices for 3D printer filament. The quality of the 3D printing filament will make the difference between failed print and a well-printed product model.

By far the commonest filament material is PLA, polylactic acid. It is a biodegradable, corn-based (sometimes sugarcane-based) plastic. It melts at a relatively low temperature and will stick to a variety of platform surfaces. PLA usually requires an extruder temperature of around 210 degrees. One of the reasons it is so popular is that PLA does not require a heated platform. Low-cost printers usually suggest that to put blue painter'stape (pad). The downside of PLA is that, well, it melts at a low temperature. PLA is a very good material for quick prototypes, student projects, and the like. There are specialty filled PLA mixes that contain stone, wood, metal, or glow-in-the-dark fine particles. Objects made with this can look surprisingly like they are made of the respective substance, with a bit of polishing. However, these mixes are hard on nozzles and tend to abrade them; hardened or ruby nozzles can get around this problem.

PET (polyethylene terephthalate) is a very common plastic in the non-3D printing world, used for water bottles and many other things. PETG is a type of PET that is often used in 3D printing; some varieties aretranslucent. It needs an extruder temperature higher than PLA—around 230–260 C.

Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) is the plastic used for LEGO bricks, among many other things. It is durable and far less vulnerable to warping in warm temperatures. The flip side of that is that it requires a high nozzle temperature—from about 220–260 C. A heated bed is also an absolute requirement for ABS, at 90–110 C.

Nylon is a strong printing material, which also requires a high temperature of around 240–270 C. The biggest challenge with nylon, other than the high extruder temperature, is that it does not want to stick to anything.

Dissolvable Support. Some printers have more than one extruder. One reason for buying such a machine is to allow the use of support material that can be dissolved away, either with water or other chemicals.

Resin Printers: SLA, DLP, and LCD.

The consumer resin printer market has been coming into its own recently with a great deal of experimentation. There are three types of resin printer on the market right now: stereolithography (SLA), Digital Light Processing (DLP), and a variation of DLP that uses a liquid-crystal mask (LCD) with an LED illumination source. Laser SLA printers use optics to move around an ultraviolet laser spot to cure UV-curable resin within one layer at a time. This layer is peeled off the bottom of a tank (or dropped down into the tank, and then the next layer is cured, and so on. DLP, on the other hand, uses a projector to cure a whole layer at a time; LCD printers are similar but use an LCD mask illuminated by LEDs to illuminate a layer at a time. Some low-cost resin printers use a modified cell phone screen in place of the projector.

Resin 3D printers have an ability to create far finer detail than filament-based printers. A resin printer is limited by its laser spot size (SLA) or the pixel size (DLP and LCD). This means that resin prints can have very smooth surfaces relative to those created by a printer using filament. Resin printers still need to create support, but the nature of the support is a little different. Typical printers are "bottom-up" and build a layer at a time, which is peeled off the bottom of a tray.

Printers that use a laser to cure resin use a series of coordinates that the laser spot moves through, philosophically similar to the commands thatcontrol a filament-based printer (fig. 6). They can generally move the laser spot much faster than a printer can move a heated nozzle, though. Although most have proprietary software, some of them have adapted software developed for filament printing. Printers that use a projector need a series of 2D images, one for each layer. Some of these printers have an HDMI port as an input, and their software treats the printer as a second monitor on hich it displays those images.

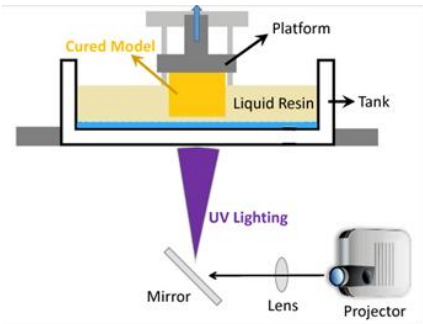


Figure 6. Resin print in progress

Post-processing is required on SLA prints, and typically involves washing off the print with isopropyl alcohol to remove uncured resin and exposing the print to UV light to ensure that the resin is fully cured.

Other Technologies. The overall field of 3D printing has been expanding in many different directions.

One of the oldest technologies in this space is selective laser sintering (SLS). Typically, a very fine powder is spread on a build platform, and a laser is used to sinter the powder together. More and

more powder is added as the print grows. SLS can be used to make very fine, detailed prints. SLS prints do not need support, because the unfused powder acts as a support. However, the powder is very fine and SLS is an expensive technology.

Many machines that print metal use a process called direct metal laser sintering (DMLS), which is the SLS process used for metals. Metal powder has to be worked in an inert atmosphere to prevent fires, so DMLS machines are very expensive since they need to be completely enclosed and filled with an inert gas. Other processes like selective laser melting (SLM) and electron beam melting (EBM) use even higher power to more fully fuse metal powder.

Conclusion.

In the last ten years or so, 3D printers have gone from being large pieces of industrial equipment to hobbyist novelties, to classroom staples. There are many different 3D printers, but fundamentally they all create an object by building up one layer at a time on some sort of platform. The basic idea of 3D printing (or additive manufacturing) is that it is create objects by building them up one layer at a time. The components, a product of 3D print technologies, can be used for research purposes, for tests or for direct working use in machines and mechanisms.

References

1. Antonov S.I., Izsledvane na prilozhenieto na CAD/CAM/CAE sistemite i tehnologiite za barzo prototipirane pri proektiraneto na komponenti na tehnicheskite sistemi, Shumen, 2021, ISBN 978-619-7531-31-2;
2. Brunet P, Hoffmann C, Roller D, CAD Tools and Algorithms for Product Design, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000, ISBN 978-3-642-08548-2;
3. Horvath J, Cameron R, Mastering 3D Printing, Pasadena, ISBN: 978-1-4842-5841-5;
4. Grzegorzewski P, Soft Modeling in Industrial Manufacturing, ISBN 978-3-030-03200-5;
5. Petrova T., Petrov Z., Visualization of Objects in Computer Tomography, 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 2022, pp. 1-4, ISBN 978-166543778-3 doi: 10.1109/INFOTEH53737.2022.9751325.

SOME PECULIARITIES OF THE WORKING PROCESS OF 3D PRINTERS AND THE SOFTWARE TO SUPPORT THEM

Stamen Iliev Antonov

National Military University "Vasil Levski", Veliko Tarnovo, Faculty "Artilleryq AD and CIS", Shumen, Bulgaria, e-mail: stamantonov@abv.bg

Abstract: *This paper reviewes the overall workflow of 3D printing, with a particular focus on the process of slicing a model into layers. It discussed different software packages that are available for the process and some of the many settings that are available to tweak for the best print. The article is focused primarily on filament-based 3D printers.*

Keywords: *3D printing, prototyping, design, slicing, filament, scanning*

3D printing typically requires three steps (Fig. 1) that might be combined into fewer than three pieces of software, might require some scrolling around on a screen on the printer for the last step, or might involve other variations. In all cases, though, it need to create or acquire a 3D computer-aided design (CAD) model, slice this model into layers, and generate he commands needed to physically create the model, and, finally, physically to create the print.

This paper is mostly focused on the middle step of slicing the model and creating commands (fig. 1). Some printers use proprietary software that integrates the last two steps[4]. They may automate some of the decisions, working with artificial intelligence to some level. As the market has expanded, printers have fallen into two sections: printers with software equipment requirements (typically more expensive) and open printers that allow to use a variety of free software and generic materials. The closed printers (first section) position themselves as easier to use and the open ones as allowing users more flexibility[2].

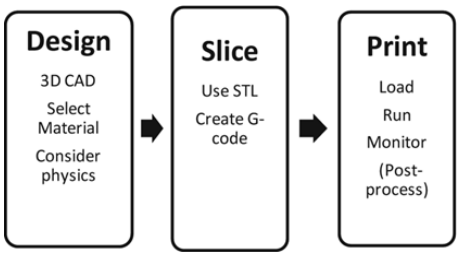


Fig. 1. 3D printing workflow

• Models

The first step in the 3D printing process is developing a 3D model of the design needs to create. This is done in CAD software. 3D printing requires a 3D model, which might come from a CAD model or might be a scan of an existing object[1].

The term 3D computer model is used in many different contexts, which can cause confusion when someone wants to print something using a 3D printer. In this paper, 3D computer model means a computer file that contains enough information about the surface of an object to allow the object to be printed. In the open source consumer 3D printer world, the most common file format is the STL file. This acronym is sometimes said to stand for STereoLithography and sometimes for Standard Tessellation Language.

STL is something of a lowest-common-denominator file format, consisting essentially of a long list of triangles that collectively cover the surface of the object. This is not a terribly efficient format (particularly in its ASCII version, which is a text file), but it has the virtue of being relatively simple to generate and deal with, and therefore has become a de facto standard. STL standards exist for both ASCII and binary file versions.

Like many things in 3D printing, the ability to get a good scan is dependent of the software. As of this writing, there are several different scanning technologies. The two most common can loosely be broken into two categories: structured light and stereophotogrammetry.

Both of these technologies rely on using software to identify features in images from a camera. Transparent or reflective surfaces are a problem, because the light's behavior is harder to predict. Calculations are much simpler for matte, opaque surfaces, and this is what the software assumes. Surfaces like metal, glass, or even plastic with a polished finish may not be scannable without first applying powder or a coat of matte paint to make the light's interaction with the surface closer to what the software expects.

Sometimes a model of something that need to print already exists. In that case, it may to be able to download it from one of a growing number of model databases. Some of the existing models in databases are of complex, specialized objects that might be very useful professionally.

• Types of 3D Printable Files

Typical consumer 3D printers want a model to be in stereolithography (STL) format. This format is quite old and inefficient, but universal[3]. When software generates an STL file, it converts the surface to a mesh of triangles. An STL file consists of a giant list of the coordinates of the three vertices of each triangle in 3D space, and the orientation of the normal vector to the plane of that triangle. A similar standard supported by many slicers is an .OBJ file, an open format originally developed by Wavefront Technologies that also supports texture mapping for color and NURBS curvature, though the use of these features is rare and they are ignored by slicers if present. A superset standard that can be a grouping of multiple STL files is an additive manufacturing (AMF) file, which also supports material definitions required for printing with multiple filaments (for different colors or different material properties). More recently, Microsoft has formed a consortium to introduce the 3D manufacturing (3MF) format, which has similar capabilities.

• Mesh Repair Programs

Sometimes an STL file comes into the slicing program with issues, and the sliced file does not look the way it is expected. STL files define a set of interconnected points and faces that are sometimes called a mesh. Some CAD programs create meshes that are not watertight (the boundary of the shape would not hold water because it has holes in it). Some models are not manifold, which means that two parts of the model in the computer are trying to occupy the same physical space. This is not a problem in a computer model, but can have unexpected results when the slicer program tries to reconcile conflicts into something that will work physically. If the model does weird things when it is sliced, it might need to repair the mesh.

There are several programs that work well to repair meshes, or to reduce the number of triangles that make up the mesh surface. Sometimes a model can be computationally so big that it can overwhelm the program, and it is needed to cut down on the number of triangles. Sometimes, too, it has to cut a model in half to make it easier to print, and then to glue it together. Some mesh repair programs let do that, too.

• File repositories

The other way to get an STL file is to download one that someone else has already created. Many repositories are full of files that people have put out for free, including www.thingiverse.com, www.youmagine.com, www.instructables.com, and www.pinshape.com.

• Scanning

3D scanning is a process of analyzing an object from the real world, to collect all the data in order to recreate its shape and appearance, digitally. Thanks to this process, the object can become a 3D model, which could help as a base for the 3D project it is about to develop, but it can also be useful to reconstruct, analyze, or simulate ideas.

Different machines and methods exist to 3D scan objects. There are a lot of different 3D scanning methods, the main are: laser 3D scanning, photogrammetry, and structured light scanning[5]. The choice of the 3D scanning technique depends of the concrect project or its context.

Laser 3D scanning is certainly the most common and used 3D scanning technique. Digitally capturing the shape of the object using laser light to get a digital representation of the real object[5]. These 3D scanners are able to measure fine details and capture free-form shapes to generate highly accurate point clouds.

This laser scanning technique is perfect for measurement and inspection of complex geometries. It allows getting measurements and data from where it is impractical with traditional methods.

A scanner using laser light is a like a camera: it can only capture what is in its field of view. With this process, a laser dot or line is projected on an object from the device and a sensor measures the distance to the surface of this object [5].

By processing this data, it can be converted into a triangulated mesh, and then a CAD model.

Photogrammetry is a science of making a measurement from photographs. This method uses the parallax obtained between several pictures, taken from different points of view [6]. Photogrammetry can be used to record complex 2D and 3D motion fields. It imitates the stereoscopy of the binocular human vision, and it is used to get all information of existing physical objects. Indeed, this process collects the data regarding the shape, the volume, and the depth of the subject that has to be scaned. This is the method used to turn several pictures into an accurate 3D design.

With the Structured Light Scanning method, one of the camera positions used in previous scanning methods is actually replaced by a projector that projects different light patterns on the surface of an object. The way the objects distorts these patterns is recorded, allowing to create the 3D scan.

The structured light scanning process is used in facial or environment recognition technologies.

• Slicing Software

3D printers cannot use a CAD output file (i.e., an STL file) directly. A piece of software known as a slice engine has to take the STL file and figure out the commands that the 3D printer will execute a layer at a time. Slice engines might be in freestanding programs or combined with other relevant software in the 3D printing workflow[2]. The programs containing one or more slice engines, are called slicing software.

Slicing programs use different settings to allow for variations in the geometry of the printer, the type of filament witch is used, and so on. There are many different slicing engines out there nowdays. In most cases they are freestanding programs or code embedded in programs that are proprietary to a particular printer. Because getting all the settings right for a particular 3D printer can be fiddly, a lot of manufacturers modify one of these open source programs and create a proprietary program just for their machine. However, many printers can still use the basic open source program. Some of the commonest 3D printer settings and what they control. Some of the more common, freely available programs are Slic3r, Ultimaker Cura, and MatterControl. Printers built around open source standards will often make

a file of settings for one of these programs available or create a custom program around one of these slicing engines.

• Shells

In an STL file, the surface is represented by a mesh of triangles. The slicer produces surfaces facing the sides with one or more perimeters around each layer and surfaces facing up or down with solid layers (or solid areas of layers). The space inside this outer surface is then partially filled in to make the object stronger and to create a base for the next layer. The perimeters and solid areas are called the print's shell. The material that the slicing software will create for the interior support is called infill. The slicer allows to specify the thickness of the horizontal shell, either as a number of perimeters or in millimeters (which will be rounded to a multiple of perimeter extrusion width). Two is typically a good number. The width (in the x-y plane) of this perimeter is the extrusion width, which must be no smaller than the printer's nozzle diameter, and might be larger.

• Platform Adhesion

One of the challenges with a 3D printer is getting the model to stick to the platform. Sometimes a model has a relatively small contact area with the platform, and when the extruder lays down the next layer, it knocks the model loose. When that happens, the plastic that is intended to make up subsequent layers falls in random places as the structure gets knocked around.

• Rafts

A raft is a few layers of 3D printed material, a little bigger than print's first layer, and a few layers thick. It acts as sort of a platform on top of the platform. Because it is made of the same material, the adhesion of the print to it is very consistent. Also, because the printer printed it, the distance between the raft and the first layer is much more predictable than between the print and the bed.

• Supporting and Orienting a Model

Consumer 3D printers build up their models from a platform, whether the extruder is fixed and the platform drops away or the extruder head moves up and away from a platform. This means that in some cases, a print head would be laying down material in air. For example - a statue with an outstretched arm. Assuming that the statue is being printed up from its base, the initial bottom layers of the arm would print into the air and fall down unless something was printed into the open space all the way up from the platform. Material printed like this is called support. Sometimes this problem can be minimized or eliminated altogether by printing the model in a different orientation.

Printers that can only use one filament at a time print support in the same material as the rest of the model. Printers that have multiple extruders can lay a dissolvable filament, though this process is often more costly, time-consuming, and error-prone than using the same print material.

• Avoiding Support by Cutting a Model into Pieces

For an object with a complex surface that requires support, sometimes it has to cut the object into two or more pieces, print the pieces cut-side-down, and then to glue the parts together later. Some CAD programs have tools to make this sort of cut. If the using 3D print program does not, there are a few free or open source programs that allow the user to rotate an object around all three axes and then to make a cut along a resulting convenient axis.

• Infill

Users of 3D printers do not usually want to create solid objects, because that uses a lot of filament. However, typically objects cannot be hollow, either, because upper layers would be printed in air. As a result, most slicing software creates internal support called infill inside the solid surfaces of an object to minimize filament use (as well as to make the print faster).

Another purpose of using infill patterns (as opposed to printing solid plastic), and possibly the most important one for some materials, is to control shrinkage. Infill patterns are sparse enough to stretch axially as they shrink radially so that they do not pull the perimeters inward as they cool and shrink. This can make 3D printed parts maintain dimensional accuracy much better than injection-molded parts, which have to be designed with a significantly different size and shape from the final part in order to turn out the way the designer intends after shrinkage. Print infill is usually specified in terms of percentage fill. So, 12% infill means that 12% of the interior volume of the object will be occupied by material and 88% will be open. This percentage does not include the outer perimeter of the print or its solid top or bottom layers. Although infill adds some strength by bracing the interior of the object against collapsing, most of the print's strength comes from the solid surfaces. If it it important to make a print stronger, it is usually better to increase the thickness of the skin rather than increasing infill. Compared to printing completely hollow, infill is more important for its ability to act as a support structure for a model's internal overhangs, to prevent sagging or gaps in the top surface of a print.

• Multiple Extruders

A printer with more than one extruder allows to print in multiple colors or materials. This usually does not mean it is possible print faster, since only one extruder can be active at once. Rather, a printer with multiple extruders usually cannot move them entirely independently, so only one can be used at a time. Some machines have multiple nozzles mounted to a single toolhead so that they move together, and simply offset the toolhead's position when they are using one nozzle or the other. Others use various types of splitter mechanisms to run filament from several different extruder mechanisms through a common nozzle. Still others have somewhat independent motion that allows one extruder to be parked to one side of the machine while the other is working.

If the machine is able to move the two extruders independently in one axis, their duplication mode can usually use half of the platform for each copy. However, multiple nozzles on a single carriage are usually situated as close as possible to one another, leading to much stricter limits on these modes. Some printers even have a mirror duplication mode, in which the motion of the independent axis is reversed to create copies that are mirror images of one another (like a pair of shoes). One common use of dual-extruder machines is to use one of the extruders to print support material that can be dissolved away later.

• G-code

Most open source, filament-using 3D printers are controlled with a series of commands, called G-code. G-code loads onto the printer from a host computer via USB port, Wi-Fi, or other network connection or is read from an SD card or USB drive, depending on which options a particular machine has. The firmware (software running on the printer itself) then interprets the G-code one command at a time and controls the hardware functions needed to execute it. Status information (temperatures and the like) returns to the user's computer through the USB. In some other cases, a G-code interpreter runs on a host computer, and control signals are sent to the printer. G-code is a very old programming language originally designed to control machine tools with a computer. Its origins are in the 1950s and 1960s and it has survived this long because of its flexibility and ability to run with minimal computing power. G-code is very low level and is typically written such that all the commands are interpreted one at a time

sequentially. Typical G-code functions include commanding an extruder to heat up to a particular temperature, instructing the printer to pause until an extruder reaches a certain temperature, moving the extruder to some (x, y, z) position, and conducting similar activities.

Conclusion

3D printing is a very popular technology for rapid production and prototyping. The rapid development of various 3D printing techniques began at the beginning of the 21st century. The concepts of rapid manufacturing and prototyping have gained new meaning due to unlimited shaping possibilities and the wide range of printing materials available. The possibility of obtaining a material object in accordance with the documentation relatively quickly, redefined the production process, especially in the case of a unit or small-lot production. 3D printing is used at every design stage - from concept to marketing activities related to the presentation of the finished product. It gives the opportunity to present initial concepts in the form of easy-to-understand printouts (this is especially important for people who cannot read standard technical drawings, and thanks to 3D prints the concept becomes clear to everyone).

References

1. Antonov S.I., Izsledvane na prilozhenieto na CAD/CAM/CAE sistemite i tehnologiite za barzo prototipirane pri proektiraneto na komponenti na tehnicheskite sistemi, Shumen, 2021g., ISBN 978-619-7531-31-2;
2. Brunet P, Hoffmann C, Roller D, CAD Tools and Algorithms for Product Design, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000, ISBN 978-3-642-08548-2;
3. Grzegorzewski P, Soft Modeling in Industrial Manufacturing, ISBN 978-3-030-03200-5;
4. Horvath J, Cameron R, Mastering 3D Printing, Pasadena, ISBN: 978-1-4842-5841-5;
5. Petrova T., Petrov Z., Visualization of Objects in Computer Tomography, 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 2022, pp. 1-4, ISBN 978-166543778-3 doi: 10.1109/INFOTEH53737.2022.9751325;
6. Conev C. G., Hristov H.A., Determination of the trajectory elements for the reusable training-practice mortar round intended for short distance firing., The 26th International Scientific Conference KNOWLEDGE BASED ORGANIZATION (KBO), Sibiu, Romania, 11-13.06.2020, ISSN 1843-682X, ISBN 978-973-153-393-3, p. 85-90.

THEORETICAL ASSESMENT OF FACTORS INFLUENCING ARTILLERY FIRE ACCURACY

Neculai-Daniel Zvîncu, Stefania-Melania Bardac, Pamfil Somoiag, Florin-Marian Dîrloman, Mihai-Ionuţ Ungureanu, Costin-Dumitru Berechet

Faculty of Integrated Armament Systems, Military Engineering and Mechatronics, Military Technical Academy „Ferdinand I", Bucharest, Romania, daniel.zvincu@mta.ro

Abstract: *This paper focuses on the firing accuracy of the 100 mm anti-tank gun, model 1977. The aim of this study is to streamline research and development activities in this field, addressing relevant theoretical aspects regarding the constructive characteristics of the gun and analyzing the factors that influence firing accuracy. Additionally, it presents the determination of recoil motion characteristics, the influence of barrel wear, as well as calculations of interior and exterior ballistics.*

Matlab and Mathcad software were used for these analyses and calculations, allowing for precise graphical representation resembling real and experimental phenomena.

To achieve an accurate assessment of how barrel wear affects firing performance, it becomes essential to take into account both the changes in chamber volume and dimensional alterations of the barrel's interior. Proper maintenance and operation of the weapon system are recommended to maintain optimal performance and the lifespan of the anti-tank gun.

Overall this study significantly enhances our comprehension of the 100 mm anti-tank gun, model 1977, in actual firing conditions, enabling us to optimize its behavior effectively.

Keywords*:artillery, anti-tank canon, barrel, fire accuracy*

Introduction

The 100 mm anti-tank gun M1977 was developed with the intended role of destroying tanks, combat vehicles, armored personnel carriers and other means of the enemy. It represents the first cannon made by the Romanian national armaments industry after the Second World War. The main canon parts are the barrel with the lock mechanism (breechblock/breech assembly), the muzzle break, the recoil mechanism (equilibrators, recuperator cylinder, cradle), the elevating mechanism, carriage (top and bottom) and the trawith a spade [1].

Figure 1. 3D view of the 100 mm anti-tank gun M1977 [2]

Important characteristics of the cannon are:

– cannon length (maximum)	*9.3 m*	– vertical firing field of view	*-5° to+37°*
– cannon width (maximum)	*4.8 m*	– horizontal firing field of view	*27°30" left / right*
– weight (maximum)	*3150 kg*	– recoil type	*hydraulic*
– caliber	*100 mm*	– maximal recoil length	*850 mm*
– number of barrel grooves	*40*	– rate of fire	*7 to 15 rounds/min*

BR 412 variants *BK 412 R* *OF 412* *BM 412 Sg*

Figure 2. Types of projectiles fired by the 100 mm anti-tank gun M1977

The ammunition for this artillery weapon can be: BR 412 variants (armour-piercing high-explosive with tracer – APHE-T), PBR 412 (inert, tracer, target practice variant of BR 412), BK 412 R (high-explosive anti-tank fin stabilised – HEAT-FS), OF 412 (high-explosive – HE, fragmentation, spin-stabilised), and BM 412 Sg (armour-piercing fin-stabilized discarding sabot – APFSDS).

1. The phenomenon of firing artillery rounds. Fire accuracy

The projectile is fired from the barrel of the cannon under the action of the pressure force of the gases that resulted from the burning of a quantity of powder known as propelling charge. Particularly important is the pressure force of the gases exerting on the bottom of the projectile, imprinting a translational movement of the projectile in the barrel, with a gradually increasing speed. Moreover, a rotational movement of the projectile around its axis is created when the rotating band is cut by the barrel grooves.

When the projectile exits the weapon barrel continues its trajectory through the air, in the direction of the axis of the barrel, simultaneously under the action of the inertial force, the gravitational force and the air resistance force. The sequences until the projectile is ejected are defined by complex gas-dynamic and thermodynamic processes, determined by the properties of the propulsion powder to burn in parallel layers at low speed, allowing to obtain a specific velocity of the projectile at the muzzle (considering a specific law for the variation of the gas pressure) [3].

Fire accuracy stands as the principal attribute of a gun, enabling it to achieve precise grouping of the impact points of fired rounds, thereby minimizing their scattering and ensuring that the midpoint of the group aligns as closely as possible with the intended target. As the firing accuracy is satisfactory, the neutralization of the enemy's personnel and means of fire is achieved more easily, which results in less consumption of ammunition. In general, the accuracy is expressed as the ratio between the proba-

ble deviation in elevation (D_p^e) and the probable deviation in direction (D_p^d) at a firing distance (X). Thus, it is inversely proportional to the scattering, therefore the smaller the scattering, the higher the precision [4].

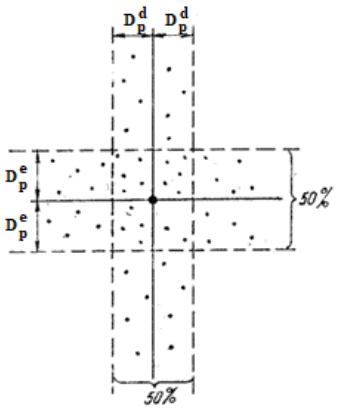


Figure 3. Average probable deviation of rounds fired [3]

The grouping of the rounds fired depends considerably on the qualities of the weapon and the shooter to hit an area as small as possible. This can be achievable if the shooter maintains the weapon's shooting qualities by properly maintaining it (especially the barrel and the optic sighting devices) and by correctly executing the firing sequences. Different cases of fire grouping are displayed bellow, on the left panel the firing is neither grouped nor accurate, on the right panel the firing is grouped but not accurate, while on the middle panel an accurate and grouped firing is obtained [5].

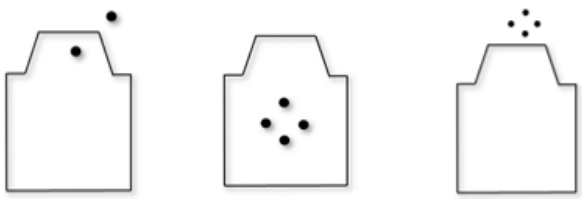


Figure 4. Different cases of fire grouping

The scattering of trajectories is the phenomenon that is characterized by the deviations of the trajectories (impact points) from the average trajectory (Center of Projectile Scattering – C.P.S.). The way these deviations occur is displayed in figure 5.

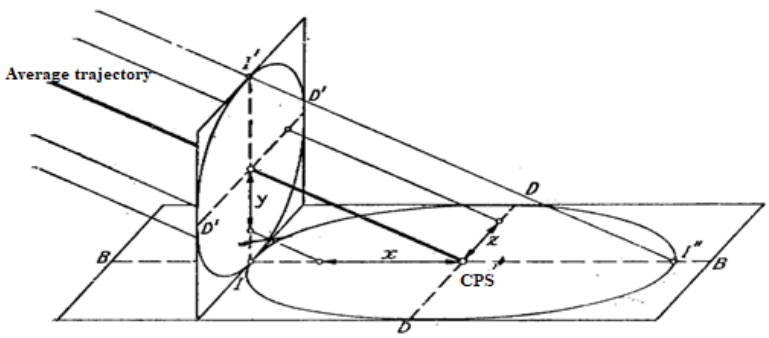


Figure 5. Trajectories deviations from the average trajectory

Deviations are studied according to three directions which are highlighted by the intersection of the beam of trajectories with two planes, one vertical and one horizontal.

2. Factors influencing the firing accuracy

The main factors influencing the accuracy of fire with the 100 mm anti-tank cannon are the material wear, the ammunition used and its properties and the weapon stability parameters as the barrel angular movements and displacements.

Material wear of the barrel

The resistance of the barrel represents its ability to withstand a certain pressure from the the gases generated by the propelling charge burning. In order to have as little weight as possible, the barrels are built to withstand a pressure 1.5 up to 2 times higher than what they are normally subjected to. During firing the gas pressure is not uniform along the entire length of the barrel, so the thickness of the barrel walls is not uniform either, as they are thicker towards the breechblock (rear) and thinner at the front [6].

Undesired effects such as the deformation or even material failure are caused by the gas pressure inside the barrel, that for various reasons, has values much higher than those for which the material was considered resistant.

In general, the "swelling" of the barrel occurs due to foreign objects being left inside. The velocity of the projectile inside the barrel is reduced due to the encounter with those objects. The gases following the projectile are pushed backwards due to the sudden decrease in its velocity. At the influx of gases going in the opposite direction, there is an instant increase in pressure, which leads to the "swelling" or sometimes even the failure of the barrel material [6, 7].

Depending on the stages of material wear, the barrel interior channel is divided into four zones.

Zone I represents the zone of maximum stress, with a length of 2 up to 3 calibers, starting from the from location of the firing pin. Due to tolerances between the rotating band and the grooves, the erosion of the barrel surface is accentuated when gases are formed by powder burning. The cutting of the rotating band in the grooves changes the structure of the superficial layer of the barrel channel. The volume of the loading chamber increases due to the strong wear of the barrel in this area, which causes the maximum gas pressure to decrease and the initial velocity of the projectile to decrease.

Zone II is the medium wear zone that covers an area with a length of 4 up to 5 calibers and is characterized by gradually decreasing wear. The reduction of forces applied by the projectile rotating band on the grooves are decreasing, reducing the erosion of the surface layer of the barrel channel.

Zone III is the zone of minimum wear and includes the biggest part of the barrel, ensuring optimal projectile centering conditions.

Zone IV is extended on a length of maximum 2 calibers and is characterized by increased material wear compared to zone III. The explanation behind this phenomenon lies in the increased tolerance between the rotating band and the grooves. This, in turn, gives rise to heightened thermal transfers between the contacting materials, resulting in escalated frictional wear and subsequently leading to greater erosion of the barrel material.

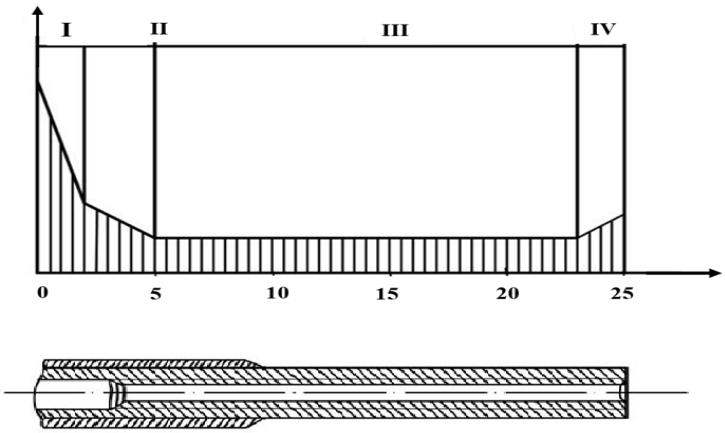


Figure 6. Zones of material wear for the barrel of an artillery cannon

Fluctuations occurring in the barrel material wear determine unfavorable results regarding the artillery fire grouping [7].

Considerations regarding the ammunitions

The ammunition is the element that has the role of neutralizing the enemy's personnel, causing destruction or damage to combat equipment, creating disturbances in the enemy conduct of combat actions, as well as favoring the combat actions of one's own troops.

Ammunition is one of the elements that influence the accuracy of the weapon. The velocity of the projectile within the weapon barrel and the manner in which the projectile's rotating band is engaged with the grooves are significantly impacted by various factors. These include the structural design of the ammunition, the precision of machining the materials, and the accuracy of loading the propelling powder.

To ensure optimal performance, it is essential to employ a metal or alloy with specific hardness and density for the construction of the projectile. Moreover, meticulous machining of the exterior is necessary to eliminate any manufacturing flaws and asymmetries that could otherwise impede its performance.

In order to obtain constant artillery fire results, the projectile must have constant weight, thus, small variations in the mass of the projectile determine variations of the initial velocity, resulting in projectiles scattering with the altitude at the impact area.

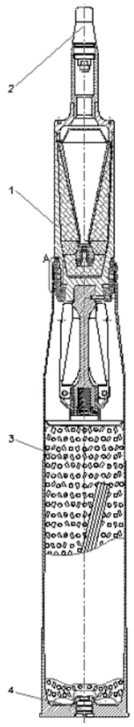
The artillery round is the most significant type of ammunition in terms of complexity, performance and available quantity used by military forces.

The artillery round consists of three main components: the combat component (warhead), the fuze and the propellant (including the propelling charge, various auxiliary elements, and an initiation device). The propellant elements are housed within the cartridge tube and can be either packed in cloth bags or loaded directly into the cannon's loading chamber.

In any artillery round, the two mandatory elements are the projectile and the propellant charge. While these components are essential for the round's functioning, other elements, such as auxiliary components or additional features, may or may not be present in its structure, depending on the specific type and purpose of the round.

For the case study, the BK 412 R round (high-explosive anti-tank fin stabilised – HEAT-FS) was considered. The BK 412 R round consists of the following elements numbered on the figure displayed on the right:

- cumulative projectile with slow rotational motion (1);
- warhead (2);
- the propelling charge (3);
- primer KV-13U (4).



Angular movement of artillery cannon barrel

The yaw angle is the angle formed between the reference line corresponding to the position of the barrel before firing (the firing line) and the initial projectile direction of flight – the direction of the velocity vector. When the projectile exists the muzzle, it is disturbed by several factors, the most important being the oscillations of the barrel and the gasodynamic conditions, creating the deviations of the trajectory from barrel angular movement. The dispersion is given by the influence of the initial perturbations on the dispersion of impact points at the target. In the case of single fire, the main causes that determine the angular barrel movement are the following:

- the vibrations of the barrel until the moment the projectile is ejected from the muzzle;
- the nutation movement of the projectile, causing the transverse movement of the trajectory;
- the precession movement of the projectile, given by the tolerance between the guiding band of the projectile and the barrel.

3. Mathematical model for projectile trajectory in firing accuracy assessment

The interaction between the projectile body and a fluid medium (air) can be considered a complex phenomenon. The motion of the projectile in the air represents a general motion that has six degrees of freedom and is composed of the following:

- translational movement with the speed of the center of mass – this can be determined by knowing the variation of the center of mass coordinates;
- rotational movement of the body around the center of mass – this can be determined by knowing the variation of three angles, which together characterize the orientation of the body with respect to a fixed reference.

As a consequence of the interaction between the projectile and the air, there are aerodynamic forces and torques acting on the projectile. They depend on the velocity of the projectile's center of mass and the orientation of its axis relative to the tangent to the trajectory. The movement of the center of mass of the projectile and its movement around the center of mass are interdependent, mutually influencing each other.

The most important properties of air flowing around the body of the projectile are compressibility and viscosity. The difference between the pressure at the considered point and the pressure of the undisturbed medium determines the appearance of the overpressure force, while the viscosity determines the appearance of the tangential force.

The aerodynamic force, $\overline{F_a}$, is the sum of all overpressure forces and tangential forces acting on the surface of the projectile body [8].

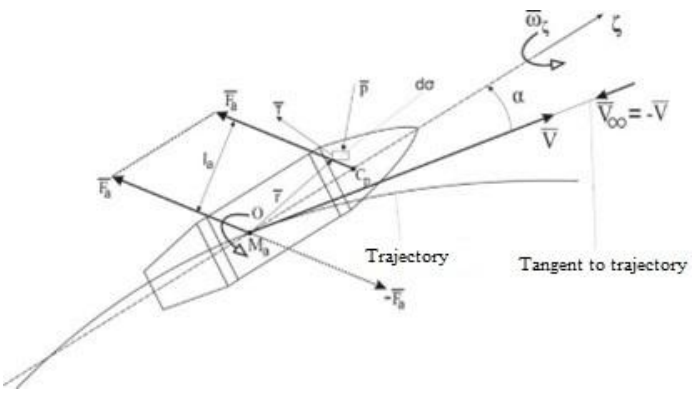


Figure 7: Resultant aerodynamic force and aerodynamic moment

The aerodynamic moment is:

$$M_a = F_a \cdot l_a \qquad 4.1$$

where l_a is the couple of the aerodynamic force [7].

The components of the resultant force, $\overline{F_a}$ on the projectile are:

- the air resistance force, $\overline{R}$;
- the lift force, $\overline{P}$;
- the lateral force, $\overline{F_l}$.

The air resistance force is given:

$$R = \frac{\rho V^2}{2} \cdot S \cdot C_x \qquad 4.2$$

where ρ is the air density at flight altitude, V is the velocity of the center of mass of the projectile, S is the area of the reference surface and C_x is the air resistance (drag) coefficient [7].

The area of the reference surface is:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} \qquad 4.3$$

where d is the projectile caliber.

The lift force, perpendicular to the velocity vector, is normal to the trajectory and represents one of the elements displayed on the plane of the angle of incidence. The lift phenomenon is the result of the imbalance between the pressures acting on the lower and upper contour of the projectile. The value of the lift force is given by the relation:

$$P = \frac{\rho V^2}{2} \cdot S \cdot C_z \qquad 4.4$$

where C_z is the aerodynamic coefficient of lift force or lift coefficient, a dimensional parameter depending on the Mach number and the angle of incidence α.

The lateral force is oriented along a direction perpendicular to the plane of incidence and has the value:

$$F_l = \frac{\rho V^2}{2} \cdot S \cdot C_l \qquad 4.5$$

where C_l is the aerodynamic coefficient of the lateral force.

The main aerodynamic moment, M is the most important moment that determines the movement of the longitudinal axis of the projectile in the plane of incidence. This moment occurs due to the forces in the plane of incidence.

It was shown before that the aerodynamic force, has in the plane of incidence the components $\overline{R}$ and $\overline{P}$, the support of this force being in the center of pressure, C_p. According to figure 8, l_c is the distance from the center of mass, O, to the center of pressure, C_p. Thus, the main aerodynamic moment is the sum of the moments of the forces $\overline{R}$ and $\overline{P}$.

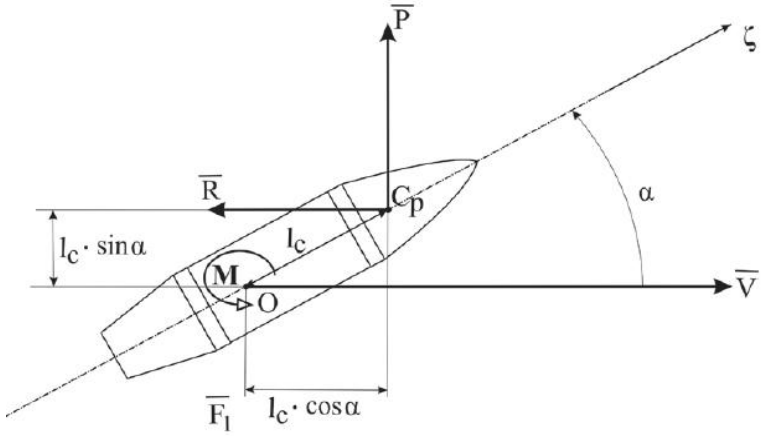


Figure 8. Resultant aerodynamic force and aerodynamic moment

The main aerodynamic moment is:

$$M = P \cdot l_c \cdot cos\,\alpha + R \cdot l_c \cdot sin\,\alpha \qquad 4.6$$

Considering the above formulations, we can consider

$$M = \frac{\rho V^2}{2} \cdot S \cdot l_c \cdot (C_z \cdot cos\,\alpha + C_x \cdot sin\,\alpha) \qquad 4.7$$

Considering:

$$C_m = \frac{l_c}{l} \cdot (C_z \cdot cos\,\alpha + C_x \cdot sin\,\alpha) \qquad 4.8$$

we obtain

$$M = \frac{\rho V^2}{2} \cdot S \cdot l \cdot C_m \qquad 4.9$$

where *l* is the total length of projectile.

The calculation of the trajectory, the velocity variation and the value of the projection angle along the trajectory are determined by studying the movement of the center of mass of the projectile. The trajectory calculation is based on the following assumptions:

- the longitudinal axis of the projectile is tangent to the trajectory;
- the meteorological conditions on the ground are the standard ones while the variation of the meteorological parameters with the altitude respects the normal laws, the atmosphere being therefore a standard atmosphere;
- the ballistic conditions are standard (regarding the weight, shape and dimensions of the projectile and propelling charge);
- the gravitational acceleration, $\overline{g}$, is constant in size and direction;
- earth's rotation and curvature have a negligible effect.

The movement of the projectile is considered under the influence of the force of gravity, $\overline{q}$, and the force of air resistance, $\overline{R}$.

The equation of the center of mass of the projectile is:

$$m \cdot \frac{\overline{dV}}{dt} = m \cdot \overline{a} = \overline{R} + \overline{q} \qquad 4.10$$

where $\overline{q} = m \cdot \overline{g}$, $\overline{R} = m \cdot \overline{J_R}$, the acceleration of center of mass $\overline{a} = \overline{J_R} + \overline{g}$.

Acceleration $\overline{J_R}$ has the following scalar expression:

$$\overline{J_R} = c \cdot H(y) \cdot F(V,a) = c \cdot H(y) \cdot V \cdot G(V,a) = c \cdot H(y) \cdot V^2 \cdot K\frac{V}{a} \qquad 4.11$$

where $F(V,a)$, $G(V,a)$ and $K\left(\frac{V}{a}\right)$ represent the drag functions and the ballistic coefficient of the projectile, $c = \frac{i \cdot d^2}{q} \cdot 10^3$.

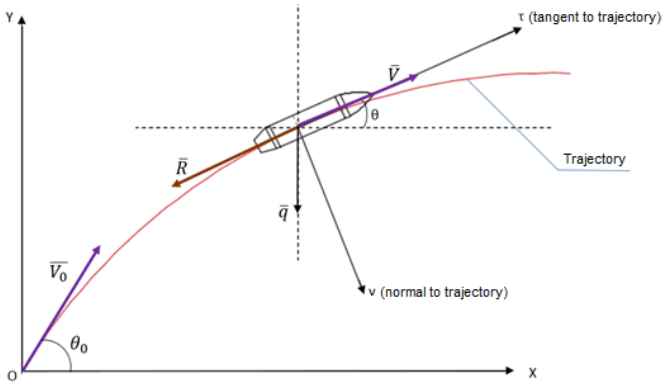


Figure 9: Projectile on trajectory

We obtain the following scalar equations:

$$m \cdot a_x = -R \cdot \cos\theta \qquad 4.12$$

$$m \cdot a_y = -R \cdot \sin\theta - q \qquad 4.13$$

The absolute value of the acceleration is obtained based on the relationships presented previously:

$$a = \sqrt{c \cdot H(y) \cdot V \cdot G(V,a) + g^2 + 2g + c \cdot H(y) \cdot V \cdot G(V,a) \cdot \sin\theta} \qquad 4.14$$

The $\overline{V}$ vector is made up of two components:

- the horizontal component, $V_x = V \cdot \cos\theta$;
- the vertical component, $V_y = V_y \cdot \cos\theta$

Thus, the velocity of the center of mass of the projectile will be:

$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \qquad 4.15$$

The derivatives of the x and y coordinates of the center of mass with respect to time are defined by the following relations:

$$\dot{x} = \frac{dx}{dt} = V_x \qquad 4.16$$

$$\dot{y} = \frac{dy}{dt} = V_y \qquad 4.17$$

Thus, under the assumptions of the fundamental problem of exterior ballistics, the system of equations describing the motion of the center of mass of the projectile is:

$$a_x = -c \cdot H(y) \cdot G(V,a) \cdot V \cdot \cos\theta \qquad 4.18$$

$$ay = -c \cdot H(y) \cdot G(V,a) \cdot V \cdot \sin\theta - g \qquad 4.19$$

$$\dot{x} = V_x \qquad 4.20$$

$$\dot{y} = V_y \qquad 4.21$$

For the integration of these differential equations, it is necessary to know the initial conditions of the movement, represented in the present case by the values of the quantities x, y, V_x, V_y when the projectile is at the muzzle. These initial conditions are:

$$\begin{aligned} t &= 0 \\ x &= 0 \\ y &= 0 \\ V_x &= V_0 \cdot \cos\theta_0 \\ V_y &= V_0 \cdot \sin\theta_0 \end{aligned} \qquad 4.22$$

4. Theoretical results obtained

Using the MATHCAD (engineering math software), considering the mathematical model detailed above, we were able to obtain, at first, the variation of projectile velocity and the pressure developed inside the barrel of the 100 mm. cannon, with the distance covered by the projectile. Then, the variation of these parameters was considered over time.

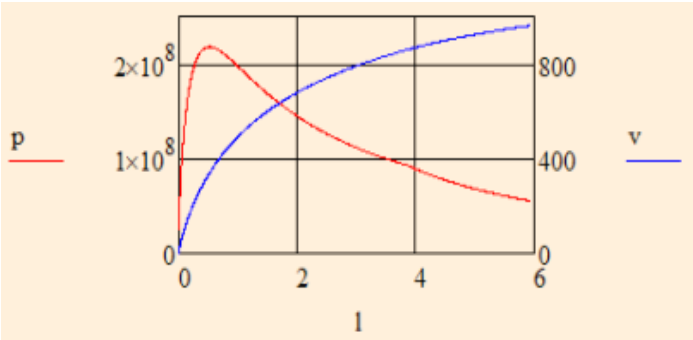


Figure 10. Variation with the distance inside the barrel of the 100 mm cannon for the projectile velocity and pressure

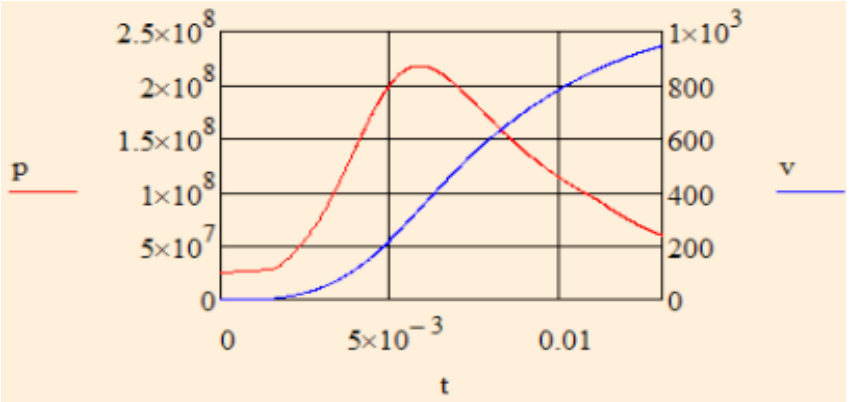


Figure 11. Variation of projectile velocity and pressure developed in the barrel with the time

The authors considered the most important factor to influence the firing accuracy to be the material wear of the barrel. The influence of increasing volume of the loading chamber is analyzed. This is corresponding to the increase of material wear in the first zone of the barrel as described in subsection 2 of the article. First, the variation of the important ballistic parameters (projectile velocity and pressure in the barrel) is presented, then the influence over the trajectory is shown with the display of the impact points dispersion. The volume of the standard loading chamber of the 100 mm cannon barrel is considered 0.00695911 m^3.

Table 1. Ballistic parameters obtained when the volume of the loading chamber is varied

Test	Loading chamber volume [m3]	Procentual variation	Projectile initial velocity [m/s]	Maximum pressure in the barrel [MPa]	Test	Loading chamber volume [m3]	Procentual variation	Projectile initial velocity [m/s]	Maximum pressure in the barrel [MPa]
1	0.00702871	1%	980.207	203.054	**6**	0.00743725	6%	954.666	185.584
2	0.00712662	2%	973.739	198.661	**7**	0.00754865	7%	948.406	181.852
3	0.00724705	3%	967.011	193.365	**8**	0.00761485	8%	945.198	179.537
4	0.00733795	4%	960.861	189.717	**9**	0.00765927	9%	942.259	178.022
5	0.00738653	5%	957.768	188.016	**10**	0.00773649	10%	939.004	175.167

The variations of the initial projectile velocity in time and of the maximum pressure in the barrel with the length traveled in the barrel, when the volume of the loading chamber is increased, are graphically presented next.

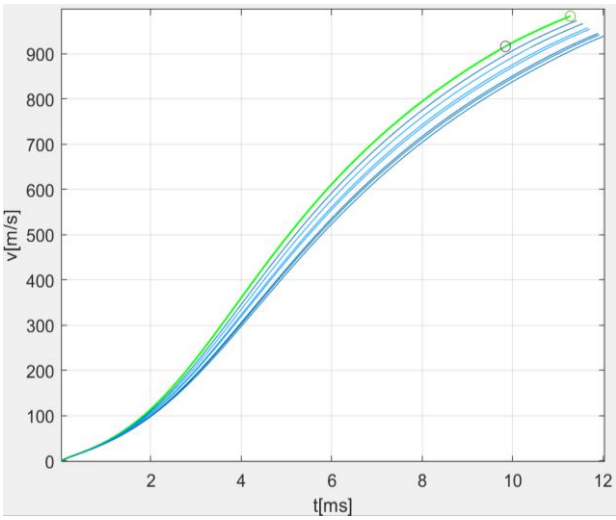


Figure 12. Variation of projectile velocity and pressure developed in the barrel with the time

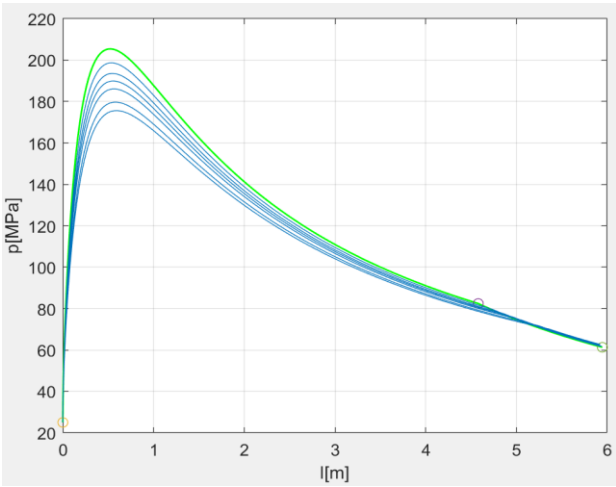


Figure 13. Variation of projectile velocity and pressure developed in the barrel with the time

The graphs illustrate how the loading chamber volume impacts specific internal ballistics parameters, particularly concerning the material wear of the barrel. The decrease in the initial velocity of the projectile and the pressure curve are critical factors that contribute to reduced weapon system performance.

It is observed that, in general, the trajectories of projectile fired from a cannon with an increased volume of the loading chamber have a lower path and a shorter fall distance compared to the ones of a standard volume, when firing using the same firing angles.

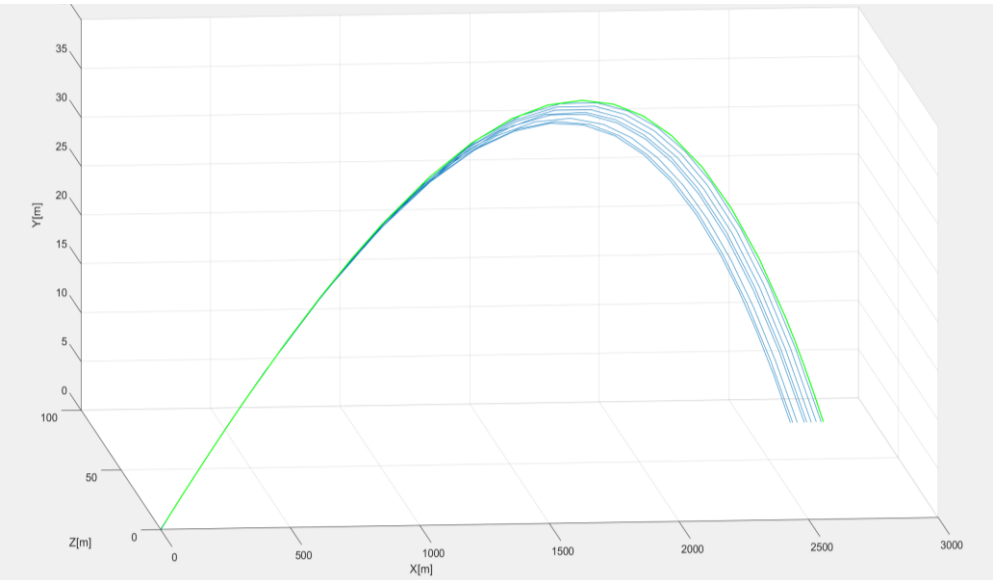


Figure 14. Variation of trajectories and impact point for the cases considered

Figure 14 demonstrates that even a slight variation in a specific weapon or ammunition parameter, such as the loading chamber volume linked to the material wear of the barrel, can result in significant and unacceptable firing errors. These errors can lead to impact points deviating by tens or hundreds of meters from the intended target.

We can conclude that variations of specific parameters related to the weapon and ammunition have a significant impact on the firing accuracy.

References

Technical Manual of the 100 mm anti-tank cannon;

https://www.cgtrader.com/3d-models/military/gun/bs-3-100-mm-field-gun-m1944;

Postolea, D. – Theory of firing and fire control systems, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 2002;

Popa, I. – Calculation and construction of artillery armament, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 1989;

Roşca, A – Calculation and construction of armament – resultant vibration of the barrel. Influence on shooting accuracy, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 2002;

Lawton, B. – Thermal and Chemical Efects of Gun Barrel Wear, 8th International Symposium on Ballistics, Orlando, United States, 1984;

Kimura, J. – Thermal and Chemical Effects of Combustion Gases on Gun Erosion, ICT Combustion and Detonation Abstracts, Karlsruhe, Germany,1997;

Roşca A., Şomoiag P., Moldoveanu C. – Calculation and construction of artillery armament. The action of firing on the barrel, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 2002.

TECHNICAL CONSIDERATIONS REGARDING PERFORMANCE ENHANCEMENTS FOR UNGUIDED MULTIPLE LAUNCH ROCKET SYSTEM

Neculai-Daniel Zvîncu, Bianca-Gabriela Antofie,Cristian-Emil Moldoveanu, Forin-Marian Dîrloman, Mihai-Ionuţ Ungureanu, Costin-Dumitru Berechet

Faculty of Integrated Armament Systems, Military Engineering and Mechatronics, Military Technical Academy „Ferdinand I", Bucharest, Romania, daniel.zvincu@mta.ro

Abstract: *The aim of this study is to analyze the current technical aspects and performances of a 122 mm unguided multiple rocket launcher and to make a comparison between these and some theoretical improvements.*

In order to fulfil this purpose, a reference system was chosen, after studying the most prevalent existing systems. As the term of „performance" consists of vast meanings, in order to complete this study there have been specified the focus points concerning the performances of the reference system: the ammunition and the stability.

A study of the ammunition and its main components has been realised, as well as a study of the theoretical ways of improving the performances of the current ammunition. The conclusion is that, in order to fulfil the aim, a new ammunition should be able to get to be launched to a greater distance, by modifying the rocket motor.

A Matlab program was used in order to study the stability of the multiple rocket launcher. After modifying the parameters of the program according to the new theoretical ammunition with improved performances, the two were compared. As no major differences were shown regarding the stability, the subsequent phase was to study the precision of both standard and modified rockets. In order to study the precision there have been developed a Matlab program.

Keywords*:MLRS, unguided rocket, optimal launching*

Introduction

The perpetual technological advance in fields such as rigid solid mechanics, electronics, thermodynamics and gas kinetics, automation, informatics and others, has facilitated the implementation of the results of studies and research in these fields into impressive achievements in aerospace engineering and, in particular, in rocket engineering [1].

Having the basis of these scientific fields well consolidated, as well as the advantage of the rapid development of non-conventional technologies, it was possible to realize diverse rocket technology characterized by special performances. Although the basic mission is the same, the technical-tactical performances of missile launcher platforms differ. These differences can be given by the number of launching tubes, the caliber and dimensions of the ammunition, the recoil forces generated, the nature of combat components and warheads, the methods of loading the platforms or methods of transportation for the launching platforms [1].

The mission of multiple launch rocket system (MLRS) is to neutralize enemy targets, main transport routes, combat equipment and enemy personnel. However, the time and size of the effect that define the fulfillment of this mission are different, each system having its own performance characteristics, determined by a number of factors. They are interdependent, changing one can affect the others.

In order to achieve satisfactory performance (to reach the target successfully, in the shortest possible time and in the best possible safety conditions) each aspect must be analyzed in detail and the optimal solutions chosen, so that the increase in performance by reference to one of the factors does not negatively influence one or more of the other factors.

Factors influencing performances of MLRS

The factors that influence the performance of a multiple rocket launcher are of wide range. Some of the main factors will be listed below:

- the ammunition used;
- the trajectory of the projectile in the air considering the atmospheric conditions;
- fire precision;
- the firepower;
- the stability of the launching platform;
- dimensional characteristics of MLRS;
- time allocated for mission completion [2].

The ammunition

Ammunition has the role of neutralizing enemy personnel, destroying light shelters, causing damage to oponent combat equipment, disorganizing his combat actions, as well as favoring the combat actions of own military forces [3].

The structure of MLRS ammunition includes the following subsystems: the fuze, the warhead (the combat component), the rocket motor with the propelling charge and the stabilization systems and, in the case of guided missiles, the guidance system. Of all the subsystems, the warhead is the indispensable element considering the mission of MLRS.

The fuze is an assembly of specially constructed elements, intended to provoke the initiation of an explosive system, at a desired point of the trajectory (before or after the target is hit).

The warhead is the element that generates the desired effect on the target.

The propelling charge has the role of ensuring the movement of the ammunition. Reactive type of ammunitions are characterized by the presence of a rocket engine. Rocket engines can be used in several types of configurations, which provide different degrees of performance, depending on the operating regime and the fuel used. In general, rocket engines are divided into solid-fuel rocket engines and liquid-fuel rocket engines [4].

On the performance generated by an ammunition, an important influence has the general characteristics of the ammunition, which refer to the caliber of the ammunition, the overall mass, the overall length, the effective range, the thrust of the rocket engine, the power of the ammunition and the stability on the trajectory.

The trajectory of the projectile in the air considering the atmospheric conditions

The movement of the projectile in the air defines the sequences of points covered by the projectile from the moment of launch until reaching its target. This is influenced by a number of ballistic and meteorological factors. In the calculation of the trajectory, a series of nominal values are considered definitory for nominal shooting conditions:

- the initial speed of the projectile corresponds to firng with a new barrel;
- the temperature of the loads is $T_{\hat{i}} = +15°$;
- the weight of the projectile (fully equipped) corresponds to the value in the firing charts;
- the shape of the projectile with fuze corresponds to the manufacturing drawings;
- barometric pressure at the horizontal part: $p = 750$ mmHG;

- air temperature at the horizontal part: $T_{\hat{\imath}} = +15.9°$;
- wind speed equal to zero at all heights: $V_W = 0$.

Ballistic and meteorological conditions in cases of real firings have different values than the nominal ones. Ballistic factors that influence projectile motion in the air are: initial velocity, projectile shape and weight, the type of fuze used. Among the meteorological factors, the most important is represented by air resistance, given by the relationship:

$$R = i \cdot S \cdot \frac{\delta \cdot v^2}{2} M\left(\frac{v}{a}\right) \quad .1$$

where i is the shape index of the projectile, S is the surface of the cross section of the projectile, v is the velocity of the projectile, δ is the air density, a is the speed of sound and $M\left(\frac{v}{a}\right)$ is the Mach number function [5].

Other meteorological elements influence the outcome of firing with MLRS, such as air humidity, wind, precipitation and visibility, which vary with altitude, given the layered structure of the atmosphere.

The atmosphere is composed of nitrogen, oxygen, argon and other gases, in the percentages shown in figure below, and can be divided into five layers: troposphere, stratosphere, mesosphere, thermosphere and exosphere. Most atmospheric gases are found in the troposphere. The higher the altitude, the more rarefied the atmosphere becomes [6].

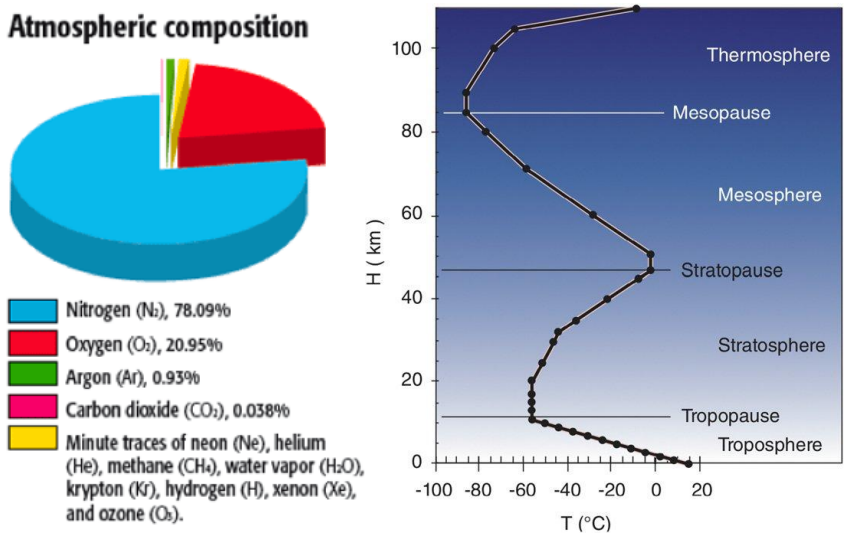


Figure 1. Atmospheric structure and composition [6]

When firing a large number of projectiles, each projectile will follow its own trajectory. So the corresponding impact points will not coincide with the initial set point. This phenomenon is called trajectory scattering. Deviations of the impact points come from permanent causes that can be corrected, or accidental.

Scattering is evidenced by the following fundamental characteristics:

- the trajectories followed by the fired projectiles occupy a finite volume;
- the trajectory passing through the center of the salvo is called the average trajectory, the other trajectories being arranged symmetrically in relation to it;
- the trajectories are arranged unevenly inside the salvo, being more frequent in the vicinity of the average trajectory;

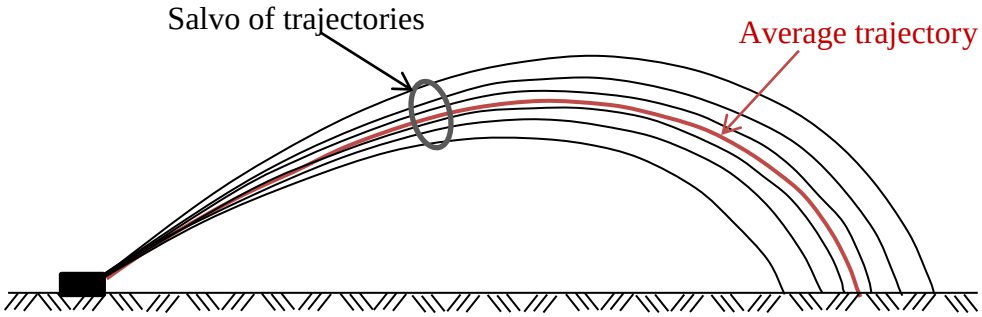


Figure 2: Salvo of trajectories

Considered MLRS

LAROM is a MLRS (multiple launch rocket systems) jointly developed by Aerostar (Romania) and Israel Military Industries (IMI), configured with either GRAD 122 mm or IMI's LAR 160 mm unguided rockets. It is an improved variant of the APRA-40 launcher, the indigenous variant of the BM-21 GRAD. The mission for which it was designed is the neutralization of enemy personnel, combat equipment, transport routes and enemy objectives. This can successfully be accomplished due to the high firepower and fire density achieved in a short period of time. Being a system characterized by good mobility, it can surprise the opponent and reduces the chances of being located by the enemy's technique. The vehicle has two containers, each of which can be equipped with 13 or 20 missiles, depending on the caliber [7].

The chassis is DAC 665T and ensures great mobility. Shooting can be executed both automatically and manually, in salvos or fire by fire. Compared to the APRA-40, the LAROM system benefits from superior hydraulic, stabilization and firing systems. The weight is also reduced, the firing command and control system has been upgraded through the use of tactical computers. Tactical computers (GTAC, FTAC, ATAC) feature an interface that ensures ease of use by quickly initiating firing and sighting commands. The electrical system, hydraulic system and stabilization system were also upgraded [7].

Figure 3. LAROM with IMI's LAR 160 mm launch pod containers

GRAD MLRS were first developed in the early 1960's. These systems are still having a role on today's battlefields, despite the intent of users to develop modern, similar capabilities or replace them with guided rockets of different calibre [8, 9]. The component elements of the strike are: the fuze warhead, the warhead, the warhead and the rocket motor.

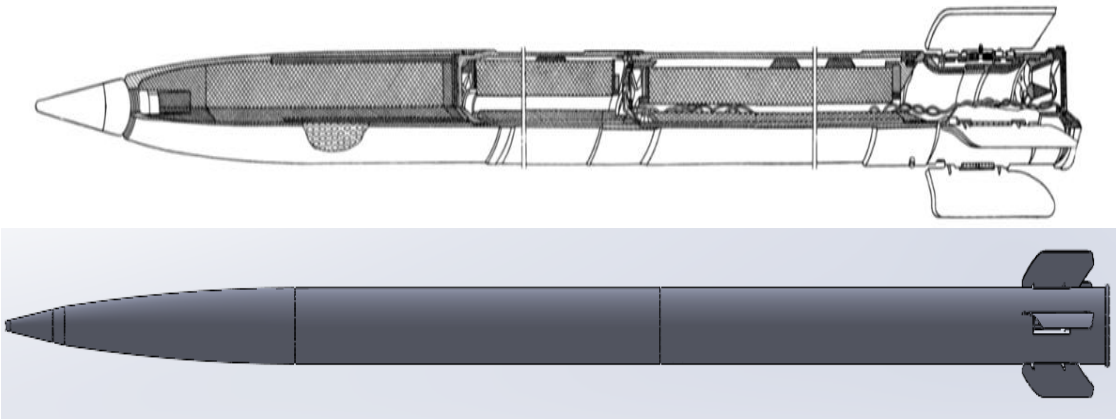


Figure 4. Structure of GRAD 122 mm rocket and the 3D model created in SolidWorks

Performance enhancements methods for the MLRS variant

Modifications can be done to the unguided reactive projectiles in order to achieve superior performance. The performance increase is considered regarding the accuracy, the maximum range and the killing effect that the system can generate.

The first performance enhancement measure can be to replace the impact fuze with a proximity fuze.

The MRV fuze used by the 122 GRAD rocket is an impact-functioning one, being part of the category of the most widespread types of fuzes. The disadvantage of such fuzes is that the functioning can will start when hitting a solid material, that might not have been intended to be hit. Also, if the target changes its position from the position calculated when firing the ammunition, the probability of accomplishing the fire mission decrease considerably. By replacing such a fuze with one that can detect the target, the MLRS will have an increased accuracy [10].

Figure 5. Variants of the impact fuze MRV [10]

The replacement variant of the impact fuze can be the non-contact, proximity fuze. These produce the explosion when approaching the target, operating under the action of energy reflected or emitted by the objective. According to the nature of energy use, non-contact fuzes divided into passive ones (which receive the energy emitted by the target) and active (seeking after the energy reflected by the target).

Proximity fuzes are one of the most important military inventions of the Second World War. The technology was developed to replace mechanical fuzes with the purpose of decreasing the number of projectiles required to destroy the intended target and increase accuracy.

Figure 6. Proximity fuzes PROXFU-1 (left) and PROXFU-2 (right) [11, 12]

The radio proximity fuze PROXFU-1, using the Doppler effect, can be selected for that purpose. The Doppler effect is the apparent change in frequency of a wave in relation to an observer moving relative to the wave source. It is named after the austrian physicist Christian Doppler, who described the phenomenon in 1842. Time setting is done by wire, with a portable programmer. To increase the destructive effect, a PROXFU-2/PP radio proximity projectile can also be used, as well as a multifunctional warhead (proximity and impact) [11, 12].

Warhead replacement

Replacing the warhead can increase the performance of the MLRS as it increases the ammunition effect on the target. The use of preformed elements results in an increase in the level of destruction of enemy objectives. The characteristics of the 122 mm rocket with preformed elements are:

- the mass of the warhead: 18.4 kg;
- the mass of the explosive charge (TGAF-5): 5.4 kg;
- preformed elements: 12;
- penetration capacity: 20 mm in steel plate at a distance of 7 m;
- lethal surface: 2800 m2;
- optimal temperature range: -40 ℃ to +60 ℃ [13].

Figure 7: 3D and section view of 122 mm warhead with preformed elements [13]

Compared to the standard version, the warhead with preformed elements provides a larger lethal surface (for the standard 122 mm rocket, the lethal surface is 1900 m^2), while also enhancing the penetration of protected targets such as armored vehicles or fortifications.

Can also be considered the warhead with a significant number of steel balls that are propelled once the fuze is activating the chain to detonate the explosive charge consisting of TGAF-5. Steel balls are used as a dual threat, having a role both in neutralizing the enemy personnel and in destroying or damaging armored vehicles, shelters or different types of equipment. The warheads for 122mm rockets can contain between 2700 up to 9800 steel balls, therefore, these elements are fragmented and scattered over a large area, being able to inflict enhanced damage [14].

Figure 8: 3D and section view of 122 mm warhead with steel balls [14]

Increasing the angle of impact

Increasing the impact angle offers an increased lethal effect. Below an angle of 90°, the force of gravity is distributed on a normal axis. At smaller angles, occuring at the impact with the target, the force of gravity is devided between the two components, resulting in a decrease of the lethal effect. So, to achieve angles close to 90°, a deployable parachute can be considered for the warhead.

One of this warhead has a considerably increased mass of 26 kg, (for the case of 2450 steeel balls inserted. In order to obtain similar trajectories with the increased mass of the rocket, it is necessary to use a more powerful rocket engine.

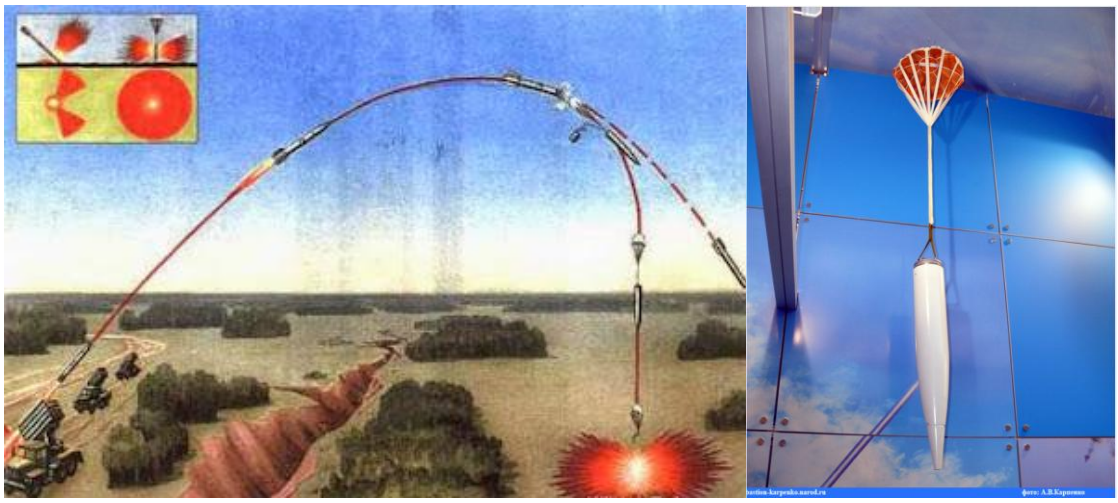


Figure 9. Trajectory of a 122 mm warhead when using the deployable parachute

The use of a heterogeneous fuel rocket motor leads to an increased range of up to 37.5 km, obtained for a 70 kg rocket having a warhead with steel balls (690 with a mass of 5.5 g and 1800 with a mass of 0.78 g).

Increasing the engagement distance by replacing the rocket motor

Modifying the rocket motor has significant influence on the performance of MLRS as it increases the range the projectile can reach. Increasing the performance of a propulsion system can be achieved, mainly, by using fuels with higher energetic characteristics than of standard version of the projectile.

The M-21-OF rocket with the 9M22 explosive projectile uses dual-base propellant. It presents a series of advantages in use: relatively low price, lack of smoke release, good mechanical properties, but also disadvantages such as: low density, manufacturing risks, the possibility of NG leaks during storage. By comparison, a composite fuel with HTPB binder in the composition, the most common composite propellant, has superior performance, stable combustion, an average cost and increased safety in storage. The disadvantages of using this composite propellant are sensitivity to moisture, toxicity and the emission of a large amount of smoke.

Table 2 compares the characteristics between a reference version of the 122 mm rocket and one using composite propellant. A significant increase in maximum velocity and the range of the trajectory is noticeable, when using a composite propellant.

Table 1: Characteristics of 122 mm rockets versions

	Composite propellant version	**Reference version**
Range of fire	> 42 km	20,4 km
Length	2860 mm	2875 mm
Mass	64 kg	62,5 kg
Maximum velocty	1230 m/s	690 m/s
Operational temperature range	-40 °C up to +50 °C	-32 °C up to +50 °C
Propellant burning time	3 s (at 20 °C)	2.2 s (at 20 °C)

For the 122 mm rocket using the composite propellant, the trajectory graph for the maximum range would have the form displayed in figure 9.

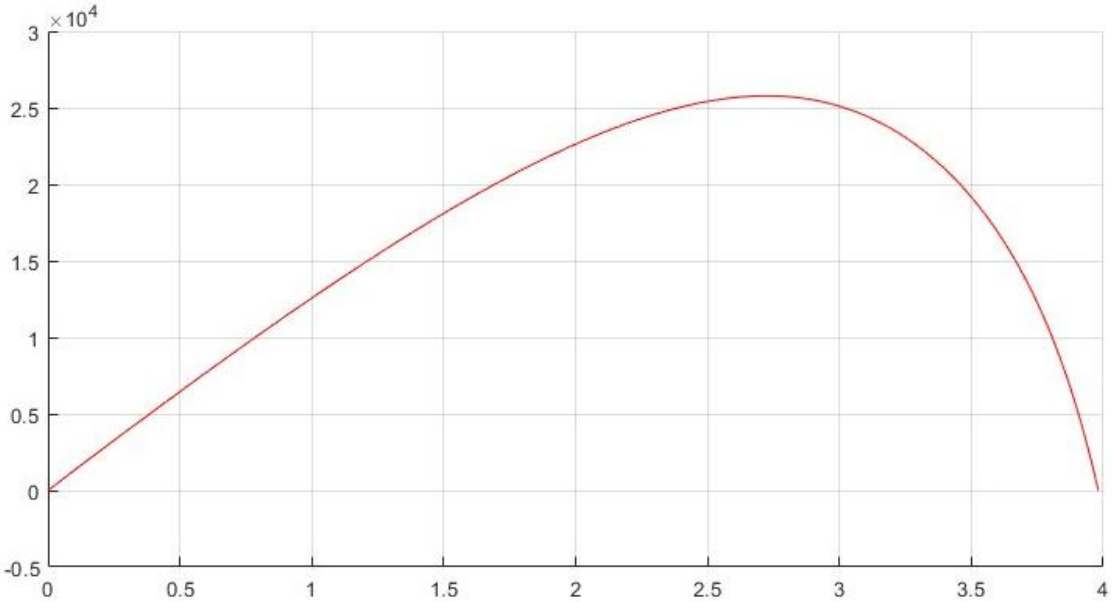


Figure 10. Trajectory of a 122 mm warhead with composite propellant

Changing the input parameters of the ammunition, especially at the level of the rocket motor, also leads to the increase of the traction force. It is noted that the value of the traction force in the nominal regime is superior to the case of using a classic ammunition.

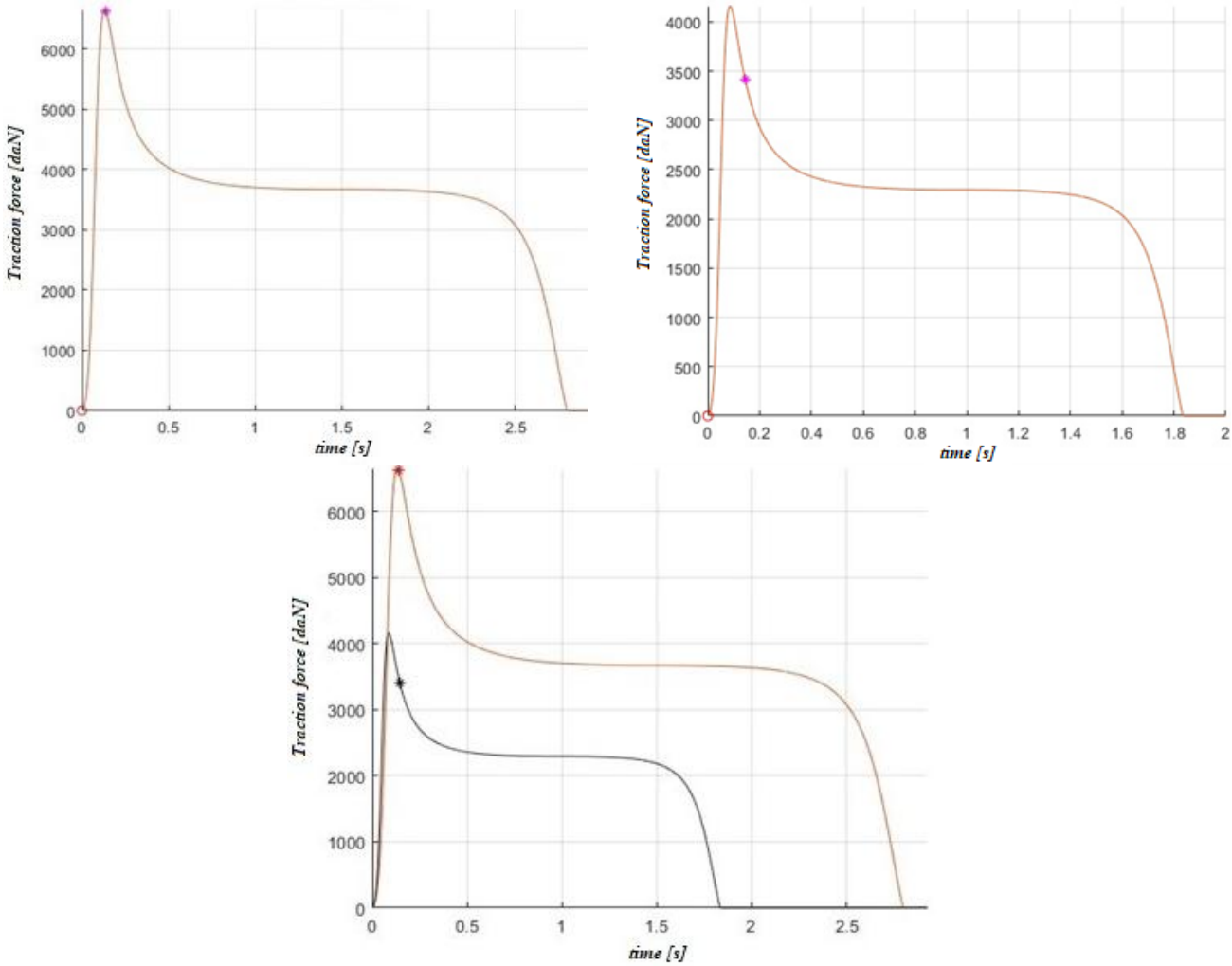


Figure 11. Traction force graphs for the 122 rockets and comparisons

Fire accuracy of MLRS using considered versions of ammunition

Accuracy can be defined as the property of grouping the impact points of projectiles so that the average point is as close to the target as possible, while the scattering is as small as possible. The size of the impact points spread when firing a certain number of rounds under certain firing conditions depends mainly on the firing distance. Precision is the opposite of scattering, and the measuring units for precision are the inverse of probable deviations.

In firing theory, the term CEP refers to the radius of the circle within which 50% of the projectiles or bullets fired are expected to land around the intended point of impact. In other words, CEP gives an indication of how concentrated the rounds fired are around the desired target. The lower the CEP, the more accurate the MLRS firing is [15].

To observe the size of the scattering, we extract the impact points determined by ILANPRN application and we draw the graphs for the circular error probable (CEP). The program is based on a uniform and normal distribution of the impact points. The results are displayed in figures 12 and 13.

Comparing the values obtained, respectively 102.166m for the case of using the M-21-OF ammunition, and 361.62 m for the case of using the improved ammunition, it is obvious that the use of the improved ammunition implies a decrease in accuracy, given the considerable increase in the firing distance. Thus, for an increased trajectory with 35%, there is a decrease in accuracy by about 28%.

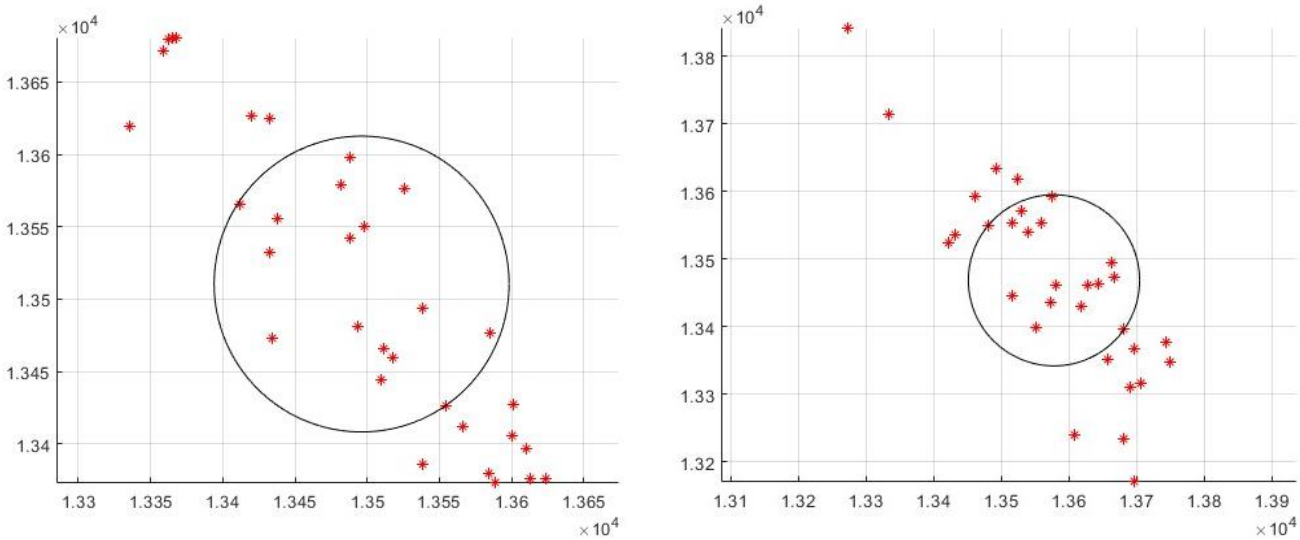


Figure 12. Distributions of impact points when firing with M-21-OF ammunition

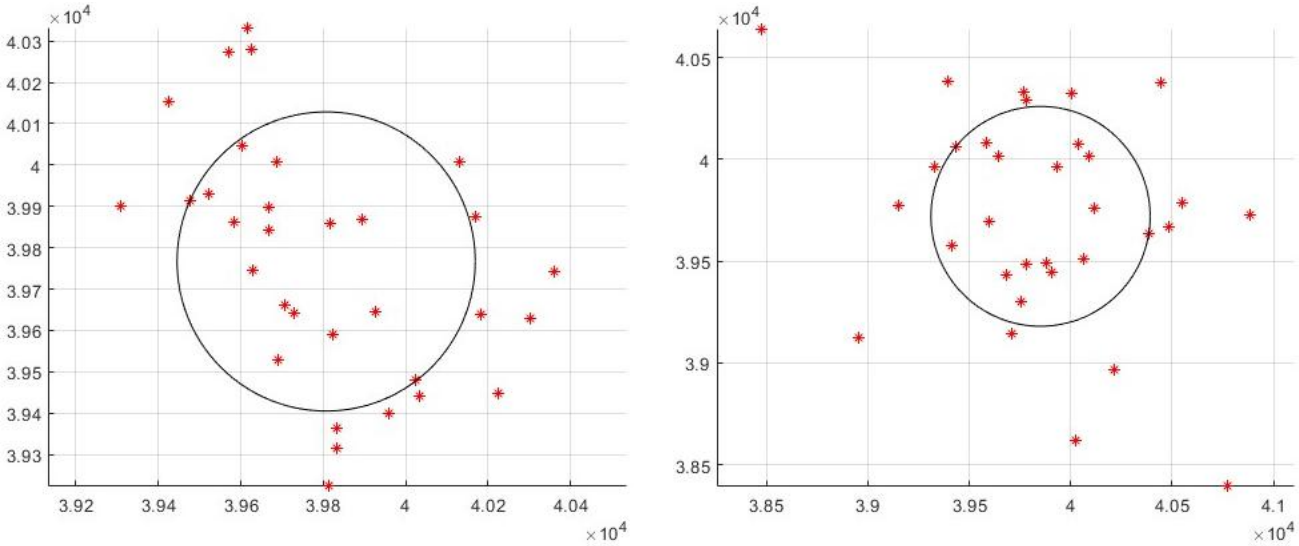


Figure 12. Distributions of impact points when firing with improved ammunition

The role of a launcher and, in general, of a weapon system, is to reach an objective in the shortest possible time, with the least amount of ammunition and, above all, with the greatest possible accuracy. So, even if modifications are made to the ammunition in order to increase performance, the final results regarding the result of a firing, show that the most important aspect, accuracy, is not met.

In order to achieve superior performance to the M-21-OF ammunition, in terms of range extension, it is recommended to develop an ammunition that has an integrated guidance module, because, according to previous studies, it has been shown that an increase in the traction force of an unguided projectile can lead to significant increase in trajectory, but also, unfortunately, to a greater dispersion of impact points.

References

Bishop, C. – *The Encyclopedia of Weapons: From World War II to the Present Day*, Thunder Bay Press, 2006;

Foss, C. F. –*Jane's Armour and Artillery (Multiple Rocket Launchers),* Janes Information Group, 2011–2012, London;
Şomoiag, P. – *Weapons Systems. Dinamics of self-propelled launching systems,* Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 2007;
Morris, R. D. – Weaponeering: An Introduction, 2020;
McCoy, R. L. – Modern Exterior Ballistics, Schiffer Publishing Ltd., 1999;
Allen, C. W. – Astrophysical Quantities (Third ed.), Athlone Press,1976;
Stroea, A.; Băjenaru, Ghe. – *Romanian artillery in data and images*, Technical-Editorial Center of the Army Publishing House, Bucharest, 2010;
Prenatt, J., Hook, A. – Katyusha - Russian Multiple Rocket Launchers 1941–Present, New Vanguard 235 Oxford: Osprey Publishing Ltd, 2016;
122 mm BM-21 Grad-series rockets (Russian Federation), Artillery rockets;
https://romarm.ro/wp-content/uploads/2021/05/92_-Datasheet-MRV-U-FUZE-.pdf;
http://www.mirsand.ro/6.html;
http://www.mirsand.ro/8.html;
http://www.tohan.ro/WARHEADS%20for%20122%20mm%20ROCKETS.html;
http://www.mirsand.ro/5r.html; Morris, R. D. – Advanced Weaponeering, 2020.

AERODYNAMICS AND BALLISTICS OF SMALL CALIBER WEAPONS FIRING

Neculai-Daniel Zvîncu, Teodora Chiojdoiu, Cristian-Emil Moldoveanu, Florin-Marian Dîrloman, Mihai-Ionuţ Ungureanu, Costin-Dumitru Berechet

Faculty of Integrated Armament Systems, Military Engineering and Mechatronics, Military Technical Academy „Ferdinand I", Bucharest, Romania, daniel.zvincu@mta.ro

Abstract: *The main objective of this study is to examine the ballistic and aerodynamic characteristics of small-caliber weaponry.*

This research focuses on examining the indoor and outdoor ballistic traits, along with aerodynamics, to enhance the efficiency of shooting accuracy.

By using mathematical modeling and considering various factors, the study aimed to assess the impact of initial shooting conditions on point of impact and targets of different sizes. The goal was to draw clear conclusions regarding the weapon and ammunition when performance expectations are not met, based on mathematical modeling and the phenomena occurring during shooting. Various conditions were taken into account, ranging from favorable scenarios to closely approximate real-life situations.

Keywords: *aerodynamics, ballistics, small-caliber weapon*

Introduction

An automatic firearm is an autoloading firearm that continuously chambers and fires rounds when the trigger mechanism is actuated. The action of an automatic firearm is capable of harvesting the excess energy released from a previous discharge to feed a new ammunition round into the chamber, and then igniting the propellant and discharging the projectile (either bullet, shot, or slug) by delivering a hammer or striker impact on the primer. Automatic weapons appeared together with the development of production forces, as a result of specialist efforts to find those technical solutions which would lead to the increase of the efficiency of the weapon through the best possible use of the energy of the gases from the combustion of the powder in the barrel [1].

The UN definition for SALW (small arms and light weapons) differentiates between small and light weapons. Small weapons are revolvers, self-loading pistols, carbines and rifles, assault rifles, machine pistols and light machine guns (individual weapons). Small arms have a calibre (internal diameter of the barrel) of less than 12.7 mm. Light weapons are heavy machine guns, grenade launchers, portable tank and air defence missiles, recoilless rifles, portable rocket launchers and mortars up to a calibre of 100mm. They can be carried by two people or a team, transported in a small vehicle or on a pack animal and must be operated by a team [2].

The firepower of the weapon needed to be increased by maximizing the number of shots fired by the weapon in the shortest possible time. From the beginning, the source of energy operating the weapon mechanisms was the gas pressure formed after the combustion of the powder. However, the procedures or using this source are different [1]. This process takes place in the loading chamber, which is located inside the weapon barrel. When the weapon is fired, the propellant load consisting of smokeless powder is transformed almost entirely into gaseous products with great elasticity. The important pa-

rameters that characterize the combustion of the powder charge are the maximum pressure, which generally reaches values exceeding 3500 up to 4000 kgf/cm^2, and the gas temperature, which takes values in the range 2500 – 2800 ˚C [1, 2].

When the primer is ignited by the action of the firing pin, the firing phenomenon takes place, the pressure force of the gases moving the locking mechanisms o of the weapon. The release of the trigger actioning on the firing pin is done manually on the first shot and automatically for the next rounds fired. once the full cycle of weapon mechanisms movement is completed. With the technological advancement in the domain of small arms and light weapons the rate of fire increased considerably. It expresses the dependence between the speed of fire and the operating time of the main mechanisms of the respective weapon. Therefore, if the operating time of the mechanisms is lower, the rate of fire increases [3].

The success of a combat mission is not guaranteed by the increase of the weapon rate of fire. That is why, in order to ensure an effective fire with that weapon (accurate shot), it is necessary to take into account the influence of some factors that can contribute to the improvement of shooting conditions. The weapon must be robust enough to be stable when firing. The sighting devices must be correctly mounted, the vibrations of the barrel and the weapon as a whole must be minimal, the material wear of the barrel as well as the mechanisms of the weapon must be minimal. Additionally, the ease of handling the weapon and the degree of operator training, contribute to the effort of accomplishing the mission [4].

In the case of automatic weapons, the material wear of the mechanisms is more pronounced than in the case of non-automatic weapons, and some of the main mechanisms work under increased demand when firing intensively. A solution to this problem, of the rapid wear of automatic weapons parts, is to increase the number of spare parts in order to be able to replace worn parts in a short time [4].

Cartridges are the ammunitions used by automatic weapons. According to destination, are divided into war cartridges and auxiliary cartridges. War cartridges are intended for the destruction of personnel, various materials, as well as for special missions. Auxiliary cartridges are intended for troop training. These include maneuver, experimental, short-range or sectioned cartridges [5].

The war cartridge consists of (1) the bullet, (2) the cartridge tube, (3) the propellant charge and (4) primer. The bullet is made of (5) the ogival part, (6) the cylindrical part, (7) the rear part and (8) ring.

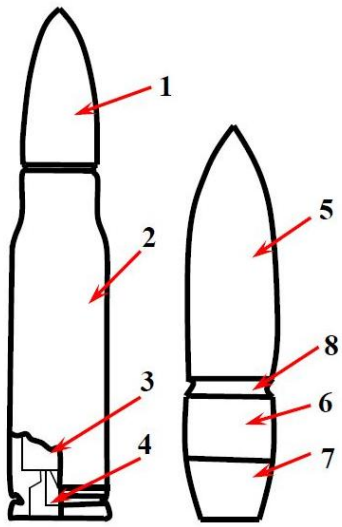


Figure 1. Elements of a cartridge

The propellant charge has the role of inducing an initial velocity to the bullet as it exits the barrel of the weapon. Currently, small arms and light weapons use nitrocellulose powder charges. The primer

is the one igniting the powder charge. The construction of primers for different calibers is identical, being different only in weight and size [5].

1. Small arms and light weapons firing phenomenon

Internal ballistics is the technical science studying the motion of the projectile inside the barrel of a gun, under the action of powder gases formed during the combustion of a propellant charge. The main subfield of interest for internal ballistics are:

- studying the combustion of powders and the formation of powder gases at constant volume;
- determining the variation of pressure and velocity considering the movement of the projectile in the barrel and the time of action;
- determining the characteristics of the weapon barrel in order to obtain a specific initial velocity for a projectile with known calibre and weight;
- the study of the influence of small variations of the different ballistic parameters on the pressure and initial velocity of the projectile [6].
- Firing of a small calibre weapon is consisting of the following processes:
- ignition of the powder charge and burning of the powder charge;
- the formation of powder gases and the expansion of powder gases;
- translational movement of the bullet;
- the movement of the recoiling parts of the weapon;
- cutting the bullet ring inside the barrel grooves;
- friction between the projectile and the barrel (with occurrence of material wear of the barrel);
- the elastic deformation of the weapon barrel;
- elastic and plastic deformation of the bullet;
- compression of air in barrel;
- gas flow from the barrel;
- formation of blast at the muzzle;
- formation of the flame at the muzzle from the mouth of the pipe.

In order to be studied, the phenomenon of firing a weapon is divided into several periods.

Preliminary period

This period occurs from the moment the powder charge is ignited until the bullet starts the movement inside the barrel of the gun. Specific to this period is the combustion of powder at constant volume, when the gas pressure increases from the primer operating pressure ($p_a = 1.96 - 4.90MPa$) to the pressure necessary to cut the bullet ring in the weapon grooves, also called forcing pressure, ($p_o = 24.5 - 49MPa$).

Main period (first period)

This period occurs from the moment the bullet starts the movement in the barrel until the moment the combustion of the powder charge is completed. During this period, the powder burns at a variable volume, due to the movement of the projectile. Therefore, the pressure of the powder gases increases for a period, until it reaches the maximum value p_{max}, and then decreases to the value p_k (the pressure obtained when the powder combustion ends), while the velocity of the powder elements increases to the value v_k (approximately equal to $0.8 - 0.9\ v_g$, v_g being the bullet velocity at the muzzle).

At the beginning of the period, the rate of gas formation is greater than the rate of volume growth behind the projectile, leading to an increase in gas pressure. As the velocity of the bullet increases, at a certain moment the velocity of volume growth behind the projectile is greater than the velocity of gas formation, which causes the pressure of the powder gases to decrease until the powder burns. At this specific moment, the maximum pressure of powder gases, p_{max}, is obtained.

Adiabatic expansion period (second period)

From the moment the combustion of the powder finishes, until the bullet exits the muzzle of the barrel is the period of adiabatic expansion of the gases. At this time, new gases are no longer formed, but the existing ones still possessing a large amount of thermal energy and expanding, further increasing the velocity of the projectile. At the beginning of the period, the velocity of the projectile continues to increase, which will make the distance traveled to the muzzle to occur in a very short time. Because of this, heat losses are not taken into account and the expansion of the gases can be considered adiabatic, hence the name of the period.

Period of posterior action of gases

This period takes place outside the barrel, in its immediate vicinity, when the powder gases that exit the barrel, after the bullet, act on it as well as on the barrel, hence the name of the period. This happens because powder gases flowing out of the barrel still possess high pressures and temperatures, higher than the ones acting on the bullet, and so increase the projectile velocity.

Since the phenomenon of shooting presents a rather high degree of complexity, the factors that influence the results of shooting are difficult to establish. Thus, in order to obtain simpler relationships that are easier to interpret and apply, a series of simplifying assumptions will be adopted to solve the system of equations. Depending on the simplifying assumptions used, the mathematical model of the drag phenomenon will be more or less close to the physical model.

2. Mathematical model for small arms and light weapons firings

Simplifying assumptions

The simplifying assumptions that are accepted for the analytical solution of the fundamental problem of interior ballistics are the following:

- the combustion of the powder proceeds according to the geometric law;
- the burning rate law is executed in the form $u = u_1 \cdot p$;
- the pressure at which the powder burns is considered an average pressure p;
- the secondary mechanical efforts are proportional to the main mechanical effort of the translational movement of the projectile and is evaluated with the help of a fictitious mass coefficient, φ, considered constant;
- energy losses through heat transfer are not evaluated directly, but indirectly, either by reducing the force of the powder gases ($f = RT_1$) or by increasing the θ index, where $\theta = \gamma - 1$, γ being an adiabatic exponent, $\gamma = \frac{c_p}{c_w}$;
- the cutting of the bullet ring in the barrel grooves is considered instantaneous and not gradual, as it actually occurs;
- the composition of the powder gases does not change, which allows for the powder force, f, and the covolume of the powder gases, α, to be considered constant values;
- the movement of the projectile in the barrel is studied until it leaves the muzzle.

Drozdov method (simplifying method $l_{\Psi_{med}}$)

In order to be able to express the ballistic variables Ψ, v, l and p, a single independent variable is used. Professor N.F. Drozdov chose the variable independent of the nature of a relative powder thickness, variable ranging from zero (at the beginning of the projectile's motion in the barrel) to $x_k = 1 - z_0 < 1$:

$$x = z - z_0 \qquad 2.1$$

For each quantity x, the values of the ballistic variables are known, the connection between the ballistic elements can be established and p, v can be expressed as a function of l, thus solving one of the aspects of the fundamental problem of interior ballistics. Solving this problem is done considering the periods previously described.

The $l_{\Psi_{med}}$ method considers the cutting of the bullet ring in the forcing cone instantaneous, for the determination of the projectile acceleration is considered that the air resistance in the barrel can be neglected and the mean pressure value p is used together with the fictitious mass coefficient φ. For the powder burning velocity it is used the form $u = u_1 \cdot p$.

Preliminary period

In the preliminary period, the bullet is not moving, the powder burns at constant volume, and the pressure increases from p_a to p_o. The only parameters varying are the pressure, p, and the fraction of burnt powder, Ψ. The value of Ψ to obtain the pressure p_o is given:

$$\Psi = \frac{\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\delta}}{\frac{f}{p_0 - p_a} + \alpha - \frac{1}{\delta}} \cong \frac{\frac{1}{\Delta} - \frac{1}{\delta}}{\frac{f}{p_0} + \alpha - \frac{1}{\delta}} \qquad 2.2$$

The relative burned thickness, z_0, can be determined using the burned powder fraction from:

$$\Psi_0 = \chi_b \cdot z_0 \cdot (1 + \lambda_b \cdot z_0) \qquad 2.3$$

where Ψ_0 represents the fraction of burnt powder, which depends in particular on the charge density Δ, and has values of 0.02 – 0.1. Considering no influence of λ_b, we obtain:

$$z_{0,1} = \frac{\Psi_0}{\chi_b} \qquad 2.4$$

and

$$z_0 = z_{0,2} = \frac{\Psi_0}{\chi_b \ (1 + \lambda_b \cdot z_{0,1})} = \frac{\Psi_0}{\chi_b + \lambda_b \cdot \Psi_0} \qquad 2.5$$

Main period

The main period is characterized by the expression of the ballistic quantities Ψ, v, l, and p according to the variable x, establishing the following functions:

1. function $\Psi = \Psi(x)$

$$\Psi = \Psi_0 + k_1 \cdot x + \chi_b \cdot \lambda_b \cdot x^2 \qquad 2.6$$

where $k_1 = \chi_b \cdot \sigma_0$.

2. function $v = v(x)$

$$v = \frac{s \cdot l_k}{\varphi \cdot q} \cdot x = \frac{s \cdot e_1}{\varphi \cdot q \cdot u_1} \cdot x \qquad 2.7$$

3. function $l = l(x)$

$$\frac{dl}{l_\psi + l} = \frac{\varphi \cdot q}{f \cdot \omega} \cdot \frac{v \cdot dv}{\psi - \frac{v^2}{\frac{2 \cdot f \cdot \omega}{\theta \cdot \psi \cdot q}}} = \frac{\varphi \cdot q}{f \cdot \omega} \cdot \frac{v \cdot dv}{\psi - \frac{v^2}{{v_{lim}}^2}} \qquad 2.8$$

where we have the equation for the translational movement of the bullet,

$$\varphi \cdot q \cdot \frac{v \cdot dv}{dl} = s \cdot p \qquad 2.9$$

the fundamental equation of internal ballistics,

$$s \cdot p \cdot (l_\psi + l) = f \cdot \omega \cdot \left(\psi - \frac{v^2}{{v^2}_{lim}}\right) \qquad 2.10$$

and

$$v_{lim} = \sqrt{\frac{2 \cdot f \cdot \omega}{\theta \cdot \varphi \cdot q}} \qquad 2.11$$

representing the velocity of the bullet if the gases from the combustion of the propellant charge ($\psi = 1$) were to expand to the pressure $p = 0$ or cool to the temperature $T = 0$.

Replacing in equation 2.8 the above variables ψ and v, we obtain

$$\frac{dl}{l_\psi + l} = -\frac{B}{B_1} \cdot \frac{x \cdot dx}{x^2 - \frac{\chi_b \cdot \sigma_0}{B_1} - \frac{\psi_0}{B_1}} \qquad 2.12$$

where $B = \frac{s^2 \cdot l^2{}_k}{f \cdot \omega \cdot \varphi \cdot q}$ and $B_1 = \frac{B \cdot \theta}{2} - \chi_b \cdot \lambda_b$ are dimensionless constants of the loading conditions.

In order to consider the last expression a differential equation with separable variables, allowing the independent integration (the left term on the interval [0, l], the right term on the interval [0, x]), the simplifying hypothesis is adopted which is defining for the method $l_{\Psi_{med}}$. On the interval [0, l], the value $l_{\Psi_{med}}$ is constant:

$$l_{\Psi_{\text{med}}} = l_0 \cdot \left[1 - \frac{\Delta}{\delta} - \Delta \cdot \left(\alpha - \frac{1}{\delta}\right) \cdot \Psi_{med}\right] \qquad 2.13$$

where $\Psi_{med} = \frac{1}{2} \cdot (\Psi_0 + \Psi)$.

We can argument that the value $l_{\Psi_{\text{med}}}$ is not constant for the entire duration of the period, its value decreasing as x is a higher number.

The space traveled by the projectile is expressed as follows:

$$l = l_{\Psi_{\text{med}}} \left(Z_x{}^{-\frac{B}{B_1}} - 1\right) \qquad 2.14$$

where $Z_x = \left(1 - \frac{\beta}{\beta_1}\right)^{\frac{b+1}{2 \cdot b}} \left(1 - \frac{\beta}{\beta_2}\right)^{\frac{b-1}{2 \cdot b}}$, $\beta = \frac{B_1}{\chi_b \cdot \sigma_0} \cdot x$, $b = \sqrt{1 + 4 \cdot \frac{B_1}{(\chi_b \cdot \sigma_0)^2} \cdot \Psi_0}$, $\beta_1 = \frac{1+b}{2}$ and $\beta_2 = \frac{1-b}{2}$.

To determine the space traveled by the projectile at the end of the powder combustion, the value $x_k = 1 - z_0$ will be considered. The B_1 parameter can have negative values for progressive powders, which leads to a different Z_x function than for degressive powders. The variation of the average pressure of the powder gases as a function of the variable x is determined next:

$$p = \frac{f \cdot \omega}{s} \cdot \frac{\Psi_0 + \chi_b \cdot \sigma_0 \cdot x - B_1 \cdot x^2}{l_\Psi + l_{\Psi_{med}} \left(z_x{}^{-\frac{B}{B_1}} - 1\right)} \qquad 2.15$$

By adopting a series of values for the variable x between 0 and $1 - z_0$ and entering these values into the formulas above, the corresponding values for Ψ, v, l and p can be calculated. Next, pressure and velocity variation curves depending on the space traveled by the projectile in the barrel in first period could be displayed.

If the calculations show that the space traveled by the projectile at the end of the powder burning l_k is greater than l_g, it means that the powder has finished burning after the projectile leaves the barrel. If not, the ballistic cycle is continued with a period of adiabatic expansion (second period). At any moment of this period, the relation of the adiabatic transformation can be verified:

$$p_k W_k{}^\gamma = pW^\gamma = ct \qquad 2.16$$

Considering how the free volume is defined, the pressure at any moment of the second period can be given by:

$$p = p_k \left(\frac{l_1 + l_k}{l_1 + l}\right)^\gamma \qquad 2.17$$

For the moment when the projectile leaves the barrel, it will have the following form:

$$p_g = p_k \left(\frac{l_1 + l_k}{l_1 + l_g}\right)^\gamma \qquad 2.18$$

During this period, the evolution of the velocity is obtained by dividing the fundamental equation of the internal ballistics (particularized for the moment of the end of combustion) by the fundamental

equation of the internal ballistics written for a given moment. Velocity expressed as a function of the distance traveled is:

$$v = v_{lim}\sqrt{1-\left(\frac{l_1+l_k}{l_1+l}\right)^{\theta}\left[1-\frac{B\cdot\theta}{2}\cdot(1-z_0)^2\right]} \qquad 2.19$$

For the moment when the bullet leaves the barrel:

$$v_g = v_{lim}\sqrt{1-\left(\frac{l_1+l_k}{l_1+l_g}\right)^{\theta}\left[1-\frac{B\cdot\theta}{2}\cdot(1-z_0)^2\right]} \qquad 2.20$$

The last formula is widely used in the ballistic design of barrels, it is possible to determine the length traveled by the projectile $l_g$and the velocity of the projectile at the muzzle, v_g. A well-designed barrel ensures a velocity v_g approximately half of the value of v_{lim}. The method $l_{\Psi_{\text{med}}}$ allows the direct estimation of the velocity at the muzzle. For the other important parameter of the ballistic cycle, the maximum pressure, no such relationship exists. To calculate the maximum pressure, we consider the derivative at the maximum point to have the value zero. We obtain:

$$p\cdot s\cdot(l_\Psi+l) = f\cdot\omega\cdot\Psi - \frac{\theta\cdot\varphi\cdot q\cdot v^2}{2} \qquad 2.21$$

and expressing variables as a function of the independent variable x, we obtain:

$$x_m = \frac{\chi_b\cdot\sigma_0}{\dfrac{B_\gamma}{1+\dfrac{p_{max}}{f\left(\alpha-\frac{1}{\delta}\right)}-2\cdot\chi_b\cdot\lambda_b}} \qquad 2.22$$

Successive approximations are needed to determine the maximum pressure. First, the value of the maximum pressure is considered known and x_m is calculated. The obtained value is inserted into the pressure expression above with which the maximum pressure is calculated for the second approximation. The process is repeated until the difference between two consecutive values of the maximum pressure p_{max} is lower than the imposed tolerance.

For the calculation of the temperature variation of the powder gases, the energy balance equation will be used, valid under the conditions of the hypothesis of the method:

$$\frac{R\cdot T_1\cdot\omega\cdot\Psi}{\theta} - \frac{R\cdot T\cdot\omega\cdot\Psi}{\theta} = \frac{\varphi\cdot q\cdot v^2}{2} \qquad 2.23$$

From the last expression, the temperature can be expressed in first period as a function of variable x:

$$\frac{T}{T_1} = 1-\frac{B\cdot\theta}{2}\cdot\frac{x^2}{\Psi_0+\chi_b\cdot\sigma_0\cdot x+\chi_b\cdot\lambda_b\cdot x^2} \qquad 2.24$$

For the second period:

$$\frac{T}{T_1} = 1-\frac{v^2}{{v_{lim}}^2} \qquad 2.25$$

Specific to the moment of bullet exiting the muzzle:

$$\frac{T_g}{T_1} = 1-\frac{{v_g}^2}{{v_{lim}}^2} \qquad 2.26$$

If the temperature of the gases is high, upon contact with oxygen in the air they ignite and burn. forming the flame at the muzzle.

Time is not a variable used in solving the direct problem using the $l_{\Psi_{\text{med}}}$ method. But the variation of gas pressure and projectile velocity with time is as important as their variation with distance travelled in the barrel. For the preliminary period, the time is determined with the formulas specific to combustion at constant volume:

$$t_0 = \frac{e_1}{u_1} \cdot \frac{1 - \alpha \cdot \Delta}{f \cdot \Delta} \cdot ln\left(\frac{p_0}{p_a}\right) \qquad 2.27$$

After obtaining the velocity curve with the length in the barrel, for the first and second periods, the time will be determined:

$$t = t_0 + \int_0^l \frac{1}{v(l)} \cdot dl \qquad 2.28$$

Assuming a constant acceleration on the interval [0, l_i], the time t_n corresponding to the length l_n is:

$$t_n = t_0 + \frac{2 \cdot l_1}{v_1} + \sum_{i=1}^{n-1} \frac{\frac{1}{v_i} + \frac{1}{v_{i+1}}}{2} \cdot (l_{i+1} - l_i) \qquad 2.29$$

Drozdov method can also be adapted for solving the direct problem for combined charges and for weapon systems with specific particularities (launchers, dual-chamber or recoilless systems).

The fundamental equation of internal ballistics (2.10) refers to the transformation of thermal energy into mechanical energy. Considering the value of the projectile velocity v_{lim}:

$$\left(v_{lim} = \sqrt{\frac{2 \cdot f \cdot \omega}{\theta \cdot \varphi \cdot q}}\right) \qquad 2.30$$

we obtain:

$$s \cdot p \cdot (l_\psi + l) = f \cdot \omega \cdot \left(\Psi - \frac{v^2}{v^2{}_{lim}}\right) \qquad 2.31$$

The equation that expresses the combustion of powder and the formation of gases is determined with the help of the geometrical laws of powder combustion and the physical laws of powder combustion.

Using geometric law of powder combustion, we obtain:

- the law of formation of powder gases, according to the relation of the fraction of burnt powder:

$$\Psi = \chi \cdot z \cdot (1 + \lambda \cdot z + \mu \cdot z^2) \qquad 2.32$$

or the equation (valid for a series of powders with small shape characteristic, μ, so it is neglected):

$$\Psi = \chi_b \cdot z \cdot (1 + \lambda_b \cdot z) \qquad 2.33$$

- the progressiveness coefficient of the powder shape:

$$\sigma = 1 + 2 \cdot \lambda + 3 \cdot \mu \cdot z^2 \qquad 2.34$$

or

$$\sigma = \sqrt{1 + \frac{4 \cdot \lambda_b}{\chi_b} \cdot \Psi}, \sigma = \sqrt{1 - \frac{4 \cdot (\chi_b - 1)}{\chi_b{}^2} \cdot \Psi} \qquad 2.35$$

- the law of burning velocity (u) has the form:

$$u = \frac{d_e}{d_t} = u_1 \cdot p \qquad 2.36$$

- the rate of gas formation:

$$\frac{d_\Psi}{d_t} = \frac{S_o}{\Lambda_o} \frac{S}{S_o} . u_1 \cdot p = \frac{\chi}{e_1} . \sigma \cdot u_1 \cdot p = \frac{\chi \cdot \sigma}{I_k} . p \qquad 2.37$$

Using the physical law of powder combustion, we obtain:

- the pressure as a function of time $p = f(t)$, obtained following the combustion of the powder in the manometric bomb at lower charge densities than those encountered when firing the gun;
- impulse of powder gases:

$$I = \int_0^t p \cdot d_t \qquad 2.38$$

The equation of the translational movement of the bullet is:

$$\varphi \cdot q \cdot \frac{d_V}{d_t} = s \cdot p \qquad 2.39$$

or

$$\varphi \cdot q \cdot \frac{v \cdot d_V}{d_t} = s \cdot p \qquad 2.40$$

Using the above equations, by solving the system, the variation of powder gas pressure and projectile velocity as a function of the space traveled in the muzzle, and time can be obtained. These constitute the fundamental problem of interior ballistics.

The system of differential equations is:

$$\begin{cases} \frac{d_v}{d_t} = \frac{s}{\varphi \cdot q} \cdot p \\ \frac{d_l}{d_t} = v \\ \frac{d_e}{d_t} = u_1 \cdot p \end{cases} \qquad 2.41$$

3. Ballistic results

Matlab software was used to determine the graphs with the variation of gas pressure and velocity in the barrel with the distance traveled by the projectile, and in dependence with the time.

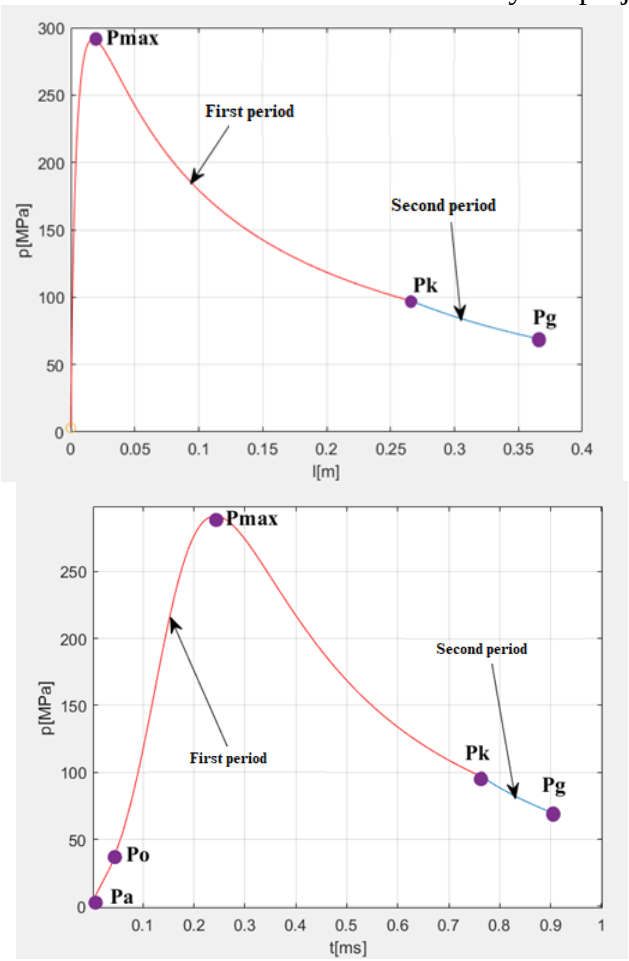


Figure 2. Gas pressure variation with length of the barrel and with time

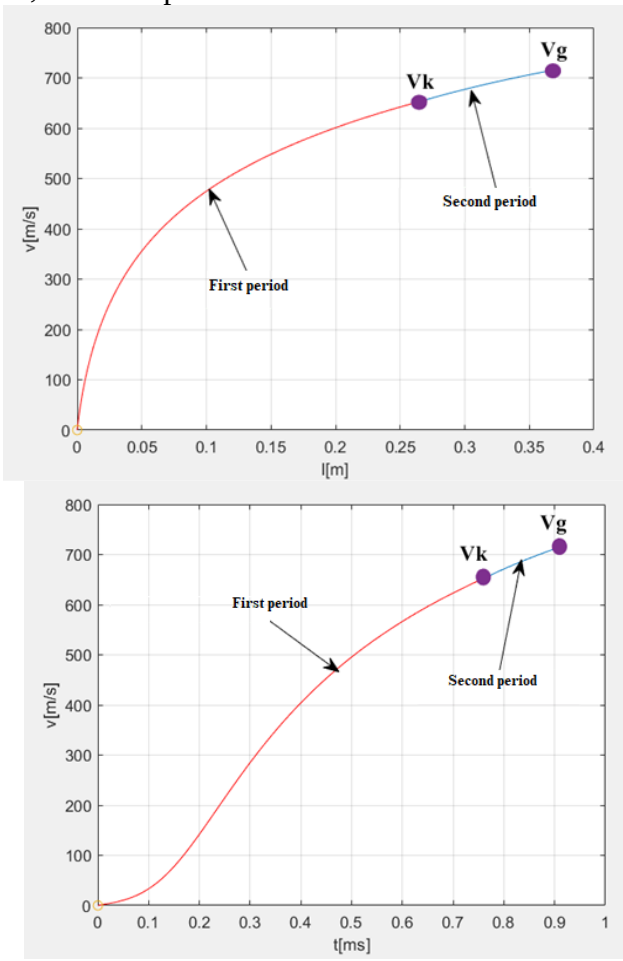


Figure 3. Bullet velocity variation with length of the barrel and with time

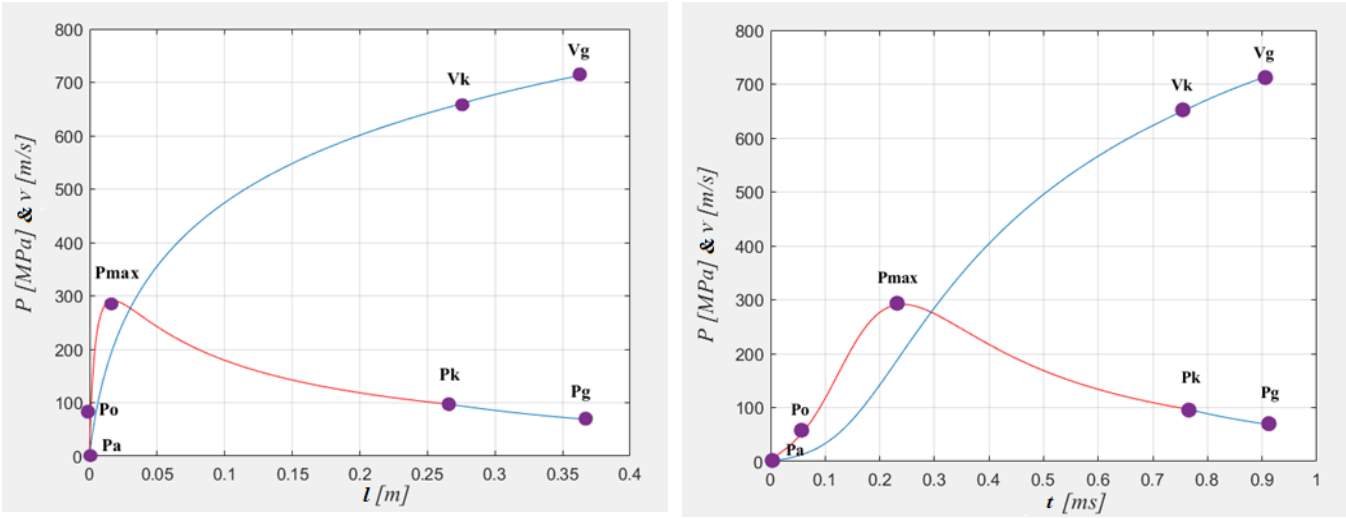


Figure 4. Variations of gas pressure and bullet velocity with length and time

Experimental determinations of gas pressure in the barrel and bullet velocity at the muzzle for the 7.62 x 39 mm calibre bullet were conducted in firing range. Ballistic parameters were determined for a batch of ammunition, consisting of 10 cartridges.

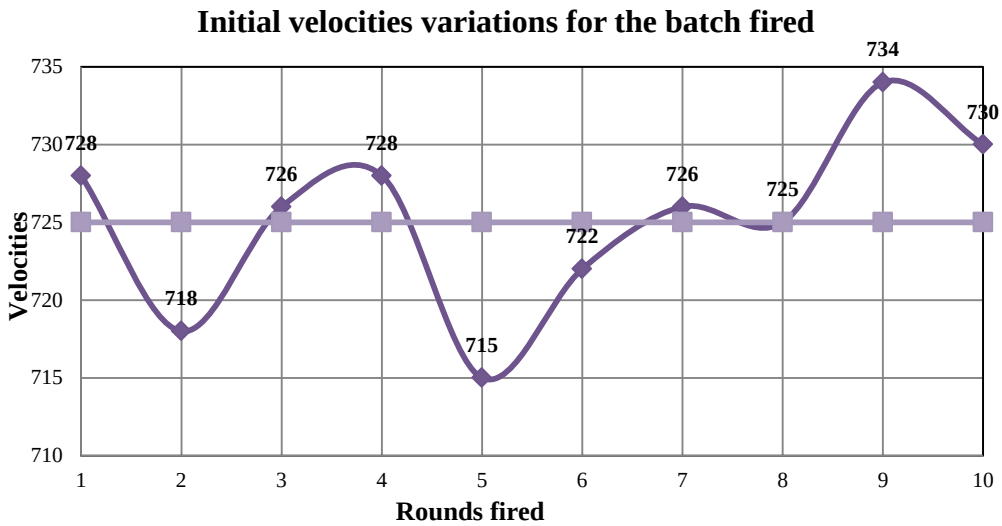


Figure 5. Variations of gas pressure and bullet velocity with length and time

Table 1. Experimental ballistic parameters determined when firing 7.62 x 39 mm ammunition

V_0 (m/s)	P_{maxmed} (kgf/cm^2)	P_{maxmax} (kgf/cm^2)	P_{maxmin} (kgf/cm^2)
728	2810	3057	2257
718	2800	3048	2260
726	2860	3051	2257
728	2818	3078	2259
715	2816	3056	2230
722	2820	3055	2258
726	2825	3068	2257
725	2810	3050	2254
734	2810	3056	2251
730	2815	3040	2260

Velocities and pressures were measured using piezoelectric pressure sensor and Doppler radar for velocities. Bullet velocities variations are shown in figure 5. The values presented in table 1 are acceptable for the batch fired, considering that standards accept differences of up to 3% for ballistic parameters.

4. Aerodynamics of small calibre bullets on trajectory

During the flight of a projectile aerodynamic configuration, as a result of the flow of air around the body, on an infinitesimal surface on the outside of the projectile, a pressure force acts normal to the respective surface, as well as a tangential force, generated by viscosity in the plane of the considered surface. By summing the pressure forces and the tangential forces acting on the entire surface of the body, the force obtained represents the resultant aerodynamic force, ($\overrightarrow{F_a}$) [7].

The resulting aerodynamic force is given by the formula:

$$\overrightarrow{F_a} = \int_{\Sigma} (\vec{p} + \vec{\tau}) dA \qquad 4.1$$

The direction of the resulting aerodynamic force is backward relative to the motion of the projectile because the pressure force acting on the front part of the projectile is greater than that acting on the rear part. Also, the resulting aerodynamic force is oriented in the direction of the angle of incidence, α, since the pressures on the extrados of the body are lower than those on the intrados. The point of application of the resultant aerodynamic force is the center of pressure of the projectile, C_p.

It was determined that the position of the center of pressure of a projectile, is in front of the center of mass.

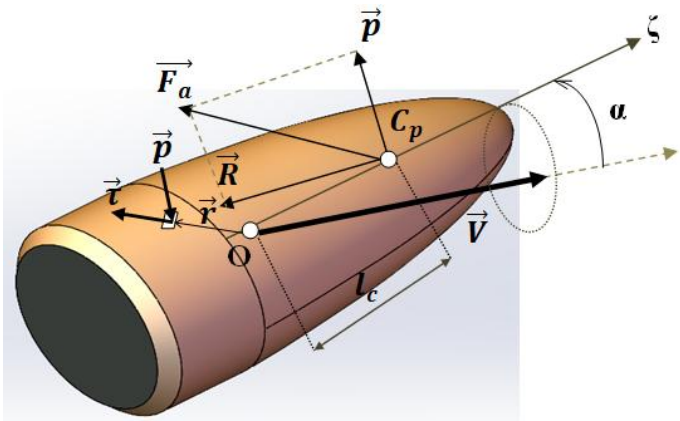


Figure 6. The resultant aerodynamic force

The resultant aerodynamic force $\overrightarrow{F_a}$ consists of the following components acting on the projectile:

Air resistance force (drag force)

The drag force increases with velocity, this phenomenon being more important in a compressible flow regime. Regardless of the flight regime, part of the forward drag force, called induced drag, is due to the angle of incidence. Also, the angle of incidence α is very small, of the order of a few degrees, in which case the induced resistance force has a very small weight within the total forward resistance [8].

This force expression is:

$$R = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot S \cdot C_x \qquad 4.2$$

where ρ is the air density at the flight altitude, V is the velocity of the center of mass of the projectile relative to the air, S represents the area of th reference surface and C_x is the aerodynamic drag force coefficient.

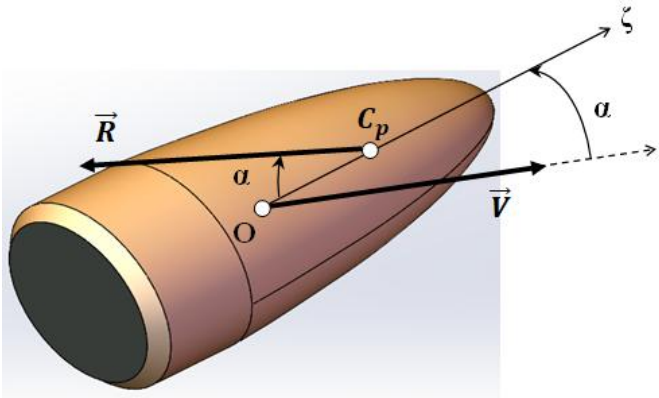


Figure 7. Drag force

The reference surface for a projectile-type aerodynamic configuration is the maximum cross-sectional area of the body, which has the following relationship:

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \qquad 4.3$$

where d is the calibre of the projectile.

Lift force

The lift force, $\vec{P}$, is defined as a vector with the point of application at the center of pressure, oriented in a direction perpendicular to the tangent to the trajectory, being included in the plane of the angle of incidence. The lift force is the result of the imbalance between the pressures acting on the lower contour and the pressures acting on the upper contour of the body. With the increase of the angle of incidence, α, the value of the velocity of the center of mass of the projectile on the direction normal to the longitudinal axis of the projectile, $V \cdot sin\alpha$, also increases, and as a result the pressure imbalance and therefore the value of the lift force increases [7, 8].

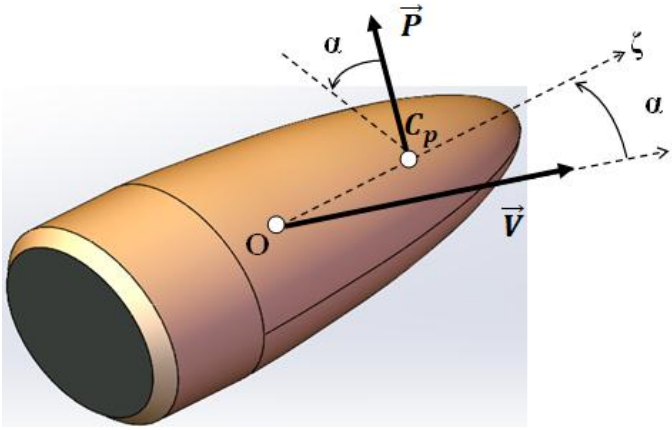


Figure 8. Lift force

The lift force has the value:

$$P = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot S \cdot C_z \qquad 4.4$$

where C_z is the the aerodynamic lift force coefficient.

Lateral force

The lateral force, $\overrightarrow{F_L}$, is defined as a vector with the point of application at the center of pressure, oriented in a direction perpendicular to the tangent to the trajectory, being included in the lateral plane and oriented in the direction in which the roll angle is measured. The lateral force occurs as a result of

the imbalance between the pressures acting on the contour of the aerodynamic configuration, on the inside versus the outside, as a result of the change in the pressure distribution determined by the roll angle [7, 8].

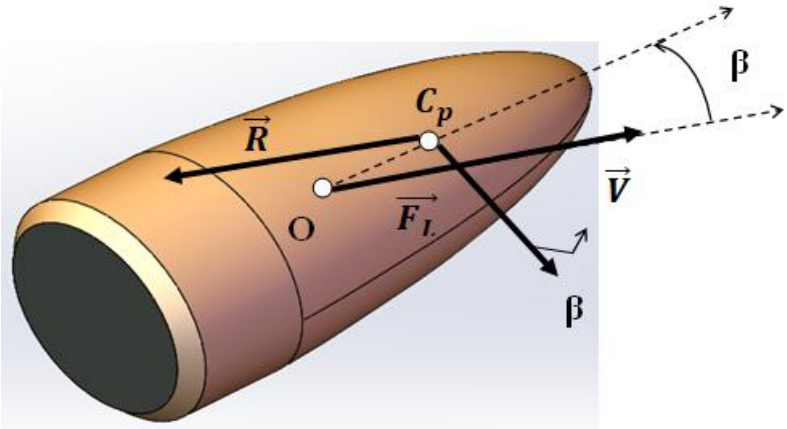


Figure 9. Lateral force

$$\vec{F_L} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V^2 \cdot S \cdot C_l \qquad 4.5$$

where C_l represents the aerodynamic coefficient of lateral force.

$$C_l = \frac{dC_l}{d\beta} \cdot \beta = C_l^{\beta} \cdot \beta \qquad 4.6$$

The resultant aerodynamic moment

The resulting aerodynamic moment, $\vec{M_a}$, is composed of the main aerodynamic moment ($\vec{M_\eta}$), the aerodynamic moment of gyration ($\vec{M_\xi}$) and the aerodynamic roll moment (M_ς).

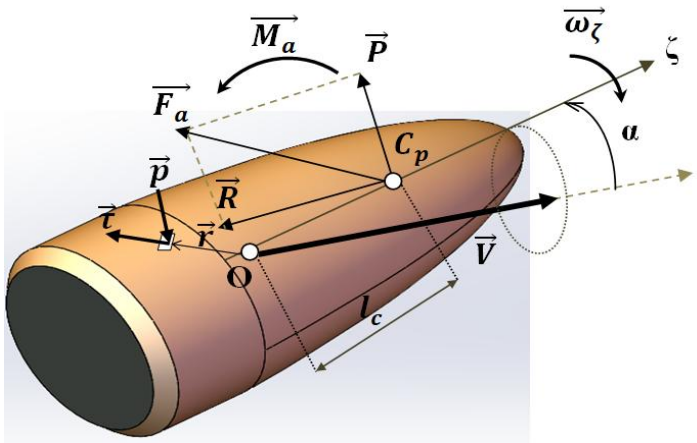


Figure 10. The resultant aerodynamic moment

The formula for the main aerodynamic moment is:

$$M_\eta = \frac{\rho \cdot V^2}{2} \cdot S \cdot l \cdot C_m \qquad 4.7$$

where C_m is the coefficient of the the main aerodynamic moment.

The drag force coefficient

The drag force coefficient, C_x, can be determined experimentally or using numerical methods. The most accurate results are those obtained by experimental methods. Considering the fact that the

variety of shapes of projectiles, bombs and missiles is relatively limited, in order to simplify ballistic calculations, certain standard functions have been adopted, each being representative to a largest possible group of ammunitions [9].

The coefficient $C_x(M)$, corresponding to a given ammunition, is:

$$C_x = i \cdot C_x^{et}(M) \qquad 4.8$$

where i is the shape index of projectile, being given by $i = \frac{C_x}{C_x^{et}}$.

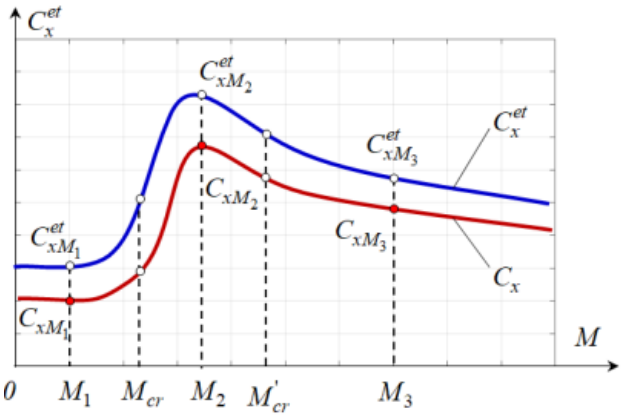


Figure 11. Variation of shape index with Mach number, along the trajectory

The shape index variation along the trajectory for a given munition depends on the Mach number variation on the trajectory, so on the velocity variation and the altitude values along the trajectory.

The more reference points are taken into account, the closer the value of the determined shape index is to reality. The condition imposed for the validation of the shape index value is that the trajectory calculated using the standard forward resistance coefficient with the adopted shape index be as close as possible to the real trajectory.

References

1. Vasile, T. – Internal ballistics of weapons, Volume 1, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 1993;
2. Rotariu, A. – Internal ballistics of weapons, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest;
3. Popa S. – Ballistics of infantry weapons, Land Forces Academy Publishing House, Sibiu 2020;
4. Verboncu, S., Iancu, I. – Infantry weapons, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 1982;
5. Technical File – Weapons and means of intervention provided by the Romanian Gendarmerie, Ministry of the Interior and Administrative Reform, IGJR, 2008;
6. Şomoiag, P.; Sava, A.C.; Moldoveanu, C.E.; Iancu, I. - Weapons systems. The firing action on missile launching systems, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 2012;
7. F. Moraru, L. Moraru – On the Equations of the Longitudinal Motion of the Multicontrols Aerospace Vehicles. The Equations in Variations, Associated to the Equations of Motion;
8. C.-E. Moldoveanu - Modélisation et simulation des écoulement turbulent;
9. Moldoveanu, C.E. – Aerodynamics of projectiles, bombs and missiles, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 2020.

UNMANNED COMBAT AERIAL VEHICLE (UCAV) – WEAPON OF THE FUTURE

Ivaylo Zh. Bozov

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, (ivailobozow@abv.bg)

Abstract: *Unmanned combat aerial vehicles (UCAVs) are an integral part of modern military conflicts and are increasingly relied upon to perform various tasks in the interest of the armed forces. The report aims to review the most popular and used UCAVs, consider their advantages and disadvantages and describe the tasks they perform.*

Keywords: *unmanned combat aerial vehicle – UCAV, cruise missiles, loitering munitions, drones, targeting.*

Introduction

Nowadays, military conflicts place new demands on the conduct of military operations, in which high-precision weapons and high-tech military equipment are increasingly used. Unmanned aerial vehicles are no exception, on the contrary. In the 21st century, we cannot imagine conducting military operations without the participation of UAVs for performing a wide variety of tasks - surveillance, reconnaissance, adjusting artillery fire, direct fire, retranslation, electronic warfare and others.

The mass use of UAVs began in the second half of the 20th century, and for decades UAVs were mainly used for surveillance and reconnaissance (additional reconnaissance) of previously identified enemy targets and transmit data about them, but the rapid development of technology allowed the developers to create reconnaissance and striking systems with UAVs, capable of carrying various missile and bomb weapons, and currently full-fledged use of combat UAVs (UCAVs), the main task of which is to strike various objects (targets) of the opponent.

1. Unmanned combat aerial vehicles – UCAVs.

In modern conditions, when troops have become more technologically advanced, UAVs can become one of the leading types of weapons. Many countries adopt and rely on UAVs as a mean which enhance combat effectiveness. Economically less developed countries also rely on UAVs, since rearmament with a new and modern equipment is more expensive.

UAVs are currently used to [1,5]:

- surveillance and reconnaissance;
- adjusting of fire;
- creating deceptive targets for the enemy;
- launch missile and bomb attacks on land and sea targets – by UCAVs
- others.

Thanks to modern target detection systems and guided munitions, the UAV has a higher efficiency of destroying enemy equipment, structures and troops of its positions. They executing unexpected almost silent attacks, compared to combat aircraft or helicopters, are a very strong demoralizing factor

for enemy military personnel. Also, UAVs, which can circle over the target area for many hours, greatly exhaust the enemy’s air defense personnel, who have to be constantly on edge of their abilities.

The use of UCAVs has increased several times in the military conflicts in Syria, Armenia and Ukraine, where were shown their usefulness. They are equipped with a diverse array of armament – guided missiles, aviation bombs and other [7].

UCAVs are mainly separated into two groups:

- UAV carrying a certain type of ammunition - with fixed wings or powered by a multicopter system;
- loitering munitions (“kamikaze”).

The main purpose of this type of weapon is to find an enemy target, and if the commander decides to strike it, the UCAV hit the target by launch missile, bomb attack or direct hit – for loitering munitions. If the target is not appropriate, flying system search another target, while the reconnaissance one should be hit with another fire means (artillery).

2. Performed tasks by UCAVs

The variety in the first species is great, with sizes ranging from several tens of meters to under one meter.

Therefore, the tasks performed by them are different, but in general they can be divided into the following groups:

- reconnaissance-strike - the implementation of reconnaissance and search actions in order to detect a target (group of targets) identifying of dangerous targets, and, if necessary, immediately attack in automatic mode or at the commands of the UAV operator;
- strike - striking with missile or bomb weapons against pre-identified stationary or mobile targets with known coordinates or located in a limited area of the theater of operations, at an enemy with weak air defense / anti-missile defense system. As a rule, these targets are scouted by another source (optical reconnaissance, radar stations, reconnaissance UAV) and are engaged by means of artillery, aviation or attack UAVs;
- suppression of the air defense / missile defense system - delivering strikes using high-precision missile and bomb weapons on objects of the enemy’s air and missile defense system, especially in cases where the solution of the same task using manned aircraft is difficult for various reasons (for example, striking at objects air defense / missile defense system requires the attacking aircraft to perform maneuvers that exceed the limit set for pilots), or is associated with a high risk of loss of life. In this case, strikes can be delivered both against objects with coordinates known in advance, and on objects that are quickly detected in the course of a particular operation;
- electronic warfare - the implementation of electronic warfare measures, namely the suppression of various electronic means of the enemy. In particular, the control systems of the enemy's radar and air defense / anti-missile defense, as well as the disruption of his communications, etc.

The first two tasks can be performed by many different UAVs, including those modified to carry munitions. Task performance depends on payload characteristics and the range and flight duration of a particular UAV.

The implementation of the third task is related to the almost inevitable contact of the enemy's air defense/anti-missile forces and means under intense fire, which is why it is necessary to use specially developed unmanned aerial vehicles characterized by higher flight characteristics and maneuverability (especially in flights at low and extremely low altitudes), significantly less visibility at various ranges (including the active use of "stealth" technologies) and higher survivability, including high resistance to various combat damage.

In addition, if in the first two cases it is possible to equally effectively use the UAV in manual (by operator commands), semi-automatic or automatic control mode, performing tasks when striking elements of the enemy's air defense / anti-missile system and automatic mode of operation can be used

most effectively. In rare cases, the semi-automatic control mode can also be used. The reason is that in the event of a breach in the enemy's air defense / missile defense system, it is very likely that the data exchange system will be disrupted on all channels - as a result of the enemy's active use of electronic warfare systems.

3. Popular UCAVs used in recent military conflicts.

Recent military conflicts in Syria, Armenia, Nagorno-Karabakh and Ukraine have shown that UCAVs will be heavily relied upon to strike enemy targets, especially forces with a weak or unprepared air defense system [9].

Some of the most used and popular UCAVs with fixed wings in the 21st century are shown in table 1 [8].

Table 1. UCAVs mostly used in military conflicts.

UCAV	Length (m)	Width/span (m)	Height (m)	Weight (kg)	Max speed (km/h)	Ceilling (m)	Range (km)	Armament	Country
Bayraktar TB2	11,2	12,0	3,2	420	250	8230	6000	2xUMTAS; MAM-L;MAM-C	Turkey
Bayraktar TB3 (2023) new*	8,35	14,0	2,6	1170	300	9500	200	PGMs; LGR; Anti-infantry mortars	Turkey
TAI Anka	8,0	17,3	3,4	700	217	9140	4900	PGBs	Turkey
Hermes 450	6,1	10,5		450	176	5486	200	2xHelfire ATGM	Israel
MQ-20 Avenger (Predator C)	12,5	20,12	2,1	4650	740	18288	5835	AGM-114 Helfire; GBU-24 Paveway III guided bomb; GBU-31 JDAM; GBU-38	USA
MQ-9A Reaper	11,0	20,0	3,81	2223	Up to 400	15000	5920	Up to four AGM-114 Hellfire; GBU-12 Paveway II	USA
Orion (Inok-hodets)	8,0	16,0	2,0	500	255	7500	700	Payload up to 200 kg	Russia
Forpost	7,22	8,55		350	200	4500	250	ATR Kornet; KAB-20	Russia
Punisher		2,55			198	400	45	UB-75HE; MACE	Ukraine

*the model is given for comparison with the previous and most widely used model - Bayraktar TB2.

The battles in Ukraine demonstrated the effectiveness of Turkish Bayraktar TB2 and the Russian Forpost and Orion, especially in the initial stage of the conflict, but at the moment this kind of weapon is rarely used.

Some of the most used loitering munitions in the 21st century are shown in table 2 [8].

Table 2. Loitering munitions mostly used in military conflicts.

UAV "kamikaze"	Weight (kg)	Width/span (m)	Range (km)	Endurance, (min)	Max speed (km/h)	Country
Zala KYB	6	0,95	65	30	130	Russia
ZALA Lancet			40			Russia
Switchblade 300	2,5	1,20	10	15	160	USA

UAV "kamikaze"	Weight (kg)	Width/span (m)	Range (km)	Endurance, (min)	Max speed (km/h)	Country
Switchblade 600	22,7	1,80	40	40	185	USA
Phoenix Ghost				360		USA
Warmate	5,7	1,4	40	50	80	Poland
IAI Harop (Harpy)	23,0	3,0	1000	540	417	Israel
HESA Shahed 136	200	2,5	2500		185	Iran
Athlon-Avia ST-35	3		30		150	Ukraine

Unlike UCAVs, loitering munitions are now increasingly being used. This is due to the fact that both countries have adapted their air defense systems to combat drones, while neutralizing "kamikazes", especially when they are in a swarm, is still a problem.

5. Advantages and disadvantages of UCAVs

UAVs have an **advantage** over manned systems when immediate target engagement is required after reconnaissance. The use of UAVs is not associated with the risk of loss of the crew, which expands the conditions for their rational use, including in situations where the enemy's air defense systems create too high a risk of loss for manned systems. UAVs flight time has no limitations related to the pilot's life support system. Furthermore the battlestress is less when UAVs are used than a mission fulfilled by airplane with a pilot. All this allows the use of UAVs in situations where the use of aviation is impractical or even impossible. In particular, they are often used in risky operations. After all, losing a drone is not as dangerous as losing an expensive plane and pilot.

Projects are being developed for unmanned aerial vehicles that can be charged with solar energy. This will greatly extend the stay of such devices in the air.

Despite the many obvious advantages that attack UAVs have in combat, manned aircraft still have a clear advantage in dynamic combat operations and when close integration with ground or naval forces is required. Achieving air superiority and maintaining ground forces in direct contact with the enemy are two combat tasks that fall within the stated conditions.

At the same time, there are a large number of combat missions in which UAVs are more effective. This creates posibilities for increasing efficiency through the rational joint use of UAVs and aviation while using the advantages of both systems.

The role of UAVs in modern military conflicts has significantly increased. The perfect weapon does not yet exist, and drones also have their **disadvantages** [6]. For example, the fact that the signals of these devices can be easily intercepted by the enemy's air defense systems, and therefore the device is exposed to serious risks: from physical destruction to reprogramming and striking its own positions.

Another drawback is that, in order to be able to carry a heavy payload, some of them acquire impressive dimensions. As a result, they become an easy target for air defense assets. Part of this shortcoming is solved by changing the construction and using certain materials to reduce their reflectivity.

All possible disadvantages of UAVs can be compensated by proper tactics of their use. For example, if not only individual UAVs are used for strikes, but used together with other forces (for example, artillery), then the effectiveness of their use increases and the loss rate can be reduced. In recent conflicts, the UAV swarm tactic has become widely used, thanks to which it is possible to carry out massive strikes against enemy targets [3].

Conclusion

The main task of drones is aerial reconnaissance. However, in recent years, the list of tasks that they can solve has expanded significantly. They are capable of launching missile and bomb attacks on

land and sea targets, intercepting air targets, correcting fire and indicating targets, transmitting data and deliver cargo.

UAVs have proven their viability as a separate type of weapon, and their neutralization requires an expensive and modern air defense system that is not "affordable" to many countries.

UAVs have become an integral part of armed conflicts and the experience of their combat use have a serious impact on military science and military development in many countries, resulting in a significant change in the organization of air defense systems and tactics of combined weapon sistems.

In the future, the range of tasks performed by unmanned aerial vehicles will only expand due to the development of science, technology and engineering. Moreover artificial intelligence is expected to be inserted to design of UAVs. That is why many experts call them one of the most promising types of weapons of the future.

References

1. FMI 3-04.155 Army unmanned aircraft system operations, Washington, DC, USA, 2006;
2. J. Jordan, The future of unmanned combat aerial vehicles: An analysis using the Three Horizons framework, University of Granada, Calle Rector Lopez Argueta, Spain, 2021;
3. S. N. Chanev, Planning a system for combating unmanned aerial vehicles, International Scientific Conference — “Defense Technologies” DefTech 2021, ISSN 2367-7902, pp 86-91, Shumen, 2021;
4. Jason Sherman, Drone-on-Drone Combat in Ukraine Marks a New Era of Aerial Warfare, 2023. Available at https://www.scientificamerican.com/article/drone-on-drone-combat-in-ukraine-marks-a-new-era-of-aerial-warfare/, accessed on 09 May 2023;
5. Dimitrov M., Antonov S., Application of artificial intelligence and machine learning in CAD/CAM systems, International Scientific Conference 2019, Collection of papers, Faculty “Artillery, AD and CIS” 2019, c. 531-537, Shumen, 2019, ISSN 2367-7902
6. Antonov S.I., Modern Techologies in Computer Design and Application of Systems for StressStrain Calculations of Weapon System Elements, The 26th International Conference KNOWLEDGE-BASED ORGANIZATION, Vol. XXVI, No 3, June, 2020, Sibiu, pp. 8-13, ISSN 1843-682X, ISBN 978-973-153-393-3, DOI: 10.2478/kbo-2020-0107;
7. Conev C., " Problemi na prevuorazhavaneto i modernizatsiqta na strelkovoto oruzhie na Bulgarskata armiq.", Scientific Conference, Collection of papers - part I, Faculty “Artillery, AD and CIS”, pp. 120-126, Shumen, 2007, ISBN 13: 978-954-9681-19-2
8. Unmanned Combat Aerial Vehicles (UCAVs). Available at https://www.militaryfactory.com/aircraft/unmanned-combat-air-vehicle-ucav.php, accessed on 30 August 2023;
9. Ударные БПЛА изменили ход боевых действий в Сирии и Ливии. Военное обозрение, 2020. Available at https://topwar.ru/172367-udarnye-bpla-izmenili-hod-boevyh-dejstvij-v-sirii-i-livii.html, accessed on 30 August 2023;
10. Combat drones: We are in a new era of warfare - here's why. Available at https://www.bbc.com/news/world-60047328, accessed on 30 August 2023;

Доклада е разработен по Задача 1.2.1. „Изследване и приложение на наземни, водни и без-пилотни летателни средства за логистика, добиване и отдалечено предаване на сензорна и визуална информация“ от НАЦИОНАЛНА НАУЧНА ПРОГРАМА „СИГУРНОСТ И ОТБРАНА“

PERSPECTIVES CONECTED WITH STUDENT EDUCATION WITH 3D COMPONENT VISUALIZATION

Stamen Iliev Antonov, Conyu Grigorov Conev

National Military University "Vasil Levski", Veliko Tarnovo, Faculty "Artilleryq AD and CIS", Shumen, Bulgaria, e-mail: stamantonov@abv.bg, e-mail: coni19@abv.bg

***Abstract**: The article presents the perspectives for training of students bu using software tools for 3D visualization of details and mechanisms, in terms of studying both: their device and operation and engineering analysis.*

***Keywords**: model, visualization*

Introduction

The introduction of 3D visualization in the education of students specializing in the device of mechanisms and machines can have several important advantages and possible benefits:

- better understanding of concepts: 3D visualization can help students perceive and understand complex mechanical concepts more easily by providing them with the ability to see and manipulate virtual models of machines and mechanisms;
- enhanced learning: interactive 3D models of components under study can make learning more fun and engaging, which can stimulate students' interest and motivation for better learning.
- real scenarios for problem solving: with the help of 3D visualization generated using appropriate software packages, students can face real scenarios and challenges in the design and analysis of mechanisms, which can better prepare them for their future work;
- knowledge sharing and communication: 3D visualization provides a tool for better knowledge sharing and communication between students and faculty, allowing for easier explanation and illustration of mechanical concepts.
- actuality: technological advancements in the mechanical engineering and engineering industry include the use of 3D modeling and virtual reality. Introducing 3D visualization into education can prepare students for current technologies and methods they will encounter in their future careers.
- facilitates the study of complex technical systems: 3D visualization can help students understand the interactions between parts and components better by visualizing movements, stresses, and other important aspects.

1. Advantages of 3D models

3D models of components, that are object of studying offer many advantages over conventional 2D images and text, especially when it comes to education and visualization of complex mechanisms and concepts some of the key ones being:

Spatial representation:

3D models provide a third dimension not available in 2D images and text. This allows for a more realistic and accurate representation of machines, objects, structures and processes that have a three-dimensional nature and complex sculpting.

Interactivity:

Virtual models can be manipulated and viewed in real time. This allows the student trainees to rotate, zoom in and out of the models to look at the details and aspects that interest them most. This interactivity is engaging and allows for better understanding.

Better visualization of complex concepts:

Complex mechanical, engineering, and scientific concepts can be difficult to understand through text and 2D images alone. 3D models allow students and learners to see the interactions and dependencies between different elements in a clearer and more intuitive way.

Simulations and Virtual Experiments:

3D models allow users to perform simulations and virtual experiments that are not possible with text or 2D images. This is particularly useful for learning in fields such as mechanical engineering where different scenarios and outcomes need to be explored.

memorization and understanding:

The visual and spatial information provided by virtual prototypes can help learners remember and understand concepts more easily and for longer. This is especially important when teaching complex and abstract topics.

Knowledge sharing:

3D models can be easily shared and used for educational purposes through the Internet, virtual learning platforms and applications. This allows students to have and provide access to important information and lessons from anywhere in the world.

2. Preparation of 3D models for education of the structure of complex mechanisms

Preparing the virtual prototypes (models) for learning, requires several steps and processes to ensure that the models are suitable for educational purposes and that the students can used them effectively for the receiving of maximum benefit. The main steps in the preparation of the three-dimensional models are:

Clearly define the goal:

Clear goals and requirements are set for what needs to be achieved with the 3D models, what exactly should be taught or illustrated and what concepts or processes should be introduced.

Collecting of data sources:

At the beginning of the data process, it is necessary to collect all sources of data that will help in creating a 3D model. This may include drawings, photographs, scans or other visual materials.

Choosing the proper software:

Creating 3D models requires specialized 3D modeling software, such as SolidWorks, TopSolid, Blender, Autodesk Maya, 3ds Max, or another similar software. It should be chosen the software that has been implemented in the educational process and that is available for the relevant educational institution (university, institute).

Creation of the base model:

The basic of 3D the structure is created, starting with the basic shapes and details of the mechanism under study. This can be done by modeling from scratch or by importing existing models. Existing models can be adapted to meet specific educational needs. This may include adding additional details, texturing, or dimensional modifications.

Searching online resources and check licenses:

There are many online resources where free or paid 3D models can be found. For example, SketchUp 3D Warehouse, TurboSquid, CGTrader, and Blend Swap are good sources for ready-made models. These resources offer a variety of objects, components, and mechanisms. In the event that ready-made models from online resources will be used, it is necessary to be checked the licenses and

rules of use. It is especially important that there is an opportunity to use the specific models in the educational context.

Adding details and textures:

Gradually, all the necessary details are added to the learning mechanism model, including textures, colors and materials. This will make the model more realistic and attractive for training.

Model Optimization:

The model should be maximally adapted and optimized for educational purposes. This includes reducing the number of annotations to ensure fast loading and use of the model, especially in interactive learning.

Testing and fixes:

The model is tested in a virtual environment to ensure that all details are correct and that the components function and interact correctly. If errors and problems appear, they are fixed in the testing stage.

Export and storage:

The model is exported in a format suitable for the study and stored in a secure location so that it can be easily accessed for students during both tutor-led exercises and independent work.

Documentation and instructions:

It is desirable to provide documentation and instructions for using the 3D model so that users can understand how to use it for training and get maximum benefits.

Integration in the educational environment:

Finally, in order to have the effect of the previous actions, the 3D model is integrated into the educational process by being included in the learning (didactic) materials, virtual learning platforms or educational applications.

3. Examples of successful use of 3D models for training in the device of complex mechanisms

As been noted, building 3D training models of complex mechanisms can be very useful for acquiring knowledge about the device, operation, and quality diagnostics of machines.

Below are some successful examples of creating 3D visualization in student learning:

Internal combustion engine:

- 3D visualization of the main characteristics determining the engine parameters: cylinder volume, number of cylinders, engine revolutions, maximum power, maximum torque, etc.;
- 3D model of the engine with animations that show how each part of it works in different operating modes.

Robotic arm:

- table of data for the lengths and angular positions of each arm segment;
- 3D model of the robotic arm that can rotate and fold according to the set values from the table. Built by using specialized mechanical engineering software, the 3D model of a robotic arm shows how the different degrees of freedom move under different commands. The accompanying table may contain information about the angular values of the arm joints.

Car suspension:

- tabular data on suspension parameters: type of suspension (for example, independent or dependent), type of shock absorbers, camber angles, etc.;
- 3D model of the car suspension, which can be visualized in real time by changing the various parameters.

Pneumatic system for production:

- data table for air pressure, air flow rate, diameter of pipes and valves, etc.;

- 3D model of the pneumatic system that demonstrates how its components move and interact under different conditions.

Anti-recoil devices of artillery systems:

- 3D models of this type of devices and their data tables can be used in the educational process to explain the principles of operation of anti-rollback devices and the peculiarities of the device and diagnostics of the various models;
- by adding animations generated by CAD/CAE software to the model, it is visualized how the anti-recoil device works during the shooting. It is visualized in maximum how the recoil force is absorbed and reduced thanks to the device.

Mechanical Engineering:

- stress state of materials, by designing a 3D model of the structure of a specific material (e.g. metal or alloy) and visualizing how the stress and strains are distributed across it under different loads. Data generated in a tabular model can contain stress and strain information under various conditions.

These specific examples of the use of pre-created digital models can be implemented in the learning process to visualize and facilitate the understanding of complex mechanisms and concepts in different fields of knowledge.

Conclusion

The combination of 3D visualization with traditional teaching methods can be extremely useful for the development of students' competences and knowledge in the field of the device of mechanisms and machines. Proven by practice, 3D models provide a richer, more detailed and interactive educational experience that can enhance learning and understanding of complex topics and concepts. They are particularly useful in device knowledge, diagnostics and machine learning disciplines where visualization and interactivity are essential. Creating quality 3D training models takes time and effort, but can provide valuable visual resources for educational purposes.

References

1. Antonov S.I., Izsledvane na prilozhenieto na CAD/CAM/CAE sistemite i tehnologiite za barzo prototipirane pri proektiraneto na komponenti na tehnicheskite sistemi, Shumen, 2021g., ISBN 978-619-7531-31-2;
2. Brunet P, Hoffmann C, Roller D, CAD Tools and Algorithms for Product Design, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000, ISBN 978-3-642-08548-2;
3. Horvath J, Cameron R, Mastering 3D Printing, Pasadena, ISBN: 978-1-4842-5841-5;
4. Grzegorzewski P, Soft Modeling in Industrial Manufacturing, ISBN 978-3-030-03200-5;
5. Petrova T., Petrov Z., Visualization of Objects in Computer Tomography, 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 2022, pp. 1-4, ISBN 978-166543778-3 doi: 10.1109/INFOTEH53737.2022.9751325.

SAP ERP AS A TOOL SUPPORTING THE MANAGEMENT OF LOGISTICS PROCESSESIN A MILITARY

Małgorzata Orłowska

War Studies University, al. Gen. Chruściela – Montera 103, 00-910 Warsaw, Poland , m.orlowska@akademia.mil.pl;

Abstract: *The modern battlefield environment is characterized by high variability and diversity of operations, so it became necessary to modifythe military's management approach to a centralized and integrated one. The answer to these changes was the creation and implementation into the Armed Forces of the Republic of Poland (RP) - the Integrated Multi-level Information System of the Ministry of Defense (ZWSI RON). A tool derived from Enterprise Resource Planning (ERP) class software, its task was to streamline logistics processes in the military and integrate these processes with other functional areas: finance, human resources and personnel. This article focuseson characterizing and evaluating the usefulness of ZWSI RON in the Polish Armed Forces. In addition, important issues relatedto its construction, implementation and functionality were discussed. Most attention was paid to the modules in which, in the author's opinion, ZWSI RON is used most by ordinary soldiers. The benefits of its implementation and use were discussed. Conclusions from the analysis suggest that ZWSI RON significantly supports the management of logistics processes in the Polish Armed Forces. With its use, operational efficiency has been increased, costs reduced and combat readiness raised. The article concludes with a reflection on future prospects for the use of ZWSI RON in view of the dynamically evolving military reality.*

Keywords: *ZWSI RON, integrated information system, SAP, logistics process management, military, military logistics*

Introduction

Nowadays, in the context of military and global threats, military logistics plays a significant role. It is responsible for the effectiveness, readiness and efficiency of the armed forces. Its tasks include providing adequate resources at a specific time and place, planning and coordinating logistics operations (supply, transportation, storage and distribution). In addition, optimizing processes to minimize costs, downtime and increase operational capabilities (inventory management, route planning and warehousing). Medical service, which involves ensuring that soldiers on the battlefield have access to medical supplies, personnel and equipment. Maintaining military equipment and armaments in working order. Ensuring the security of military units, analyzing data and information. S. Abt characterized military logistics as a process, consisting of the object of supplying materials, facilities and equipment, and activities are centered around the determination of needs, supply, distribution, the function, while organizing, planning, execution and control[48].

Military logistics in the literature is identified with the military logistics system, defined as an organized subsystem that supports the process of armed combat. The realization of this process is possible throughthe integration of various activities for the efficient and beneficial flow of resources necessary to achieve the objectives of the operation, and the handling of this process in the provision of ser-

[48] S. Abt, Logistyka w teorii i praktyce, Wyd. AE, Poznań 2001.

vices, in terms of their availability and reliability[49]. Z. Kurasiński characterized the military logistics system as an organization consisting of management bodies, logistic units and facilities interconnected by mutual relations of interdependence and co-utility[50]. The 2014 logistics doctrine D-4 (B) [51] divides the logistics system into different types of armed forces: land forces (WLąd), air forces (SP), navy (MW). In all of these types of troops, the system consists of operational and tactical level command authorities, own and assigned tactical and operational level logistics units, as well as elements of material and technical infrastructure. Logistics security in the Polish Armed Forces is realized by two logistics systems: mobile and stationary (Figure 1).

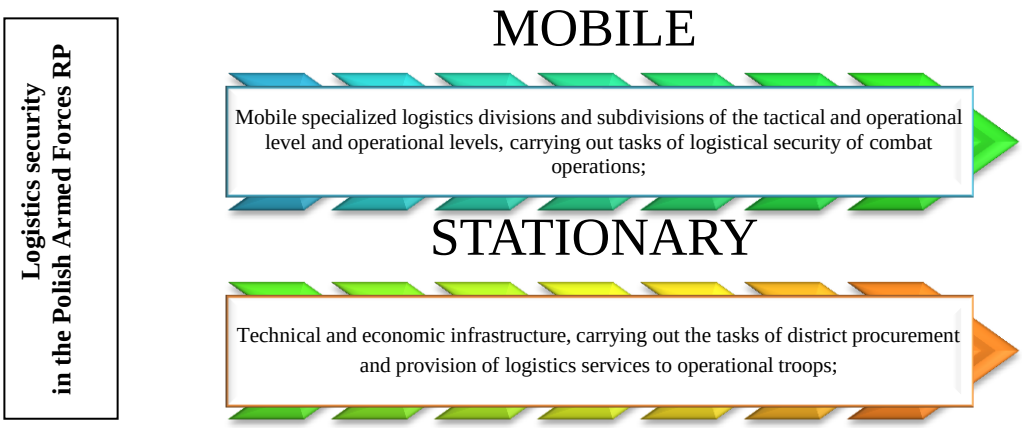


Figure 1. Division of logistics security in the Armed Forces of the Republic of Poland into mobileand stationary arrangements.
Source: compiled on the basis of D-4 (B) of 2014. p. 52

Another important process in the military logistics system is the provision of specialized services, among them: technical, medical, transportation, trans-shipment, water extraction and purification, economic and subsistence (laundry, commercial, financial, tailoring, bathing, lodging, shoemaking, barbering, food preparation).

The logistics system of the Polish Armed Forces is divided into planning bodies and executive logistics bodies, operating within subsystems and functional areas (material, technical, troop transport and movement, military infrastructure, medical, host nation support, and mobilization of the economy and strategic reserves).

The management subsystem consists of logistics management bodies, subordinate to the chief of staff, planning and coordinating the process of logistics security of troops (staff cells) and subdivisions and branches of executive logistics[52]. The material subsystem carrying out supply deliveries and providing economic and subsistence services, and the technical subsystem is responsible for maintaining military technology in working order (fitness) and readiness for use. The transport and movement of troops subsystem ensures the implementation of military transportation by all modes of transport and transshipment work, the preparation and planning of technical cover for the transportation network of defense significance, and the direction of troop movements. The medical subsystem is responsible for maintaining the proper health of soldiers and ensuring the provision of assistanceto the wounded and sick.The military infrastructure subsystem ensures the preparation and maintenance of military infra-

[49] M. Chaberek, Mikro - i makroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2002, p.14.
[50] Z Kurasiński, System kierowania wsparciem logistycznym wojsk lądowych w operacjach, Wyd. AON, Warszawa 2004, p. 32.
[51] Doktryna logistyczna D-4 (B) z roku 2014, p. 52.
[52] W. Nyszk, Współczesna logistyka. Wybrane aspekty, Wyd. AON, Warszawa 2013, p. 13.

structure facilities[53]. Poland's joining NATO and dynamic geopolitical changes have created the need to adapt the Polish logistics system to international standards.

The Polish Armed Forces faced the challenge of creating a tool with which to support the management of national defense department resources. The answer to these needs and expectations is ZWSI RON (Integrated Multi-Level Information System) developed on the basis of SAP ERP (Enterprise Resource Planning) software, which is used by major companies around the world.Research conducted by: IDC in 2019 showed that 82% of companies in Europe use SAP software in their business processes. A 2018 Gartner report indicates that SAP software is one of the most popular ERP tools in the world and is used by more than 400,000 customersA 2016 Forrester study found that SAP software is one of the best-rated ERP tools on the market and is particularly strong in financial and accounting management.

The purpose of this article was to characterize and evaluate the functionality of ZWSI RON as a tool to support the management of logistics processes in the military.

Integrated multi-level information system of ZWSI RON

The originality of ERP systems lies in collecting distributed data with an infinite number of spreadsheets and organizing this chaos in such a way that all users can process, use and store the same data (Figure 2)[54]. P. Lech underlines that ERP systems streamline, systematize and optimize the work of the entire team, which translates into the efficiency and effectiveness of the enterprise - the organization. ERP systems also mean secure access to data and real-time online work via the Internet and Intranet, as well as automatic and comprehensive disposal of financial and accounting software. They are also used to prepare financial and marketing analyses[55].

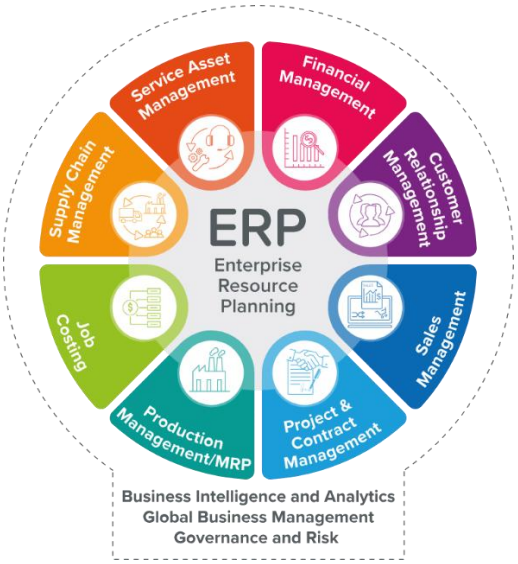


Figure 2. Functionality of the ERP system
Source: https://precisebusiness.com/NL/ [03.09.2023].

SAP ERP, is today one of the most well-known and widespread systems of its kind in the world. According to a ranking conducted by Creative Saplings, presenting the 10 largest IT companies in the world of 2020, SAP ERP ranked 6th.[56] in contrast, according to statistics, it is the system most often

[53] S. Byłeń, Efektywność zarządzania informacją logistyczną w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, Gospodarka Materiałowa i Logistyka 5, Warszawa 2019, ISSN 1231-2037, p. 138-141.
[54] www.oracle.com/pl/erp/what-is-erp/#link1
[55] P. Lech, Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie, Warszawa 2003, p. 4.
[56] /creativesaplings.com/pl/zestawienie-informacji-o-globalnej-branzy-it-2020-10-najwiekszych-firm-it-na-swiecie/

chosen by companies worldwide and is used by more than 12 million users. In Poland, SAP ERP is used by almost 40% of companies in the market[57]. Global multinational companies have implemented it into their operations: Procter & Gamble[58], Coca-Cola[59], Unilever[60], Nestle, Heineken[61], BASF[62], Siemens, [63]Daimler AG[64][65]. M. Szkoda highlights the importance of SAP ERP software in logistics processes. He emphasizes its functionality and usefulness in both medium-sized and large companies[66]. SAP ERP helps create analytics, corporate services, and end-user service delivery [67].

The Integrated Multi-Level Information System (ZWSI RON) was developed by a group of IT specialists from the cyberspace defense forces based on SAP ERP software. The system was put into operation in the Armed Forces of the Republic of Poland in 2012. Initially, it was introduced in budget units: WOG (Economy Branch of Military Unit) nd RBLog (Regional Logistics Base), but in the course of time it was introduced for use in military units as well. In its functionality, ZWSI RON linked together the logistics, human resources and finance divisions.

This is all due to the linking of physical documentation with accounting information. This approach simplified the way of preparing documents and rotation of materials, integration of quantity, value and assortment data, which allowed minimizing the time of operations in the field of recording, reporting and financial accounting.

The purpose of ZWSI RON was and is to support resource management processes in the army thanks to which it provides the basis for planning and conducting army operations. The main goal of building and implementing this system was to ensure the optimization of management processes at all levels of command and control. The system is characterized by a unified way of viewing information in a single database, however, in order for the system to effectively support logistics processes, the data and information provided in it must be updated on an ongoing basis in a uniform manner. The most important benefits of implementing ZWSI RON in military logistics include: up-to-date and reliable database, easy access to information, efficient data consolidation process, increased productivity and efficiency of all those working in the military, better forecasting of demand for current supplies, optimization of inventory levels, reduction of storage costs, reduced picking time for military equipment[68].

The architecture of the ZWSI RON system is divided into functional, information structures, implementation technology, organizational and technical. Functional includes the areas of logistics, finance, human resources and organizational structures. In logistics, this mainly includes: procurement, operations, infrastructure management, transportation and troop movement management, medical security, material planning, logistics standardization and reporting. In finance: personnel records (payroll data), soldiers' and employees' emoluments, pensions, records of civil law contracts, settlements with the US, Social Security, banks, accounting, financial reports, quantity and value records, financial

[57] K. Lysenko-Ryba, Wykorzystanie systemu klasy ERP - SAP jako warunek sprawnego zarządzania zwrotami, Zarządzanie Nr 25 t. 1, Rzeszów 2017, p. 246–253.
[58] https://www.basistechnologies.com/blog/automating-procter-gambles-supply-chain-consolidation-s4hana-transition/
[59] https://news.sap.com/france/2004/02/coca-cola-enterprises-joins-sap-in-direct-store-delivery-initiative-to-enhance-sales-logistics-service-and-mobile-application
[60] https://www.unilever.com/news/press-and-media/press-releases/2022/sap-unilever-pilot-blockchain-technology-supporting-deforestationfree-palm-oil/
[61] https://news.sap.com/netherlands/2022/01/the-heineken-companys-journey-to-an-employee-centric-and-people-insights-led-organisation/
[62] https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2017/08/p-17-294.html
[63] https://www.sap.com/poland/products/scm/teamcenter-by-siemens.html
[64] https://iot-automotive.news/sap-daimler-ag/
[65] /www.visualsouth.com/blog/companies-use-sap-erp
[66] M. Szkoda, Realizacja procesów logistyki dystrybucji z zastosowaniem systemu SAP ERP, Logistyka 5, Poznań 2013, p.186-189.
[67] M. Orłowska, SAP ERP software as a tool for managing the logistics subsystems of an enterprise, Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management, 2023, p.172.
[68] https://www.dynamicsnav.pl/system-erp/korzysci-wdrozenia-systemu-erp/ (dostęp: 14.10.2022).

planning, control of budget implementation. In human resources: records of personnel resources, activities related to military discipline, organizational and ethical activities, planning the course of service and development of soldiers, complement mobilization records, reporting on personnel resource management[69]. The functional architecture of ZWSI RON is responsible for linking together the various specialized modules, designed on the basis of processes occurring in the army. The process analysis made it possible to build IT solutions that support and integrate the implementation of individual process steps.

The specific goals of developing the ZWSI RON, according to IT specialists from the army's cyberspace defense forces, were primarily to: provide access to reliable and up-to-date information about the ministry's resources at all organizational levels, provide IT support for the ministry's management and leadership processes, standardize and optimize resource management processes, ensure confidentiality and accountability in access to data, and replace all currently operated IT systems in the area of resource management with the ZWSI RON. All of these goals were to streamline new technologies and integrate distributed data. Another task was to improve the skills of employees and soldiers in the area of resource management[70]. The various modules of ZWSI RON function at all organizational levels, and the data that comes from them is aggregated into the Ministry Data Warehouse. In addition to process analysis, an extremely important role for the functioning of ZWSI RON is provided by properly identified master data, which include: Uniform Material Index, Uniform Company Chart of Accounts, and personnel management master data (Figure 3). The ZWSIRON system uses online storage on Google Drive[71]. All these functionalities and a common database make this software integrate individual activities in military units and the entire Polish Armed Forces [72].

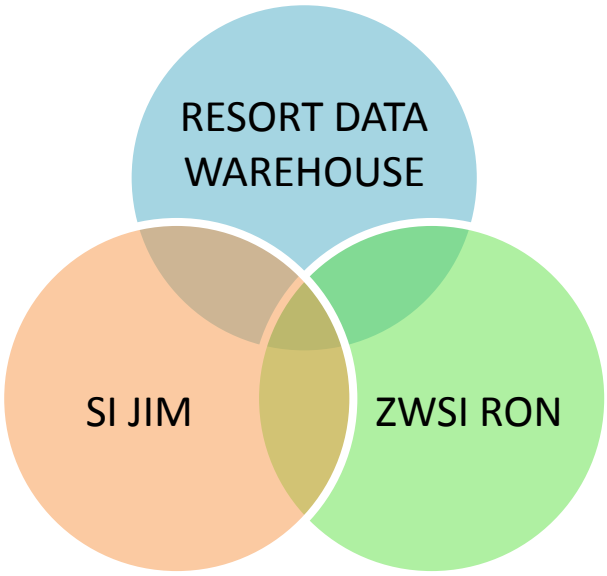


Figure 3. Interaction of SI JIM, ZWSI RON and RESORT DATA WAREHOUSE.
Source: compiled from training materials from the Cyber Defense Forces.

Z. Papierowska notes that ERP systems are successful not only in the Polish army, but also in the US army, which uses the Logistic Modernization Program (LMP) to manage military needs in real time. The Americans use this program to support production, maintenance, repair and overhaul in ground troops, among other things. They observe its effectiveness in managing inventories, reducing

[69] M. Kozioł, Systemy informatyczne zarządzania wojskowym oddziałem gospodarczym, Wy. ASzWoj, Warszawa 2019, P. 259-260.
[70] Materiały Szkoleniowe Wojsk Obrony Cyberprzestrzeni [dostęp 10.04.2023 r.]
[71] K. Rutkowski, Logistyka Dystrybucji, Warszawa 2001, p. 2-3.
[72] A. Pegani, Anatomia systemu ERP. Rynek, praktyczne zastosowanie oraz bezpieczeństwo systemów Enterprise resource planning, Civitas Et Lex 2022, 4(36), p. 7-20.

repair time for military equipment, streamlining supply and demand planning for U.S. Army equipment, transferring sensitive military information to a network of data storage servers which has reduced decision-making time for commanders[73].

Selected examples of SAP ERP application in the military

In the military logistics system, logistics processes and activities are realized, and processes are the essence of the functioning of the entire logistics system. A logistics process defined as an ordered sequence of activities designed to serve the recipient of logistics services effectively and at an acceptable cost. In other words, logistics processes are discrete processes, which means that a finite number of events or states can be distinguished in a given system. To implement logistics processes, resources are required, which can be divided into active and passive resources. Active resources are those that interact with the flow of material goods (employees and resources consumed in the implementation of logistics processes), and passive resources are those that we change[74]. In a military unit, we identify the main logistics processes as follows: inventory management, purchasing and procurement, transportation and distribution, maintenance and repair, inventory management, storage and warehousing, supply distribution, information management, operational planning, safety and security.

Process management as a result of the implementation of the process approach in practice captures the dynamic nature of management by undertaking process-related activities such as planning, analysis, monitoring, redesign and improvement. Process management can also be seen as the transformation of input resources into output results with respect to the relationship of management levels. The goal of process management is to take measures aimed at maximizing the share of value-added components in the process and minimizing the share of inefficient components. In this view, monitoring, control, measurement and evaluation are important[75]. ZWSI RON in the area of military logistics is used to keep quantitative and value records of both military equipment and individual soldiers' equipment. In the explantation support subsystem, this software prompts when and what servicing should be done, and indicates with what parts it should be done. In the property management subsystem, this software provides a real-time view of the degree of property utilization. In the food management module, the functionality of this software boils down to generating the amount needed to feed, say, an army on a training ground, or generates a list of ingredients for a soup to be fed to 1,000 soldiers. In the combat assets module - analogous to the food module, the software generates information on the rotation, overhaul of combat assets what's more it also provides us with information on the location of combat assets in real time. In the module of service of propellants and lubricants (mps) it provides up-to-date information about the status of propellants and lubricants, their rotation quantity and needs. In the module of uniform service, an application has been created on the RON portal where each soldier can check what he currently owes from the uniform sorties and whether the items are available at the WOG. In addition, analogous functionality can be found in the warehouse management, quota management and transportation management modules. An important convenience is the creation of a digital model of each piece of military equipment, so that superiors at higher levels can see in real time how many pieces of a given type of equipment are currently operational, what maintenance has been done, whether it was done on time, and what will happen in the near future with this equipment. What's more, these models make it possible to control this equipment at all levels of command without the need to physically inspect the equipment, all thanks to: the "PUiW PORTAL" information service (Figure 4.).

[73] Z. Papierowska, Informatyczne technologie wykorzystywane w logistyce wojskowej, Journal of Translogistics, DOI: Https:/Doi.Org/10.37190/Jot2022_10

[74] S. Byłeń, Efektywność Zarządzania Informacją Logistyczną w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, Gospodarka Materiałowa i Logistyka, 5, Warszawa 2019, ISSN 1231-2037, p. 138-141.

[75] D. Jelonek, Wybrane Modele Oceny Dojrzałości Zarządzania Procesami w Przedsiębiorstwie, [red.] L. Kiełtyka, D, Jelonek, Procesy I Systemy w Zarzadzaniu Przedsiębiorstwem, Wyd. TNOIK, Toruń 2022, p. 107.

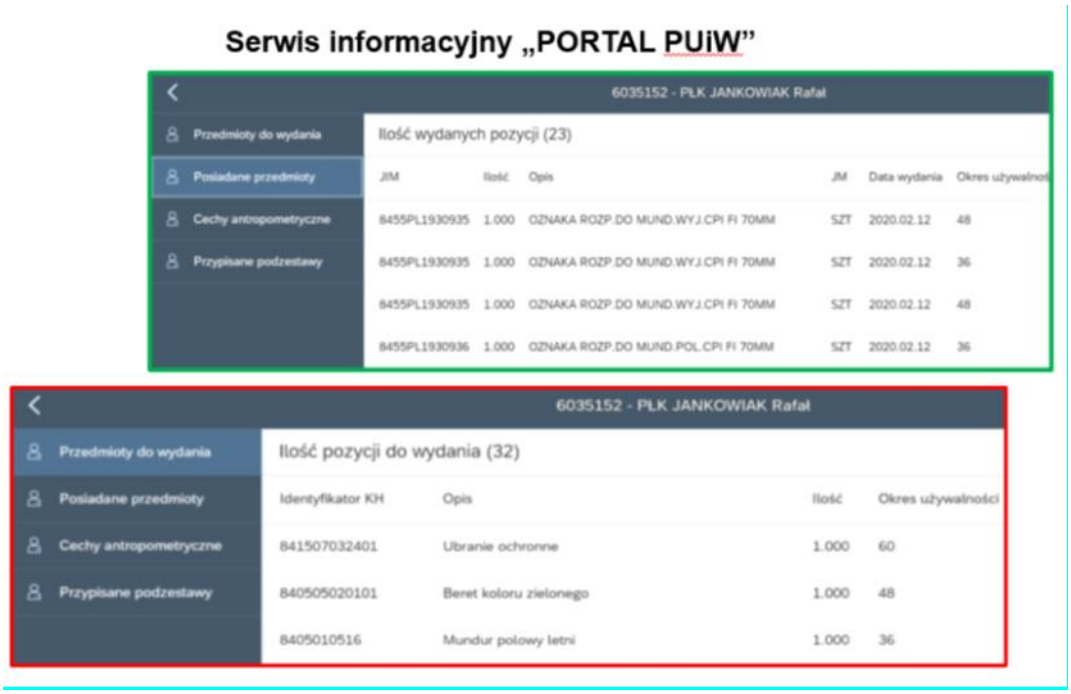


Figure 4. Screenshot of the PUiW PORTAL.
Source: training materials of the Cyber Defense Forces.

ZWSI RON's functionality in the area of logistics, for example, in the food service at the WOG level allows, among other things: planning, calculating and accounting for nutrition in a military canteen or PŻK (staff nutrition point). And all with the help of handling the sale of meals, securing quality control, standardization of meals - Central Recipe Register, replacing existing solutions (DUET, CONSUMER, among others). What's more, this software allows to automate the work of Food Service personnel, by calculating nutritional values and prices of meals (Figure 5).

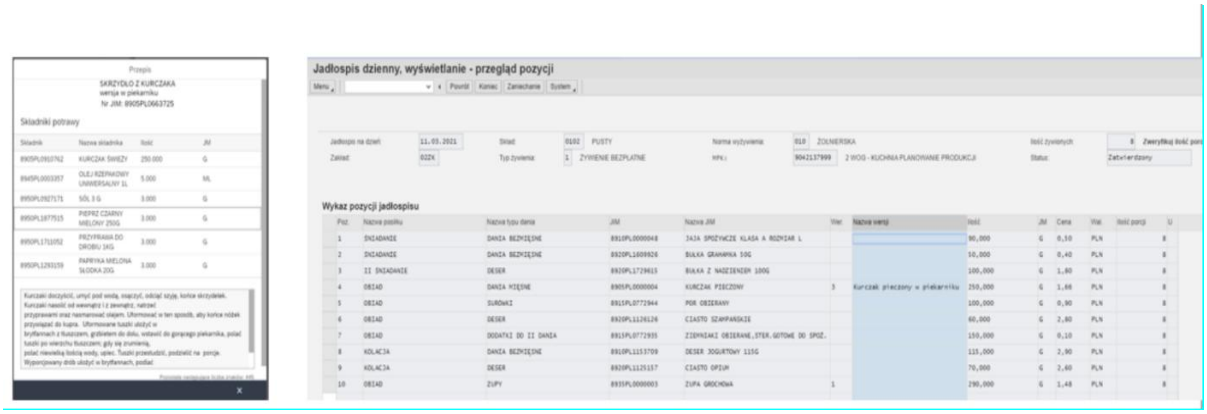


Figure 5. Screenshot of the food service module.
Source: training materials of the Cyber Defense Forces.

Management of the limits of combat measures, includes managing the allocation of annual limits for specific material means to selected units (subdivisions). As well as making changes to the size of allocated limits for specific material means, monitoring consumption and use of allocated limits. The ZWSI RON functionality in this module also allows planning the limits of combat assets in a certain year, keeping records and automating the performance of monthly analysis of the consumption of combat measures (Figure 6.).

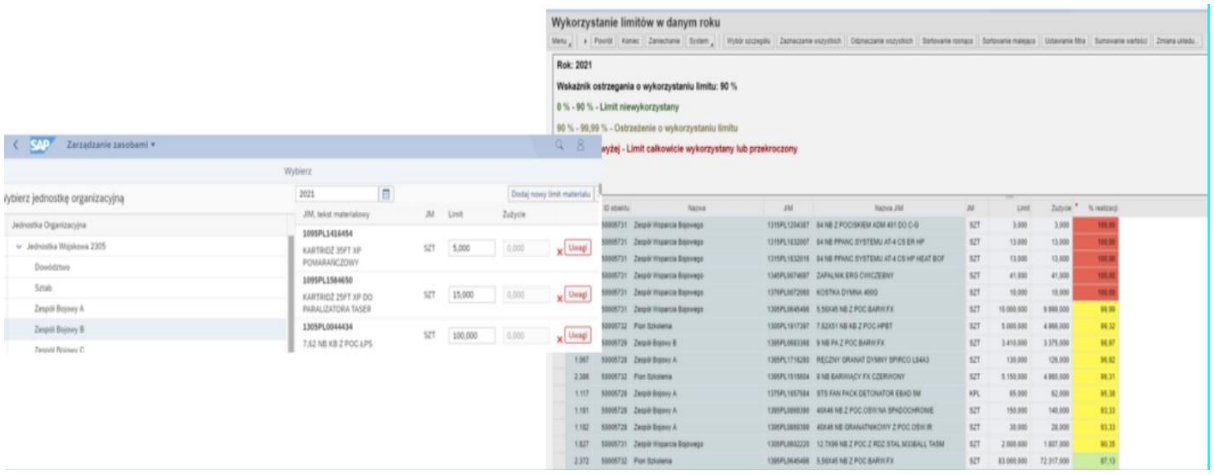


Figure 6. Screenshot of the food service module
Source: training materials of the Cyber Defense Forces

ZWSI RON in the Polish armed forces is also an elementary controlling tool. This is all thanks to SAP Business One software. "FI" - Financial Accounting and "CO" - Cost Controlling, which will enable the recording of costs based on the types of costs and where they arise, as well as controlling orders. Which allows for accurate cost analysis. The results of this type of control are often used to better plan projects[76] (Figure 7.).

Figure 7. Graficzne zobrazowanie oprogramowania SAP Business One.
Sourse: https://www.meterandcontrol.com/implementation-of-sap-business-one/ [03.09.2023 r.].

Summary

ZWSI RON has revolutionized the Polish Armed Forces over the past few years, mainly in terms of logistics process management. Although its implementation is still in progress, as new equipment - newly purchased –is cyclically introduced into the system and into use, this is a major step towards change for the better. Direct users are taking advantage of its functionality in managing personnel, finances and military logistics in the broadest sense. Thanks to the fact that ZWSI RON integrates data from various departments of the Polish Armed Forces, it enables control over the processes taking

[76] J. Materac, Controlling jako koncepcja zorientowana na wynik, Zeszyty Naukowe ZPSB firma i rynek 2020/1 (57), p. 61-62.

place here, which consequently facilitates decision-making for superiors at the highest levels. ZWSI RON is a software that is constantly evolving and adapting to the current needs facing the Polish Armed Forces on a daily basis. ZWSI RON has become the main tool used to manage logistics in the Polish armed forces, thanks to its ability to remotely control in real time equipment and all resources (fuel, ammunition, people, equipment, etc.). Threats that the armed forces of the Republic of Poland will face are the difficulty of implementing the ZWS RON software in all military units due to budget constraints (purchase of computer equipment and furnishing of rooms) and time, as the creation of digital models mapping military resources is often time-consuming. On the other hand, among the challenges that the developers of ZWSI RON will face in the near future is ensuring the security of data that could be placed in the cloud (cloud computing).

A solution of this type could help save time and money, as well as enable flexible data and process management. Another challenge facing the Polish armed forces is the possibility of adopting software integrated with the Internet of Things (IoT). SAP ERP software already implements IoT-based solutions in its software, allowing companies to track and analyze data from various IoT devices to improve their business processes. ZWSI RON's management of logistics subsystems allows automation and optimization of logistics processes, leading to better efficiency and profitability. The use of this software is beneficial to the Polish Armed Forces: it enables automation and optimization of processes, and makes it possible to control and manage all aspects of logistics.

References

1. Abt S., Logistyka w teorii i praktyce, Wyd. AE, Poznań 2001.
2. Byłeń S., Efektywność zarządzania informacją logistyczną w Siłach Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej, Gospodarka Materiałowa i Logistyka 5, Warszawa 2019, ISSN 1231-2037, p. 138-141.
3. Chaberek M., Mikro - i makroekonomiczne aspekty wsparcia logistycznego, Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2002, p.14.
4. Doktryna logistyczna D-4 (B) z roku 2014, p. 52.
5. Jelonek D., Wybrane Modele Oceny Dojrzałości Zarządzania Procesami w Przedsiębiorstwie, [red.] L. Kiełtyka, D, Jelonek, Procesy i systemy w zarzadzaniu przedsiębiorstwem, Wyd. TNOIK, Toruń 2022, p. 107.
6. Kozioł M., Systemy informatyczne zarządzania wojskowym oddziałem gospodarczym, Wy. ASzWoj, Warszawa 2019, P. 259-260.
7. Kurasiński Z, System kierowania wsparciem logistycznym wojsk lądowych w operacjach, Wyd. AON, Warszawa 2004, p. 32.
8. Lech P., Zintegrowane systemy zarządzania ERP/ERP II. Wykorzystanie w biznesie, wdrażanie, Warszawa 2003, p. 4.
9. Lysenko-Ryba K., Wykorzystanie systemu klasy ERP - SAP jako warunek sprawnego zarządzania zwrotami, Zarządzanie Nr 25 t. 1, Rzeszów 2017, p. 246–253.
10. Materac J., Controlling jako koncepcja zorientowana na wynik, Zeszyty Naukowe ZPSB firma i rynek 2020/1 (57), p. 61-62.
11. Materiały Szkoleniowe Wojsk Obrony Cyberprzestrzeni [dostęp 10.04.2023 r.].
12. Nyszk W., Współczesna logistyka. Wybrane aspekty, Wyd. AON, Warszawa 2013, p. 13.
13. Orłowska M., SAP ERP software as a tool for managing the logistics subsystems of an enterprise, Scientific Papers of Silesian University of Technology. Organization & Management, 2023, p.172.
14. Papierowska Z., Informatyczne technologie wykorzystywane w logistyce wojskowej, Journal of Translogistics, DOI: Https:/Doi.Org/10.37190/Jot2022_10

15. Pegani A., Anatomia systemu ERP. Rynek, praktyczne zastosowanie oraz bezpieczeństwo systemów .
16. Rutkowski K., Logistyka Dystrybucji, Warszawa 2001, p. 2-3.
17. Szkoda M., Realizacja procesów logistyki dystrybucji z zastosowaniem systemu SAP ERP, Logistyka 5, Poznań 2013, p.186-189.
18. https://iot-automotive.news/sap-daimler-ag/.
19. https://news.sap.com/france/2004/02/coca-cola-enterprises-joins-sap-in-direct-store-deliverinitiative-to-enhance-sales-logistics-service-and-mobile-application.
20. https://news.sap.com/netherlands/2022/01/the-heineken-companys-journey-to-an-employee-centric-and-people-insights-led-organisation/.
21. https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2017/08/p-17-294.html.
22. https://www.basistechnologies.com/blog/automating-procter-gambles-supply-chain-consolidation-s4hana-transition/.
23. https://www.dynamicsnav.pl/system-erp/korzysci-wdrozenia-systemu-erp/ (dostęp: 14.10.2022).
24. https://www.sap.com/poland/products/scm/teamcenter-by-siemens.html.
25. https://www.unilever.com/news/press-and-media/press-releases/2022/sap-unilever-pilot-blockchain-technology-supporting-deforestationfree-palm-oil/.
26. www.creativesaplings.com/pl/zestawienie-informacji-o-globalnej-branzy-it-2020-10-najwiekszych-firm-it-na-swiecie/.
27. www.oracle.com/pl/erp/what-is-erp/#link1.
28. www.visualsouth.com/blog/companies-use-sap-erp.

OPTIMIZATION OF THE MILITARY LOGISTICS SYSTEM BY APPLICATION OF NATO F-34 FUEL

Michał Wilk

War Studies University,al. Gen. Chruściela – Montera 103, 00-910 Warsaw, Poland,
m.wilk@akademia.mil.pl

Abstract: *Currently, the amount of daily consumption standard (Day of Supply - DOS) concerns fuel, which is different from products supplied by exhaust gases, and is very difficult on the battlefield. Available based on a study of the possible use of the F-34 to power all land-emitting devices, without reasonable notice, which constitutes the current state of affairs in the Polish Armed Forces.*

The concept of fuel unification is currently particularly important because it applies to military materials in peacetime as well as during military operations. An article about the basic properties of the F-34 compared to current fuels. accompanying publications in this area, enabling the use of NATO fuel for primary supply on the modern battlefield.

In addition, the articles demonstrated changes in the power sources of military equipment to ensure military security. Steering control depends on commercial vehicles having a power source. For this purpose, the additional traditional internal combustion engine in the armies of NATO countries is equipped with fuel cells, which are characterized by efficiency and electrical and emission equipment.

Keywords*: logistics security, Day of Supply - DOS, F-34 fuel, hybrid vehicles., military logistics*

Introduction

Currently, the primary source of energy used to power vehicles and other military equipment used in field conditions are engines internal combustion powered by petroleum-based fuels - gasoline and diesel. The harmful impact of such engines on the natural environment, as well as the limited resources of liquid fossil fuels, have contributed to the search for alternative power sources using alternative fuels that could fully or partially replace fuels based on petroleum products[77].

Engines of military vehicles, as well as other military equipment, powered by liquid fuel must have a continuous supply of fuel. Until recently, it was consists of three main types of fuel: diesel, aviation kerosene and gasoline. Of the two types of mass-used diesel engines and spark-ignition, less sensitive to the type of fuel are diesel engines, which, as confirmed by research, could be briefly fueled with low-octane gasoline. Nevertheless, this type of fuel significantly affects their durability and performance.

Such solutions for logistic support of troops began to be popularly used after World War II in the armies of the Warsaw Pact countries[78]. The use of a multi-fuel engine in military vehicles provided the opportunity to use as well from gasoline while operating in the absence of diesel as the primary fuel. The adaptation of compression ignition engines to different fuels complicates its design and reduces its efficiency and durability. At the same time, it is mandatory to maintain a diverse range of fuels, depending on the engines used, which must be supplied to military units in the necessary quantities.

[77] S. Radkowski, A. Piętak: *Wieloaspektowa analiza stosowania paliw alternatywnych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem biopaliw*, Ofic. Wyd. PW Warszawa 2006 r.
[78] M. Bernhardt: *Silniki wielopaliwowe*, WNT, Warszawa 1971.

Currently, after many analyzes and tests, the armies of NATO countries have decided to adopt aviation kerosene, marked with the symbol F-34, as the only fuel for all internal combustion engines installed in military equipment. At the same time, due to the traction properties, it was decided to increase the percentage share of vehicles with diesel engines in NATO armies. The parameters of this fuel have been specified in the STANAG 2536 standard, with the reservation that it is intended to power land vehicles and aircraft stationed on land[79].

In addition, in accordance with the successive standards for limiting the toxicity of exhaust gases, alternative solutions (hybrid vehicles) have been ubiquitously used and fuel from renewable sources, based on agricultural products, has been used to power internal combustion engines.

The most commonly used alternative fuel in compression-ignition engines is the so-called "biodiesel" obtained from the processing of various vegetable oils. In the case of spark-ignition engines, alcohols are added, which further increase the octane number of this fuel.

It should also be noted that the problem of the lack and variety of fuels to power internal combustion engines of military equipment has become one of the main causes of delays in combat operations, which in turn led to the failure to achieve the assumed goals.

Considering the above, it is necessary to constantly improve the logistic support of the troops through the unification of material security and the search for innovative solutions to improve the current state of affairs.

Identification of fuels used to power engines of military vehicles

Currently, diesel and gasoline are mainly used to power modern military vehicle engines. All engines put into operation should be adapted to run on F-34 fuel, the properties of which do not differ significantly from diesel oil. At the same time, it should be noted that most military vehicles, due to their traction properties, have diesel engines. In addition, studies have shown that F-34 fuel can also be successfully used to power older diesel engines.

In addition, research works on the use of biofuels, including methyl esters of rapeseed oil (RME designation) and anhydrous ethyl alcohol, ethanol (E designation), for powering self-ignition engines, are becoming more and more visible[80].

The essential properties of basic fuels and F-34, as well as methyl esters of rapeseed oil and ethanol are presented in Table 1. Fuels used to power diesel engines should have specific properties that ensure optimal self-ignition and combustion process. The main determinants of fuels for diesel engines are density and cetane number (LC). The density of the fuel affects the dose of fuel delivered, and thus the amount of heat released during combustion, i.e. engine power and torque. The high density of the fuel proves it with a greater mass of charge injected into the combustion chamber during one dose, which at the same time reduces the coefficient of excess air and combustion may be incomplete and incomplete. In relation to high engine load (e.g. when accelerating or climbing hills), this may cause an increase in exhaust smoke and toxic emissions from the products of incomplete fuel combustion. At the same time, the injection of fuels with a lower density is carried out faster. Such energy carriers are characterized by a higher content of lighter hydrocarbons, and thus their cetane number decreases, which extends the auto-ignition delay period and, consequently, causes the engine to work hard (so-called knocking combustion). In addition, with the decrease in fuel density, the amount of heat released during its combustion decreases, and thus the useful power and torque of the engine.

The cetane number (cetane index) determines the self-ignition capacity of the fuel. If the cetane number is low, the auto-ignition processes will be slower and the auto-ignition delay period is increased. In this case, we are dealing with difficulties in starting a "cool engine" and the process of in-

[79] K. Baczewski, T. Kałdoński, R. Szpak, J. Walentynowicz, Wawrzynów J. *Koncepcja jednolitego paliwa dla wojska,* V Sympozjum Naukowo-Techniczne Jurata 2001;
[80] Ibidem.

complete combustion of fuel in the combustion chamber. In addition, the course of combustion is also affected by its fractional composition about the diversity of light and heavy hydrocarbons in a given fuel. It has a significant impact to self-ignition and combustion, as well as the emission of toxic compounds.

New sources of biofuels and synthetic fuels are still being sought for military equipment. Their properties should be similar to those of diesel fuel. The above is a complex problem, because alternative fuels do not come from crude oil distillation, and fuels obtained in synthetic processes differ in physical and chemical parameters.

Tab. 1:. Properties of basic fuels for self-ignition engines and biofuels

Parameter	Measurement units	ON	F-34	Benzyna	RME	E
Density at 15°C	g/cm^3	0,831	0,804	~ 0,78	0,881	0,790
calorific value	MJ/kg	43,2	42,8	42 - 44	37,9	27,2
calorific value	MJ/dm^3	35,9	34,4	37	33,4	21,5
temperature of self-ignition	°C	~210	~180	~250	~170	~430
Kinematic viscosity at 40°C	mm^2/s	2,35	1,27	0,6 - 1	4,6	0,9
Molecular weight	g/mol	~200	~180	~130	~300	46
Sulfur content	mg/kg	350	3000	10	8	---
Cetane/octane index	---	50	45	95	48	8

Source: various publications

Use of biofuel (RME) and synthetic fuels as additives to modern compression-ignition engines may affect the engine operating parameters and its service life, and thus the driving parameters of vehicles and the implementation of the task. An additional threat is the stability of mixtures of basic fuel with bioadditives during long-term storage in car tanks and warehouses.

Nevertheless, despite the above threats and on the basis of research, it is right to adopt a single fuel coded F-34 to power engines of military vehicles in NATO countries. At the same time, more and more engines of military vehicles introduced to the armament are powered by engines with high-pressure, storage power systems of the "CommonRail" type. In the engines in question, the fuel pressure is several times higher than in the previous ones, and it should not be forgotten that that the fuel in the power supply system also plays the role of a lubricating and cooling agent. At the same time, current diesel engines are equipped with exhaust gas neutralization systems (particulate filter), which also increases the requirements for fuel. All of the above risks have been discarded when using F-34 fuel.

Influence of the use of F-34 fuel on the optimization of supplies

In accordance with NATO assumptions, F-34 fuel is intended to power internal combustion engines of land vehicles and aircraft stationed on land. Marine engines and stationary aircraft engines were excluded from this standardization agreement on aircraft carriers due to the higher volatility of this fuel and the associated fire hazard[81,82].

Fuel problems during military operations, which were also revealed during the conflict in Ukraine, force the army's logistic support system to search for various solutions to ensure proper provision of material resources to soldiers. The main determinant of the above is the lack of an adequate amount of fuel, which makes it impossible to move military equipment and transport technical material means, including food and ammunition.

[81] Ibidem;
[82] STANAG 7036 *Fuels to be introduced into NATO pipelines* Oct 2000.

- At the same time, due to the type of transported fuel, the currently maintained diversified range of fuels delivered to military units in the necessary quantities forces the need to use various means of transport (tanks). In addition, Due to its combat properties, aviation, including land forces (planes and helicopters), where turbine engines are used, is gaining more and more importance.

With the above in mind, the armies of NATO countries decided that aviation kerosene with the designation F-34 will be used as the primary fuel to power internal combustion engines used by troops stationed on land. The parameters of this fuel are defined in the STANAG 2536 standard. At the same time, the traction parameters of diesel engines are an important aspect. For this reason, in the armies of a NATO country, there is a significant increase in diesel-powered military equipment.

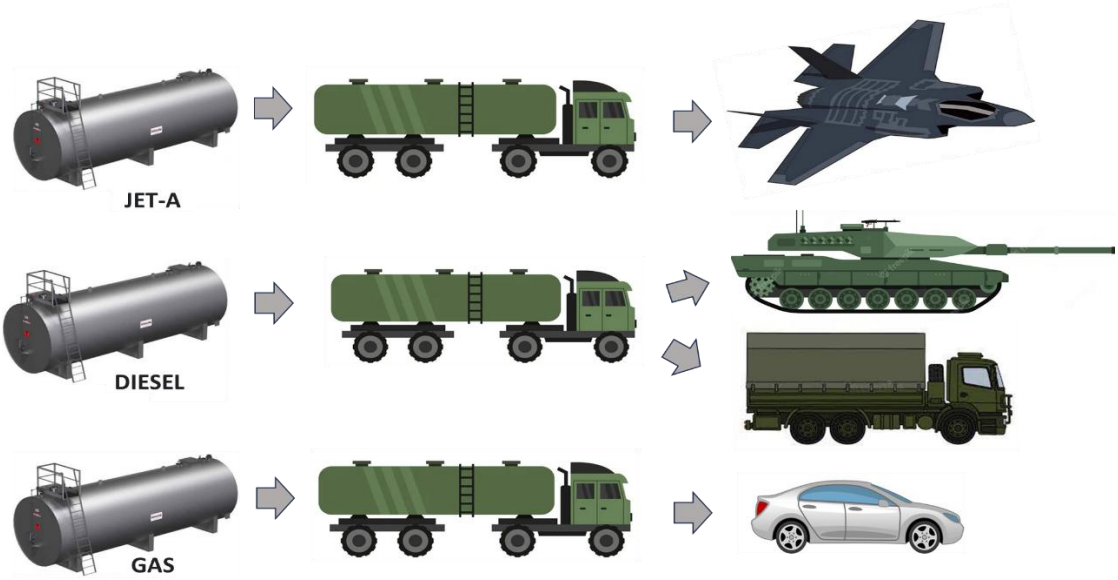


Figure. 1. The current fuel supply system for military equipment

NATO's uniform fuel will significantly improve meeting the growing demand of the fighting forces for propellants, which is one of the biggest problems of logistical security of the battlefield. Currently, it is estimated that the needs of material resources per one soldier may reach about 30 kg per day (not including water), including fuels, which account for as much as 40-60%, depending on the operating conditions. Delivering such large quantities of materials for the army in conditions of active enemy influence is a major logistical challenge. Taking the above into account, limiting the range of fuels simplifies and streamlines the supply system. For this purpose, the F-34 fuel was introduced to the army, which has been comprehensively tested for many years in compression-ignition engines[83, 84].

[83] K. Baczewski, T. Kałdoński, R. Szpak, J. Walentynowicz, Wawrzynów J. *Koncepcja jednolitego paliwa dla wojska,* V Sympozjum Naukowo-Techniczne Jurata 2001

[84] J.A.Wajand: *Samochodowe Silniki o zapłonie samoczynnym (Silniki Diesla),* Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1958.

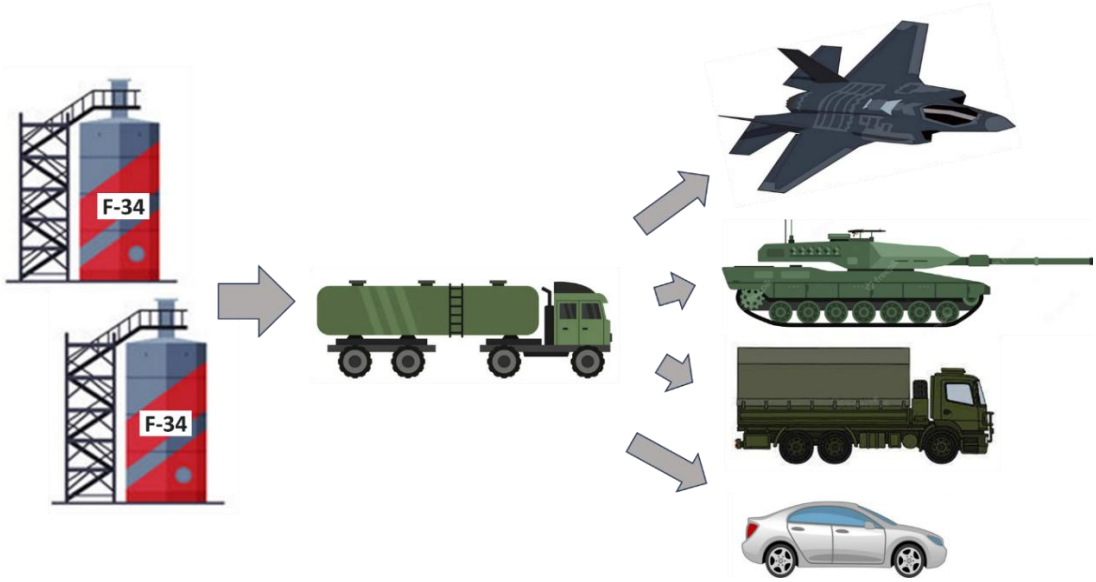


Figure. 2. Unification of the fuel supply system for military equipment through the use of F-34 fuel

The second direction, which is beginning to gain importance for improving the logistic support of the army in limited operating conditions, is the use of in the army renewable and substitute fuels as mixtures for the basic fuel. Renewable fuels are obtained in the process of processing organic substances and other commonly available substances, which are reproduced in processes taking place on the surface of the globe in an annual or multi-year cycle. Substitute (synthetic) fuels are the result of processing various substances (e.g. coal, gas) to obtain liquid fuel.

Despite the search for various renewable and substitute fuels possible for use in the military, unification of the range of fuels is still considered to be the most important issue. The basic fuel for the land forces is still the uniform F-34 battlefield fuel, which can be supplemented with other substances available in the area of operation with properties similar to the basic fuel [85, 86].

Considering the research results, which are fully satisfactory, in numerous studies on the use of F-34 and its mixtures with bioadditives, fuel unification should be started on a large scale in the Polish Armed Forces. In addition, the use of only one single fuel to power the engines of military equipment significantly improves the possibilities of securing material and will increase the interoperability of NATO troops, as is the case with other products, e.g. ammunition.

Modern solutions used in military vehicles

The currently used internal combustion piston engines will still be used to power military equipment for decades to come. At the same time, ecological requirements will cause that in the longer term, also in the Polish Armed Forces, a hybrid drive will be widely implemented, using both an internal combustion engine and an electric motor, as is the case in the civilian environment. The above solution allows for a reduction in fuel consumption, and thus a reduction in the DOS nominal value for a given SpW, and lower heat emission, including the thermal trace (masking), while maintaining the existing traction properties of the vehicle. With this in mind, many companies began to present numerous prototypes of armored vehicles for the army (demonstrators of technology and capabilities) with a hybrid drive. One example is the Oshkosh company, which, on behalf of the US Army, developed a prototype of the HEMMT A3 truck-tractor (weighing 13 tons) Propulse Hybrid Drive, where a compression-

[85] K. Baczewski, T. Kałdoński, R. Szpak, J. Walentynowicz, Wawrzynów J. *Koncepcja jednolitego paliwa dla wojska,* V Sympozjum Naukowo-Techniczne Jurata 2001.
[86] Kałużyński M., Reksa M., Zarudzka E. *Wpływ dodatków estrów metylowych na właściwości biodiesla i toksyczność spalin silnika Diesla*. Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol.13, No.4, Warsaw 2006.

ignition engine drives an electric generator that supplies electricity to the motors that drive each of the eight wheels. In addition, the same generator can be used as an additional power source and supply energy to, for example, a field hospital or a command post. Subject vehicle in accordance According to the manufacturer's data, it consumes 20% less fuel compared to the version powered only by an internal combustion engine and develops a power of 100 kW[87].

Similar solutions for hybrid drives of combat vehicles have also been developed in other countries[88]. An example of the use of hybrid drive in military vehicles can be the following vehicles: RST-V, AHED, Pegasus (USA), Marder, Wiesel (Germany), ROOIKAT (South Africa), Hagglunds (Sweden) and numerous prototypes from Great Britain or France[89].

In the considered propulsion systems of military vehicles, an engine is envisaged self-ignition powered by F-34 fuel [90]. At the same time, programs for the implementation of non-petroleum fuels, i.e. biofuels and synthetic fuels, are being developed more and more often.

Figure 3. The Diesel-Electric Hybrid HEMTT A3 Lean by OSHKOSH
Source: https://www.motortrend.com/uploads/f/31313012.jpg

The requirement to use a few percent biofuel addition to the basic fuel is imposed by the European Union on the Member States. Projects involving the implementation of aviation fuel with a 50% addition of fuels of synthetic origin are being implemented in the USA. In addition, high hopes are associated with the use of cultured algae, from which substrates for the production of biofuels, the so-called biofuels, are obtained. third generation[91].

Nevertheless, currently fuel cells, characterized by high purity and efficiency, are the main determinant in the development of military technology. Current fuel cells are used to build batteries for portable devices, small and large generators, stationary power plants and vehicles.

Fuel cells are electrochemical devices that produce useful energy (electricity, heat) as a result of the chemical reaction of hydrogen with oxygen. The chemical reaction taking place in the cell consists in splitting hydrogen into a proton and an electron at the anode, and then combining the reactants at the

[87] https://tanknutdave.com/wp-content/uploads/2015/02/HEMTT_A3_SS_6-13-11.pdf

[88] J. Walentynowicz: *Perspektywiczne technologie i koncepcje załogowych pojazdów bojowych dla WP*, w zbiorze Nowoczesne technologie systemów uzbrojenia, WAT Warszawa 2008.

[89] J. Walentynowicz *Future of hybrid propultion system for combat vehicles,* Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 13, No. 3

[90] STANAG 1135 *Interchangeability of fuels used bt the AF NATO* Sep 1998, STANAG 2536 *Allied joint petroleum doctrine*-July 2005, STANAG 7036 *Fuels to be introduced into NATO pipelines* Oct 2000.

[91] A. Ambrozik, S. Kruczyński, J. Jakubiec, S. Orliński: *Wpływ zasilania silnika spalinowego o zapłonie samoczynnym paliwem mineralnym i roślinnym na proces wtrysku oraz rozpad strugi paliwa*, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol.13, No.3, Warsaw 2006

cathode. Electrochemical processes are accompanied by the flow of electrons from the anode to the cathode, bypassing the impermeable membrane. The electrochemical reaction of hydrogen and oxygen produces electricity, water and heat.

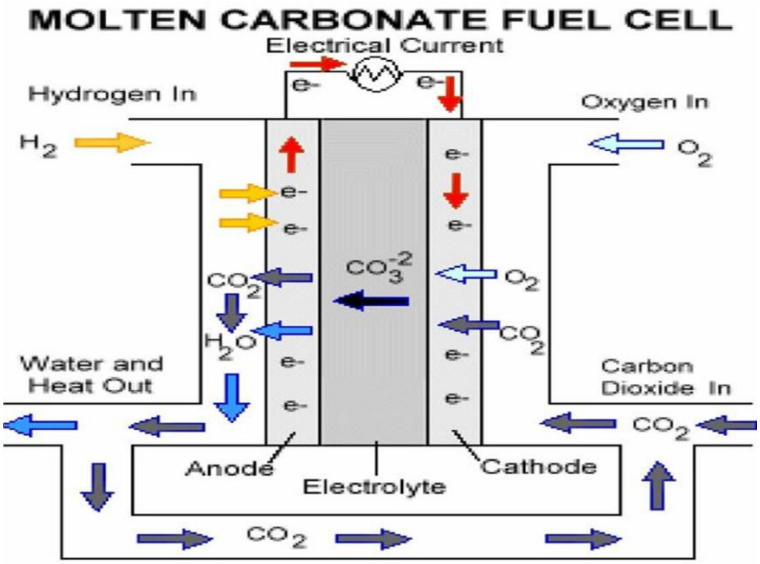


Figure 4 . Construction and principle of operation of the fuel cell
Source*: https://docplayer.pl*

At the same time, the use of mine energy sources (coal, crude oil, natural gas, etc.) has an increasingly noticeable impact on environmental pollution and the greenhouse effect. All these facts and exhaust gas toxicity standards make fuel cells a leading source of alternative power supply for military equipment.

To sum up, the presented direction of changes is inevitable. The limitation of the widespread use of a hybrid drive vehicle in the army is mainly its durability, weight and resistance to the impact of external threat factors and their impact on the safety of the crew. In addition, a very important aspect of the application of the solution in question is the limitation of repairs and recovery of combat capabilities of complex power systems in the event of a failure of a combat vehicle on a modern battlefield.

Summary

Dynamic changes in military equipment cause an increased demand for technical materials, including propellants and lubricants. Their consequence is the need to unify, in terms of the assortment, the material security system for the troops functioning in times of peace, crisis and war. Since the 1990s, NATO ammunition, i.e. 5.56 x 45 mm cartridges, has replaced the then existing ammunition in the Polish Armed Forces, namely the 7.62 x 39 mm wz 43 cartridge. The next step should be the full implementation of the existing fuels (gasoline and diesel oil) for internal combustion engines, uniform NATO fuel code F-34, which is used in military aviation to drive turbine aircraft engines.

The purpose of this study was to show that the F-34 fuel that is used in NATO countries, is able to fully replace the existing fuels used in the Polish Armed Forces. The above solution will significantly contribute to the unification of fuel storage and storage. Thanks to this solution, we will get better use of the existing tanks. At the same time, planning in the area of fuel rotation will be simplified and transparent for all types of troops stationed on land.

The unification of fuel will eliminate the current diversity of tanker purposes for transporting individual fuels. The interchangeability of fuel transport means will be ensured, as well as the flexibility of planning their use. Currently, in order to secure the activities of the military unit, three tankers with different fuels were sent, often not using their full potential. In the case of fuel unification only one

tank truck will be needed for transport, which will significantly reduce transport costs and streamline the supply chain.

In addition, the study pointed out that it is also an indispensable element in the army is the use of biofuels to power internal combustion engines and the use of hybrid solutions in military vehicles. The current limitation is the durability of renewable fuels and, in the case of hybrid drives, their complicated construction that does not allow for repairs in field conditions. Nevertheless, using quick couplers and ready-made replaceable components, while ensuring safety for the crews, the implementation of armored military vehicles of the above drive is real in the near future, as evidenced by numerous demonstration projects from various countries.

References

1. Ambrozik A., Kruczyński S., Jakubiec J., Orliński S. Wpływ zasilania silnika spalinowego o zapłonie samoczynnym paliwem mineralnym i roślinnym na proces wtrysku oraz rozpad strugi paliwa, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol.13, No.3, Warsaw 2006.
2. Baczewski K., Kałdoński T., Szpak R., Walentynowicz J., Wawrzynów J. Koncepcja jednolitego paliwa dla wojska, V Sympozjum Naukowo-Techniczne Jurata 2001.
3. Jasiniewski H. Właściwości zabezpieczenia tyłowego pułku i dywizji w warunkach szczególnych, ASG WP, Warszawa 1994.
4. Kałużyński M., Reksa M., Zarudzka E. Wpływ dodatków estrów metylowych na właściwości biodiesla i toksyczność spalin silnika Diesla. Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol.13, No.4, Warsaw 2006.
5. Kurasiński Z., Założenia a rzeczywistość w obszarze planowania zabezpieczenia materiałowego wojsk w walce Zeszyty Naukowe ASzWoj nr 1(106) 2017.
6. Malinowski Z. Zastosowanie nowych technologii w zabezpieczeniu logistycznym wojsk realizujących zadania w specyficznych środowiskach walki Zeszyty Naukowe ASzWoj nr 1(106) 2017.
7. Marciniak K., Liberacki M. Terytorialny system zabezpieczenia sił zbrojnych w ujęciu koncepcji społeczeństwa sieci, „Gospodarka Materiałowa i Logistyka" 2015, nr 5.
8. Radkowski S., Piętak A. Wieloaspektowa analiza stosowania paliw alternatywnych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem biopaliw, Ofic. Wyd. PW Warszawa 2006 r.
9. Słownik terminów wojskowych i pokrewnych. Departament Obrony USA 2005.
10. STANAG 1135 Interchangeability of fuels used bt the AF NATO Sep 1998.
11. STANAG 2536 Allied joint petroleum doctrine-July 2005.
12. STANAG 7036 Fuels to be introduced into NATO pipelines Oct 2000.
13. Wajand J. A. Samochodowe Silniki o zapłonie samoczynnym (Silniki Diesla), Państwowe Wydawnictwa Techniczne, Warszawa 1958.
14. Walentynowicz J. Perspektywiczne technologie i koncepcje załogowych pojazdów bojowych dla WP, w zbiorze Nowoczesne technologie systemów uzbrojenia, WAT Warszawa 2008.
15. Walentynowicz J. Future of hybrid propultion system for combat vehicles, Journal of KONES Powertrain and Transport, Vol. 13, No. 3.
16. https://tanknutdave.com/wp-content/uploads/2015/02/HEMTT_A3_SS_6-13-11.pdf.
17. https://www.motortrend.com/uploads/f/31313012.jpg.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN AUTOMATED DESIGN AND ENGINEERING SYSTEMS (CAD CAM CAE SYSTEMS)

Stamen I. Antonov, Ivaylo Zh. Bozov

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems,
National Military University, Shumen, Bulgaria,
e-mail: stamantonov@abv.bg, bozovfakultet@abv.bg

***Abstract**: The article analyzes the role of Artificial Intelligence with software applications for automated design, in terms of greater automation and the ability to create more efficient and innovative solutions in engineering design and manufacturing.*

***Keywords:** Artificial Intelligence, design, CAD, CAM, CAE.*

Introduction

Design automation as an independent scientific field has emerged in the last two decades. The process of creating this direction, developing a theory and summarizing the obtained practical results continues even now.

The purpose of the automation of design and construction activity is to increase the productivity of engineering work and the quality of products, to reduce material costs and to shorten design terms, without increasing the number of engineering and technical personnel.

Design automation means the systematic use of computer technology at all stages of design with a scientifically based division of functions between the designer and the computer. This means that the designer must perform the tasks that for now do not lend themselves to formalization (tasks of a creative nature and tasks with extremely high variability of solutions), and the computer - routine tasks related to design and verification calculations, display of results, compilation and documentation management, etc., which can be formalized [4].

From the given definition, it can be seen that the limit beyond which automated design begins is relative and changes continuously with the development of mathematics, computer technology and design theory in the relevant technical field.

At present, the best organization of automated design is achieved by the use of automated design systems (CAD or CAD/CAM/CAE systems) operating with artificial intelligence. In them, mathematical methods and computer technology serve as the basis for the systematization of the "design" process on a common methodological, informational and technical basis.

The design process proceeds as a complex process of abstract thinking (creative process) that requires knowing sufficient information about the designed object and its related fields.

According to existing standards, design is a process in which a description of an object that does not yet exist is drawn up. This process occurs when there is a design brief, which is the primary description of the site and the legal document to start the design [1]. The process itself consists in repeatedly transforming and supplementing the primary description, removing its errors, optimizing (rationalizing) the features of the object in a consistent presentation of descriptions of the object in different forms (text, tabular, graphic, etc.).

The design result is a final description of the object in the form of a complete set of documentation for material reproduction of the object under certain production conditions.

In the design process, intermediate descriptions of the object are created, which define either the end of the design or the paths for its continuation. These descriptions are called design decisions, and design can be seen as a purposeful sequence of actions related to making design decisions.

From the point of view of informatics, design can be considered as an information process, in which primary information about the designed object, knowledge in the relevant field, past and similar experience are transformed into source information - the documentation of the new object with a specified level of detail.

In automated design, the majority of design solutions are obtained through designer-computer interaction.

1. Artificial intelligence in CAD/CAM/CAE systems.

Design automation as an independent scientific field has emerged in the last two decades. The process of creating this field, developing the theory and summarizing the obtained practical results continues even now. Design automation means the systematic use of computer technology at all stages of design with a scientifically based division of functions between the designer and the computer. This means that the designer must perform the tasks that are still not susceptible to formalization (tasks of a creative nature and tasks with extremely high variability of solutions), and the computer - routine tasks related to design and verification calculations, display of results, compilation and documentation management, etc., which can be formalized [3].

The CAD/CAM/CAE systems, (Computer-aided design, Computer-aided manufacturing, Computer-aided engineering) provide opportunities for automation of processes related to digital modeling, virtual manipulation, kinematic analysis, prototyping and the manufacture of the elements and mechanisms of various complex products. Of particular importance is their role in the three-dimensional parametric modeling of individual details, of mechanisms and machines with a large number of nodes and high level of complexity, from which the graphic part of the design documentation is prepared - the drawings, engineering calculations and analyses, the rapid preparation of a prototype, the technological preparation of the manufacturing, preparation of control programs for machines with digital program control for the manufacture of products of varying complexity,

The design process proceeds as a complex process of abstract thinking (creative process) that requires knowing sufficient information about the designed object and its related fields. From the point of view of informatics, design can be considered as an information process, in which primary information about the designed object, knowledge in the relevant field, past and similar experience are transformed into source information - the documentation of the new object with a specified level of detail.

In automated design, the majority of design solutions are obtained through designer-computer interaction.

Since the object does not actually exist at the time of design, it is necessary to work with its model (one or several). Models are the main means of synthesizing and evaluating the designed object according to various criteria. They are used both for communication between the participants in the process and for communication with the participants in the production, realization and exploitation of the product. For the purposes of automated design, mathematical models are used, the type of which depends on the properties of the designed object to be modeled and the design tasks to be solved [5].

Currently in the scientific development, CAD/CAM/CAE systems are undergoing important changes. These changes are due to the emerging new applications for automation of engineering work, which are enriched with new expert knowledge and are known under the name "knowledge-based system". Due to the fact that artificial intelligence is increasingly intertwined with new software technologies in engineering, it stands to reason that it will also make its way into CAD/CAM/CAE systems and become an integral and vital part of them. Therefore, new systems for automated design in mechanical

engineering will incorporate some kind of "artificial intelligence" (AI) or machine learning into them. This is claimed to cut design time in half in some cases.

CAD/CAM or Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing applications in the past started out as just CAD and were primarily two-dimensional computer drafting tools. Today, CAD/CAM applications perform many engineering functions, ranging from simple drafting using virtual tools for two-dimensional sketching and dimensioning, to full-blown three-dimensional component modeling. Additionally, the inclusion of detailed information in the integrated information databases makes it relatively easy to graphically represent the modeled 3D elements and makes automated engineering applications a competitive factor in the increasing and competitive environment.

The CAD/CAM systems provide capabilities in design and manufacturing, such as the parallel design and calculation of components to reduce project lead time. Reducing lead times is a significant competitive advantage, especially with the emerging trend in the development of automation and data exchange in manufacturing technologies.

Some of the relatively powerful CAD/CAM/CAE systems on the market include various functional tools for working in a 3D environment, such as engineering analysis tools, in order to optimize the construction of the designed component. Modern software technologies for 3D virtual engineering and engineering information management require the designer, during the design process, to consider not only the aspects of the current design of the future product, but also the aspects and irregularities of its production. Therefore, the designer must have the necessary knowledge and skills in both directions - about three-dimensional modeling on the one hand, and about the production irregularities on the other, in order to be able to carry out his projects effectively. This means that it is necessary to combine design and production concepts from the point of view of high accuracy of execution and optimization of the "time" factor. The described functional capabilities of software packages for automated design CAD/CAM/CAE systems are able to "intelligently" assist design engineers in making decisions to facilitate them in the overall process, with an emphasis on the earliest phase of the process, or so on "conceptual design phase".

Currently, some of the relatively high-end CAD/CAM software products provide the appropriate operator with a wide range of powerful features such as: design optimization, analysis options and automatically generated design suggestions. Older CAD/CAM products require the designer to consider not only design aspects, but manufacturing aspects as well, as they also need to be optimized. Therefore, the designer must possess both design knowledge and manufacturing knowledge and experience that enable him to design effectively[2].

Currently, artificial intelligence has reached a stage where it can easily surpass human engineering knowledge in many areas, including design and manufacturing processes. With the aforementioned features included in CAD/CAM systems, they can assist the operator "intelligently" in making design optimization decisions.

Expert (scientific) evaluation in the design of engineering products, and not only, usually includes the following three components, namely control mechanisms, a knowledge base (database) and appropriate mechanisms for drawing reasoned conclusions.

The main difference between the scientifically justified assessment and the conventional one is that the scientific integration (adapts, implements) databases, draw-out mechanisms and control mechanisms. Thus, by making changes to the databases, a change in the final assessment, respectively the design approach, is possible. Thus, the database develops (enriches) as the operator constantly adds or edits materials to existing databases. Unlike databases maintained in CAD/CAM/CAE systems, control and management mechanisms and appropriate decision-making mechanisms are essentially permanent (static). For this reason, the integration of database management systems into CAD/CAM/CAE systems is of great importance, and naturally provides a number of advantages.

The main difference between this type of automated engineering systems (with artificial intelligence) and conventional ones is that the aforementioned modulate the data, the terminal mechanism

and the controlled mechanism. This process allows for changes to the system by simply modifying the database, which "increases" as experts who use the software continue to add information to optimize performance. Therefore, the inclusion of a knowledge-based function in CAD/CAM systems is important and represents a significant advantage.

On the other hand, the neural network is quite different from the expert or scientific evaluation. An artificial neural network is designed with a tendency to mimic human neurons, i.e. it is a model for processing information, similar to the bioelectrical networks in the human brain, formed by neurons. This allows artificial neural networks to work even with incomplete (partial) input information. This is an important factor for CAD/CAM/CAE products, especially when there are many unknowns and variables involved in designing entirely new products. The system in this case can generate one or several solutions (proposals in the design) of the designer. However, the main problem with neural networks lies in the training part, which actually determines their effectiveness, as part of automated design systems.

Prospects for implementing artificial intelligence in computer-aided design, manufacturing and calculation should not be based on expert or science-based design judgment. Aspects or trends in turning CAD/CAM/CAE products into smarter tools to assist designers are expected to be towards easier and more efficient use and handling of the user interface and virtual toolkit for 2D and 3D modeling, engineering calculation and sizing and simulating. However, the current application of artificial intelligence itself is reduced to a limited domain. Thus, artificial intelligence in CAD/CAM/CAE systems themselves is currently also reduced to a specific and limited domain.

Different manufacturers of mechanical engineering software products are exploiting the prospects and advantages of artificial intelligence in their applications in different ways.

Leading CAD/CAM software developers have already implemented or plan to implement various AI-driven tools in their software products.

The Dassault Systems company with their SOLIDWORKS software product is an example of a company that has already implemented artificial intelligence (SOLIDWORKS CAM 2018 and Xdesign 2019).

SOLIDWORKS xDesign combines CAD modeling and cloud collaboration using a web browser (Fig. 1). SOLIDWORKS xDesign delivers ease of use with innovative design methodologies and cloud collaboration.

Ease of use is based on the ability to access the cloud-based software, given that the operator also has login credentials. This enables near-instant deployment of feature tools, also allowing manufacturing companies to quickly add products to their CAD portfolio as the need arises.

Assisting the operator, the artificial intelligence directs and generates solutions during the design of the product model, the object of the technological operation. Thus Xdesign, which is essentially an AI-based tool in SOLIDWORKS, uses the most appropriate design guidelines to help operators model the most suitable shapes and select the optimal parameters to meet the given tasks and set constraints. The application, through artificial intelligence, automatically creates the geometry of the part after the designer enters information about the constraints and loads of the model. This is done through virtual means for finite element simulations. In general, AI-powered automated design software packages include linear static and kinematic simulation tools, material fatigue analysis tools, composite material analysis capabilities.

AI-driven virtual testing software packages include tools for linear static and kinematic simulations, material fatigue analyses, composite material analysis capabilities, nonlinear and dynamically varying load simulations. A set of tools is provided to analyze the structure, motion and physical characteristics of parts and assemblies, as well as to study the dynamics of fluids and heat flows around and within product designs, with the ultimate goal of understanding in advance the design's behavior in real working conditions, to detect potential problems and correct them before prototyping, tooling and production.

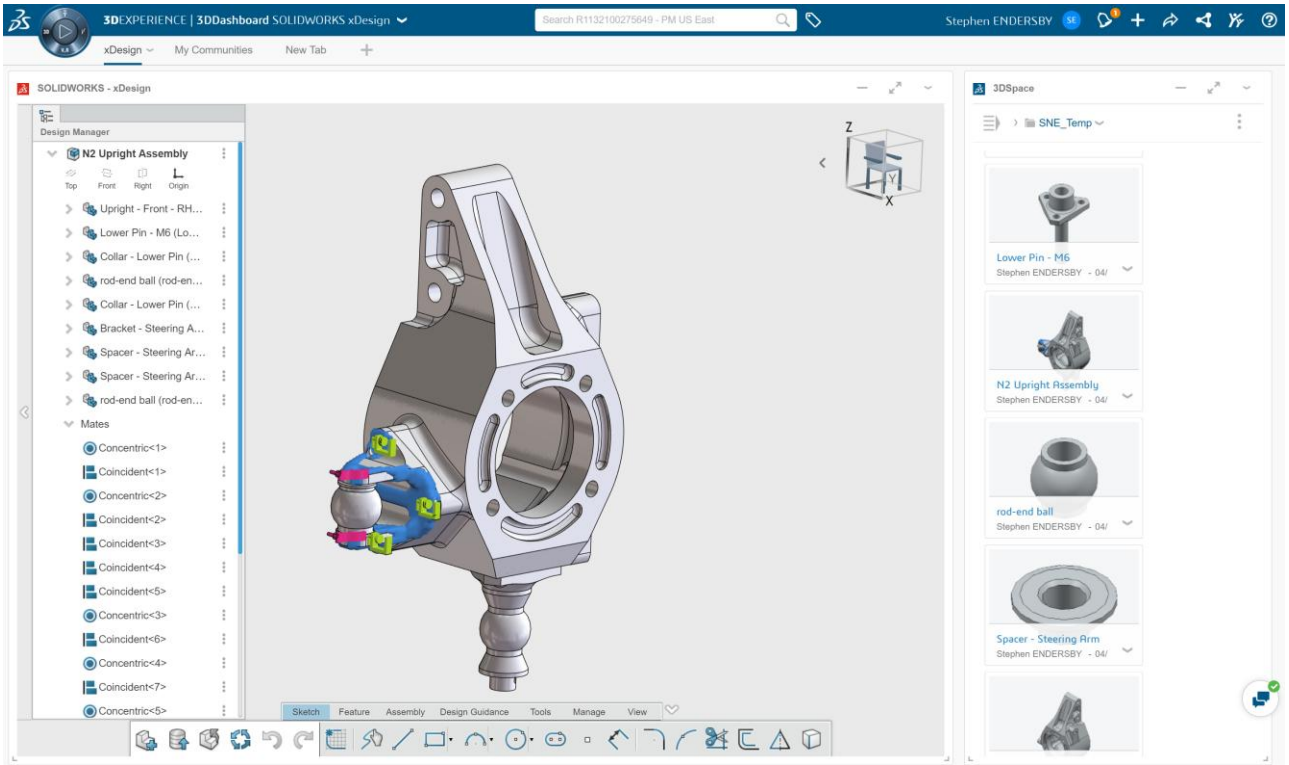


Figure 1. SOLIDWORKS xDesign web-based interface

Another AI-driven software platform is Exalead OnePart, also developed by Dassault Systemes. OnePart is able to recognize similarities in different models and check if a component of the 3D model is duplicated. The tool can be very useful, especially in cases of company reorganizations, mergers, global projects and innovations, as the platform provides a set of applications for classifying company assets, identifying main parts for reuse. Also, the layout ensures that the component being modeled is new and non-existing, i.e. it does not recreate a part that already exists in the library of standard components and products, which itself contains a large number of components for different purposes with a wide variety of parameters. The tool also allows the operator to find and use pre-existing digital part models, 2D and 3D design solutions and related product and manufacturing documentation to minimize duplication.

2. Classification of automated engineering systems with Artificial Intelligence implemented in industrial production.

At this stage, numerous CAD/CAM/CAE systems have been introduced, which serve different functional areas of the activity of the teams engaged in the process of designing products of varying complexity. Some of the most used software products for computer engineering analysis and design will be presented.

1. Software products of Allplan Deutschland GmbH, Germany[6]:
   - Allplan Engineering - integrated BIM/CAD software for construction design;
   - Allplan Architecture - object-oriented BIM / CAD software for designing all types of buildings.
2. Products of Altium, USA[7]:
   - Altium Designer - CAD / EDA product for designing electronic circuits, embedded software, simulations, printed circuit boards.
3. Products of Autodesk, USA[8,9]:

- AutoCAD 2018 – a popular product for 2D and 3D design and construction on a global scale. The program offers innovations to help design and document more efficiently and enables more secure, accurate and seamless sharing of designs and drawings.
- AutoCAD LT 2018 – 2D drafting and detailing software with a focus on continuously increasing productivity. Its comprehensive set of tools allows you to accurately and efficiently create, modify and share drawings. Using the original DWG file format ensures stability and compatibility when communicating with clients and colleagues.
- Autodesk AutoCAD Architecture 2018 - specialized software for architects. It includes all the functionality of standard 3D AutoCAD and adds purpose-built architectural design tools that automate repetitive tasks and speed up the workflow. The DWG file format ensures seamless communication with colleagues and teams. Included visualization tools help with realistic presentation and earlier project approval.
- AutoCAD MEP 2018 - specialized CAD software for creating drawings in the plumbing, electrical and HVAC department. It automates repetitive tasks by allowing engineers to create accurate documentation faster and communicate seamlessly with colleagues thanks to the DWG format.
- Advance Steel 2018 – a specialized product for structural design. Enables the creation of precise Building Information Modeling (BIM) models and drawings of steel structures with the integrated libraries and tools. Works as an upgrade on AutoCAD. Version 2018 also includes AutoCAD 2018.
- Autodesk Revit – includes 3 modules with functionalities for architecture, building installations and structures:
- Autodesk Revit Architecture 2018 module - a building information modeling (BIM) solution for architects, providing integrated tools for building design and analysis. It displays every specification, drawing, 2D and 3D view from the same database, automatically coordinating changes across all stages of project development and delivery. It helps to make more informed decisions in the early stages of the project.
- Autodesk Revit MEP 2018 module - solution for creating building information models (BIM) for plumbing, electrical and HVAC engineers. Provides special tools for design and analysis of building installations.
- Autodesk Revit Structure 2018 module - BIM-based structural design solution that provides purpose-built tools for structural design, analysis and documentation. BIM work helps coordination of drawings, reduces errors and improves collaboration between the engineering and architectural team.
- Autodesk Revit 2017 includes Revit Architecture, Revit MEP and Revit Structure, being sold as one common product for all specialties.
- Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2018 - professional software for calculating building structures of all kinds. It offers functionality for thousands of analyses, both static and dynamic, earthquake and high wind resistance analysis.
- AutoCAD Plant 3D 2018 - 3D software for designing, modeling and documenting plant processes and industrial facilities (pipelines, equipment, supporting structures and other components of plants, industrial buildings and treatment plants).
- Autodesk ReCap 2018 - software for processing data from laser scanning and bringing them into a digital CAD or BIM environment for basis and refinement in other specialized design software for renovation, reconstruction and rehabilitation projects.
- Autodesk Navisworks Simulate 2018 - combines project data from various specialists, created including BIM and digital prototypes (DP) into one integrated model, which allows analyzing and visualizing the project, as well as simulating the construction processes for timely detection of errors.

- Autodesk Navisworks Manage 2018 - includes tools for project review and more effective communication that allow combining multidisciplinary design data created including with BIM or digital prototypes. It helps to detect discrepancies before the construction stage, which reduces the cost and time of project rework.
- AutoCAD Mechanical 2018 – It includes all the features of AutoCAD as well as comprehensive tools for automating mechanical engineering tasks such as generating machine elements, dimensioning and providing BOMs. AutoCAD Mechanical has a library of over 700,000 standard elements, supports multiple international drawing standards, and allows users to detail and document digital prototypes created with Autodesk Inventor. AutoCAD Mechanical makes engineers more competitive by helping them save hours of effort that they can use to innovate instead of drafting. AutoCAD Mechanical for mechanical design offers its users up to 70% faster work compared to AutoCAD.
- AutoCAD Electrical 2018 – a specialized version of AutoCAD created specifically for electrical engineering and automation, AutoCAD Electrical includes all AutoCAD tools, plus a complete set of CAD functionality for electrical design. Extensive libraries of ready-made elements and tools for automating electrical engineering and automation tasks help save hours of effort so electrical engineers can spend more time innovating.
- Autodesk Inventor Professional 2018 – 3D parametric modeling tool. The only product on the market that has 100% guaranteed interconnection with 2D drawings in original DWG format. Enables the creation of a complete digital prototype, allowing the machine to be tested and optimized before it is manufactured. Inventor provides a huge set of tools to easily design in 3D, eliminate errors and optimize machines and parts. Provides users with tools to perform dynamic simulations, place cables, routes and pneumatics in 3D, and create and test instrumentation. With its capabilities, Inventor allows you to be more efficient, reduce the occurrence of errors and create innovative projects many times faster.
- Autodesk Fusion 360 - a cloud-based platform for 3D CAD, CAM and CAE design of machines and products. Fusion 360 combines mechanical design capabilities, simulations, tools to improve team collaboration (collaboration), as well as the ability to prepare elements for work with CNC machines. Fusion 360 runs in an iOS environment for Mac and Windows PC allowing the use of the customer's preferred operating system. Fusion 360™ is part of Autodesk's family of products for machine and product design and one of the core products in the Product Design Collection software suite.
- Autodesk Vault Family 2018 – Vault series products serve to support work within the design team as well as between separate groups of designers. Autodesk Vault works directly from Autodesk applications such as AutoCAD and Inventor and enables engineering data to be securely stored, shared and exchanged, save previous versions, approve changes and much more.
- Autodesk Nastran In-CAD 2018 – is a finite element simulation module built into your CAD software. Borrowed from Autodesk Nastran® Solver, this product offers users multiple analysis capabilities, such as linear and nonlinear stress, dynamic simulations, and heat transfer. The product is available through network licensing, providing its users with a seamless experience, eliminating the need for multiple separate simulation software. It provides high-quality simulations in a CAD environment so that you can test and create excellent products.
- Autodesk Inventor HSM is a solution that works as a complement to Inventor Professional software and provides users with an integrated CAM system with 2.5 and 5-axis machining for CNC machining.
- Autodesk Alias 2018 – a product tailored for mechanical engineering and product design. Alias is used by 99% of all automotive manufacturers to create complex surfaces and shapes. In mechanical engineering, this program combines well with the Inventor parametric model and is used to create models that are difficult to model using traditional methods, such as propellers, screws, spirals, etc.
- Autodesk Moldflow 2018 – Specialized plastic product simulation software that is part of Autodesk's digital prototyping solution. This software offers tools that help plastic manufacturers test,

optimize and validate their products and related manufacturing processes. Many companies use Autodesk Moldflow Adviser and Autodesk Moldflow Insight to reduce the need for costly prototypes, reduce the risk of potential manufacturing defects, and generally shorten the manufacturing process and time-to-market for their products.

- Autodesk CFD 2018 – Specialized software for fluid simulations – heat exchange, flows, eddies, etc. It is suitable for use by designers in their daily work, with a menu in the familiar environment of AutoCAD and Inventor. Autodesk CFD offers the ability to perform calculations both on a local computer and in the Autodesk cloud space. Works with models from all 3D CAD formats.

4. Autodesk Manufacturing products providing efficient control of a wide range of NC machines - lathes, 2-5 axis milling centers, thread erosion machines, Swiss type lathes, robots[9]:

- PowerMILL – a high-end control system for NC milling machines.
- FeatureCAM – control of milling, turning, turn-milling and wire erosion machines.
- PowerSHAPE – a system for modeling surface and solid geometric objects.
- PowerINSPECT – product for inspection of parts and equipment.
- ArtCAM – system for modeling and production of artistic forms.

5. Products of Bentley Systems, USA[10]:

- MicroStation (MicroStation, MicroStation PowerDraft, Bentley View) - one of the world's most widespread solutions for 3D CAD/GIS infrastructure design.

6. Products of Dassault Systemes, France[12]:

- CATIA - high-end engineering solutions for 3D design and production. They allow users to simulate the entire cycle of industrial process modeling, from initial ideation through product design to virtual assembly.
- 3DEXPERIENCE - an engineering and business platform for managing development and production projects. Provides access to project information through regulations for all project participants (designers, technologists responsible for production, economists, project managers), as well as centralized storage and controlled management of information.
- SIMULIA - high class simulations.
- ENOVIA - product life cycle management.
- DELMIA - production management.

7. Products of Dassault Systemes Solidworks Corp., USA[12]:

- SOLIDWORKS - SOLIDWORKS CAD solutions cover all aspects of the product development process with a seamless, integrated workflow – design, verification, communication and data management. The main SOLIDWORKS software applications are the following:

PRODUCT DATA MANAGEMENT (PDM): Enables easy retrieval and redirection of files, parts and drawings, automating workflow and ensuring production with the correct version of tech. product data.

ELECTRICAL DESIGN: Combines the electrical schematic functionality of SOLIDWORKS Electrical Schematic with the 3D design capabilities of SOLIDWORKS Electrical 3D.

SIMULATION: Enables simulation of different real-world environments for pre-production product testing in the program's virtual environment.

3D EXPERIENCE: SOLIDWORKS Mechanical Conceptual makes conceptual design your business advantage. Innovation in an intuitive, powerful modeling environment that enables design freedom.

8. Products of EPLAN Software & Service GmbH & Co:

- EPLAN Electric P8 - electro technical CAD system for drawing schemes in electrical design and automation. The product covers all the needs of the electrical designer when preparing technical and installation documentation. With the program, schemes can be prepared through numerous automated functions, it has large arrays of macros and technical information for products included in such projects.

9. HCL Technologies Products:

- CAMWorks – a fully integrated SOLIDWORKS CAM system for managing all types of metal-cutting NC machines.

10. SIEMENS PLM Software Products:

- NX - high-end CAD/CAE/CAM solution for 3D modeling, engineering analysis, control of CNC and CMM machines. NX covers and accelerates the entire end-to-end product creation and manufacturing process chain - design, engineering and system engineering, construction, FEM/FEA simulation and optimization, production drawings, technical preparation, off-line programming of CNC machines, measuring procedures and robotic manufacturing.
- NX CAM2PART & MOLD - the comprehensive part machining solution, including CNC and robot programming, machining simulation and CNC program validation, direct machine shop control (DNC) and integrated metrology control.
- Solid Edge - provides 3D CAD/CAE/PDM technologies for product design: convergent modeling, reverse engineering, integrated fluid analysis, 3D printing tools. Synchronous technology for direct editing of own and external models. Solid Edge ST10 has built-in Product Data Management (PDM) as well as Cloud collaboration.
- Tecnomatix - software for simulation and management of production processes and robot programming. A comprehensive portfolio of digital manufacturing solutions enabling the synchronization of product engineering, production engineering and manufacturing.
- Teamcenter - a software platform for business digitization in manufacturing enterprises. Teamcenter centralizes the management of product data, manages team collaboration and automates processes throughout the product life cycle - from conceptual idea, through design, technical preparation to service and material recycling.
- SIMCENTER 3D - provides a unified, scalable, open and extensible environment for 3D CAE simulations and engineering analysis with links to design, simulation, testing and data management. Simcenter accelerates the simulation process by combining best-in-class associative geometric modeling tools with a wide range of FEM/FEA/CFD simulations. It helps engineers use the available 3D CAD geometry to quickly prepare the analysis. The unique control architecture in Simcenter 3D enables more efficient creation, assembly and management of large models, even with 3D details from multiple CAD systems, incl. CATIA, SOLIDWORKS, PRO-E/CREO, INVENTOR, STEP and IGES.
- PROCESS/TOOL SIMULATION PORTFOLIO - working independently or integrated with Solid Edge, NX, Catia, SolidWorks, PTC and other CAD solutions, these products extend the scope of engineering automation beyond the typical boundaries of CAD/CAM/CAE and ensure the most important competitive advantages for a manufacturing company: shorter time to order realization; lower cost of production; higher quality and reliability.

11. Products of Vectorworks, Inc., USA:

- Vectorworks Fundamentals - a basic CAD package that provides excellent 2D and 3D modeling capabilities combined with an intuitive and easy-to-use interface.
- Vectorworks Designer - gives the freedom to design without the need for additional applications. The program provides a competitive advantage by offering a large set of modeling tools in one intuitive interface.
- Vectorworks Architect - software for designers, architects and planners that provides creative freedom throughout the entire process – from idea/sketch to full Digital Building Model (BIM). Unlimited 2D and 3D modeling is complemented by solid BIM functionality, excellent documentation and a variety of smart tools, such as the world-renowned Parasolid 3D and Cinema 4D.

12. Systems for Engineering Analysis (CAE) of Autodesk, USA:

- Autodesk Robot Structural Analysis Professional - software for static and dynamic analyzes of building structures using the finite element method, dimensioning, construction, detailing and generation of drawings and reports. It offers engineers tools for in-depth BIM analysis and design, to

more easily understand the mode of operation of various structures and to verify compliance codes. The product uses BIM technology and supports a two-way connection with Autodesk Revit.

13. Technologies for additive manufacturing and 3D printing of 3D SYSTEMS[15]:

- ProX - production and professional 3D printers offer the advantages of additive technology for the production of a wide range of functional prototypes, spare parts, small and medium series plastic parts, dental and surgical products and more. The possibilities of 3D printing in metal, with hard, thermoplastic plastics and elastomers offer a real alternative to manufacturers looking for competitiveness. ProX Direct Metal Printing 3D printers produce metal parts and assemblies with high precision and high metal density (96% - 100%) from a wide range of metal powders with proven mechanical properties. The ProX DMP 100, 200 and 300 printers include the most flexible parameter control settings in the industry. The ProX DMP 320 completes the range of metal printers with capabilities to build large models,

Creaform 3D scanners – for reverse engineering and inspection

Stratasys 3D printers - serving conceptual design, prototyping and direct manufacturing based on FDM and PolyJet technologies.

Conclusion

The analysis made of the listed products for computer-engineering analysis and design gives reason to summarize that the various CAD/CAM/CAE products provide diverse management databases, system and application software, and successfully combine with artificial intelligence technologies, being uses the ability of the latter to analyze the results of previous actions and thus adapt their behavior to the extent of autonomous work.

References

1. Antonov S.I., Izsledvane na prilozhenieto na CAD/CAM/CAE sistemite i tehnologiite za barzo prototipirane pri proektiraneto na komponenti na tehnicheskite sistemi, Shumen, 2021., ISBN 978-619-7531-31-2;
2. Petrova T., Petrov Z., Visualization of Objects in Computer Tomography, 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH), 2022, pp. 1-4, ISBN 978-166543778-3 doi: 10.1109/INFOTEH53737.2022.9751325;
3. A Roadmap to Industry 4.0: Smart Production, Sharp Business and Sustainable Development, ISBN 978-3-030-14543-9 ISBN 978-3-030-14544-6 (eBook) Ng, Kok Weng & Poynting, Simon. (1995). Artificial Intelligence in CAD/CAM;
4. Brad Williamson, SOLIDWORKS xDesign: An Elegant Way to Work; 2019, Available at: https://blogs.solidworks.com/solidworksblog/2019/03/solidworks-xdesign-an-elegant-way-to-work.html accessed on 30 August 2023;
5. Ng, Kok Weng & Poynting, Simon. Artificial Intelligence in CAD/CAM, 1995;
6. https://www.allplan.com/en/;
7. https://www.altium.com/;
8. https://www.autodesk.eu/;
9. https://www.autodesk.com/solutions/manufacturing;
10. https://www.bentley.com/en;
11. https://www.3ds.com/;
12. https://www.solidworks.com/sw/globalsites.htm;
13. http://www.espritcam.com/;
14. https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/;
15. https://www.3dsystems.com/.

ANALISYS AND PERSPECTIVE ON UNMANNED AERIAL SYSTEMS FOR RECONNAISANCE AND MILITARY OPERATIONS

Toni B. Borisov, Dimitar I. Raev

Departament of Armament and Computer Aided Design, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University „V. Levski", Shumen, Bulgaria, toniborisov2000@gmail.com, divanovraev@gmail.com

***Abstract**: Unmanned aerial systems have transformed the fields of reconnaissance and military operations through their advent. New perspectives and capabilities are offered by the advanced technologies in gathering intelligence, conducting surveillance, and executing tactical operations safely. Unmanned aerial systems for reconnaissance and military use have been the focus of this report, which explores their history and future prospects.*

***Keywords**: unmanned, aerial, system, future, military*

Introduction

Unmanned Aerial Systems are an integral part of modern defense and security as armies compete to implement advanced technologies in modern warfare. UAS are high-tech, intelligent machines capable of traveling by air without a human crew on board. Thanks to advanced computing, sensing, and electronic technologies and mechanical design, UAS are versatile machines able to maneuver in diverse, and sometimes dangerous, environments [3]. Unmanned aerial systems (UAS), which are revolutionizing military operations and reconnaissance, stand out by enabling armies to fly without a crew.

This report seeks to thoroughly analyze the applications of unmanned aerial systems within the context of reconnaissance and military operations. A detailed look at technology improvements, advantages, obstacles, and future chances reveals the probable future of UAS technology.

Historical Overview of the Aerial Systems

Throughout history, humans have been fascinated by the notion of flight, with proposals and attempts abounding since ancient times. Across centuries, a recurring theme of the pursuit of flight has been interwoven, beginning with Dedal and Icarus' tales and continuing through the accomplishments of Leonardo da Vinci and the Montgolfier brothers. Starting with lighter-than-air balloons and advancing to heavier-than-air machines, the evolution of flight has been carefully recorded [2].

Among UAS and other unpiloted devices, there has been a notable convergence. Efficiency comparisons between manned and unmanned aircraft can be made through military conflicts. UAS evolution can be directly linked to technological innovations and improved design features.

By altering their structure and operation, UASs have gained fresh applications and capacities. Different names, including drones, RPVs, UCAVs, and MAVs, were assigned to them at different points in history.

The term drone has been used since the early days of aviation, being applied to remotely flown target aircraft used for practice firing of a battleship's guns, such as the 1920s Fairey Queen and 1930s De Havilland Queen Bee. Later examples included the Airspeed Queen Wasp and Miles Queen Martinet, before their ultimate replacement by the GAF Jindivik. The term remains in common use [4].

Through focused reference sources, we gain a better understanding of the pivotal moments that shaped drone technology. From there, the use of unmanned balloons by the Austrians in 1849 and Nikola Tesla's idea of remote-controlled balloons in 1900 round out this list. Archibald Montgomery Low initiated the first substantial trial of an unmanned aircraft in 1916 through his "aerial target" [2].

Throughout the interwar years, advancements in UAS technology flourished, with notable examples including Reggie Denny's creations from the same period, showcasing the progression of target drones at this time.

World War II witnessed the utilization of drones for offensive actions through the employment of aircraft like the German Fi-103 (V1) cruise missiles and the American TDR-1.

After World War II, drones found application in fields like science, warfare, and espionage through their use of unmanned aerial systems. These notable instances involve the Northrop P-61 Black Widow (1946), the Teledyne Ryan Firebee type I (1951), and the Northrop P-61 Black Widow (1946), Firebee type I (1951), and SD-1 Observer (1955) [2].

The genesis of the Lone Eagle/Compass Arrow endeavor in 1966 served as an important landmark in the history of UAS technology, culminating in the realization of the sophisticated D-21 reconnaissance UAS. With US Air Force operations in North Vietnam, there was an increase in UAS employment during wartime, specifically for reconnaissance purposes [2].

From humble beginnings through gradual growth, UASs have reached today's sophisticated technological level. Efficiently addressing diverse tasks through cutting-edge tech, user-friendly designs, and optimized performance parameters, uncrewed aircraft systems are becoming increasingly vital in numerous industries.

Unmanned Aerial Systems and Autonomous Aerial Systems Nowadays

Within the realm of UAS, there exists an assortment of planes differing in scale, layout, and application. These tiny drones have been engineered specifically for gathering information in cramped surroundings like those found in urban centers. Their diminutive dimensions facilitating their ability to collect data without detection. Advanced sensors give these specialized drones an edge when conducting military operations by offering real-time situational intelligence while also allowing them to transport offensive tools like guns or rockets for pinpoint target strikes. Expansive coverage of areas is made possible by strategic UAS equipped with advanced sensors and payloads.

The Benefits of UAS in Military Applications: Military ops have been transformed thanks to uncrewed airborne vehicles, or drones. Their distinct qualities have made them popular among soldiers:

- **Remote Operations:** Remote operation reduces danger to humans in hazardous or volatile environment.
- **Persistent Surveillance:** Situationally aware and able to take knowledgeable actions thanks to uninterrupted monitoring provided by Unmanned Aerial Systems (UAS).
- **Versatility:** Fitted with different payloads, these airborne systems can accommodate electro-optical/infrared sensors, synthetic aperture radar, and weapons. Operational effectiveness gains significant ground when paired with adaptable capabilities like these.

Recent innovations in aerial platforms have enabled autonomous flying devices that no longer require direct control (Autonomous Aerial Systems - AAS). Integration of state-of-the-art technologies, including AI (Artificial Intelligence), ML (Machine Learning), and sensor fusion has resulted in the flawless execution of assigned duties by this system.

- **Advancements in Autonomy**: Computing power and data processing capabilities enhance AAS's independence by enabling it to perform intricate duties:
- **Sensor Integration:** Sensors such as GPS, radar, Lidar, and cameras allow AAS to acquire current information regarding their immediate environment.
- **Path Planning and Control:** Advanced software enables AAS to navigate without human intervention by generating optimized flight plans for real-time changes.

• **Decision-Making:** By enhancing analytical capabilities through AI and ML, AAS makes better decisions while tailoring operations according to constantly varying mission guidelines.

Military application of UAS AND AAS

Encompassing numerous fields such as target acquisition and striking abilities, force security and replenishment, battle area exploration, jamming and counteraction, recovery endeavors, and preparation and simulation, the range of UAS/AAS military uses is extensive.

• Surveillance and Intelligence Gathering: Of great value for surveillance and intelligence gathering, UAS and AAS excel. With their assistance, you may learn about adversary operations in real time while keeping track of boundaries and conducting surveillance in tough areas. Enhanced situational knowledge via sophisticated sensors, including thermal imaging and multispectral sensoring enables better decision making.

• Target Acquisition and Strike Capabilities: Precision-guided munitions contribute significantly to improved target identification and attack capabilities when integrated into UAS and AAS systems. Aerial platforms provide precise strikes, resulting in fewer noncombatant injuries/deaths. Precision strikes enable prompt reaction times to evolving threats, thereby improving military efficacy and reducing danger to comrades.

• Force Protection and Resupply: Enhanced base and convoy security results from the vigilance afforded by UAS and AAS, which are vital components in maintaining robust defenses. By detecting and tracking hostile entities, they facilitate proactive action. Remote locations or combat areas that would otherwise struggle to receive resupplies might get essential equipment like medicine, bullets, and sustenance thanks to these technologies.

• Battlefield Reconnaissance: Micro UAS and tactical UAS are regularly employed for military intelligence gathering during combat situations. Through their reconnaissance activities, valuable intel on enemy locations, landscape traits, and barriers helps shape successful mission plans and execute them accurately. Accurate and current details give commanders an operational superiority via these methods.

• Electronic Warfare and Countermeasures: With an increased focus on electronic warfare, UAS and AAS have been deployed more extensively. These vehicles might carry gadgets that could hinder hostile radars and communications. Decoy and diversion tactics enable these items to draw enemy fire away from allied troops, heightening their chances of survival and successful completion of missions.

• Search and Rescue: While they are most commonly associated with battlefield situations, UAS and AAS also contribute significantly to rescues. With state-of-the art cameras and thermal imaging capabilities, these systems can identify and monitor those who have gone missing in affected territories or isolated environments. Enhanced efficiency is achieved through their contribution to aerial aid, resulting in quicker response times.

• Training and Simulation: Simulation exercises and military training both rely heavily upon UAS and AAS. Enabling cost-efficient and realistic training environments for aircrews, sensor personnel, and soldiers, they play an integral role. Within a protected space, personnel can perfect mission preparation, collaboration, and military strategies thanks to these platforms.

With UAS, military operations have undergone significant changes across various areas. By offering real time data on enemies' positions, terrain features, and objectives, firstly, they enhance reconnaissance efforts. Secondly, these tools increase situational awareness and target identification. Thirdly, they grant troops more accurate targeting capacity during combat operations. Finally, they offer valuable insights into battlefield dynamics. Conventional aircraft pale by comparison when it comes to cost savings and injury prevention; that is the upshot of deploying UAS technology. Deployment becomes more convenient when speedy and simple methods are employed. Real-time insights are made possible

while keeping operators safe thanks to UAS. Thanks to their versatility, UAS grant military forces the means to swiftly adjust to rapidly evolving conditions.

Probable Future of UAS

Unmanned Aircraft Systems' future can be better understood through the Report to the US Congress. The report thoroughly analyzes diverse aspects, providing an essential understanding of the dynamic nature of the UAS landscape. Understanding the course that UAS technologies are taking requires delving into the key findings and recommendations contained within this report.

The report examines how future military operations may involve various roles and missions for UAS.

The responsibilities range from combat search and rescue, strategic bombing, battle management command and control, suppression and destruction of enemy air defenses, electronic warfare, aerial refueling, and air-to-air combat. An examination illuminates the vast potential of UAS and its impact on the military landscape. The report delves into the following key topics:

• By the Air Force in 2008, the BACN provided critical voice communication and data link relay services during battles. High altitude and long-duration flight capabilities defined their selection for this purpose, as they were chosen for their E-11A and modified RQ-4 Global Hawk aircraft [1].

• A wide array of tasks are covered under the purview of potential UAS roles in forthcoming military operations. A range of tasks are covered by these, including aerial refueling, air-to-air combat, combat search and rescue, strategic bombing, battle management command and control, suppression and destruction of enemy air defenses, and electronic warfare [1].

• To reduce the danger to crewed tankers in distant places, UAS aerial refueling presents an advantageous solution. The MQ-25 Stingray UAS is currently being procured by the Navy for this particular mission [1].

With air-to-air combat in mind, early ideas regarding military UAS focused on their capacity for destruction. With fighter-sized UAS, the Navy aimed to advance light-strike capabilities through its UCLASS program. Programs such as Boeing's Loyal Wingman and the U.S. Air Force's Skyborg involve autonomous combat UAS and crewed counterpart teaming concepts [1].

• Effectively completing combat search and rescue and casualty evacuation missions in hazardous conditions is within the UAS's abilities. Smaller size and greater endurance allow UAS to conduct undetected search missions and shorten personnel recovery times. Operating similarly to crewed rotary-wing aircraft, rotary-wing UAS are ideally suited for certain missions [1].

• In cargo and resupply missions, UAS have been used, including the Marine Corps' deployment of the K-MAX UAS helicopter in Afghanistan. Remote outposts can now rely less on ground convoys thanks to autonomous UAS transporting substantial amounts of cargo and goods [1].

• Allowing for operation in heavily guarded spaces, the next generation of Air Force bombers, including the B-21 Raider, are optionally staffed. Compared to existing strike UAS, these bombers boast a unique set of benefits, including the capacity to transport large payloads over long distances [1].

• To decrease the potential threat to crews, uncrewed platforms for Battle Management and Control will locate the operational crew on the ground or in another aircraft. Altitude plays a role here, allowing certain UAS to increase sensor range and survival capabilities. Few aircraft are needed for the same coverage due to their increased endurance, resulting in higher mission efficiency [1].

Enemy air defenses, crucial to suppression and destruction, can be targeted by UAS. Utilizing many small UAS enables an attacker to surpass defensive systems, resulting in the prioritization of less important objectives by enemies. With their capacity for quick changes in speed and direction as well as extreme G forces, machines are able to perplex and disrupt enemy responses. Employing electronic techniques to seem bigger and scarier to radar and other sensors, UAS can create problems for defenders.

UAVs, thanks to their capacity to interfere with enemy electronics via radios, prove useful as electronic warfare platforms. Electronic warfare requires enough power, which makes expendable UAS more advantageous. With the aid of UAS, the likelihood of adversaries targeting and destroying crewed aircraft is lowered. Although the United States has not openly addressed UAS applications in electronic warfare, the development of cruise missiles implies UAS capacity in this domain.

Conclusion

With modern warfare developing, technological advancements assume paramount importance in defense and security. UAS are game-changers in reconnaissance and military operations. A thorough analysis of technology developments, benefits, obstacles, and future opportunities characterizes this report on UAS applications. Advancements in technology have contributed to the evolution of UAVs into sophisticated unmanned aircraft systems, as revealed by their historical perspective. Remote operations, persistent surveillance, and diverse payload capacities are among the advantages provided by UAS. Autonomous aerial systems (AAS) harness advanced technologies such as artificial intelligence and machine learning to function unattended. Military applications of UAS and AAS include surveillance, target acquisition, force protection, battlefield reconnaissance, electronic warfare, search and rescue, and training. Potential roles include battle management, electronic warfare, aerial refueling, combat operations, strategic bombing, and suppression of air defenses. Through real-time data, cost-effectiveness, heightened security, and adaptability, UAS have transformed military operations. Advancements in UAS technology will allow their transformative abilities during military operations and defense to reach new heights. They are the embodiment of modern warfare's future.

References

1. Hoehn, J. R., Sayler, K. M., & DeVine, M. E. (2022, July 18). Unmanned Aircraft Systems: Roles, Missions, and Future Concepts. Congressional Research Service. https://s3.documentcloud.org/documents/22089315/unmanned-aircraft-systems-roles-missions-and-future-concepts-july-18-2022.pdf;
2. Prisacariu. (2017). The history and the evolution of uavs from the beginning till the 70s. Journal of Defence Resources Management. http://journal.dresmara.ro/issues/volume8_issue1/15_Vasile_PRISACARIU.pdf;
3. Unmanned Autonomous Systems | Degrees & Programs. (n.d.). University of Nevada, Reno. https://www.unr.edu/degrees/minors/unmanned-autonomous-systems;
4. Unmanned aerial vehicle - Wikipedia. (2022, February 1). Unmanned Aerial Vehicle - Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle.

APPROACH FOR DETERMINING THE BALLISTIC CHARACTERISTICS OF THE AMMUNITION

Vanko Ganev, Rosen Lazarov, Yana Dimitrova, Blagovest Bankov

Department "Armament and technology for design", National Military University "Vasil Levski", Shumen, Bulgaria, vvganev@gmail.com[1], poceh_69@abv.bg[2], blagovestbankov@gmail.com[3]

Abstract: *With the development of virtual design and analysis technologies, manufacturers are given the opportunity to explore the impact of various product characteristics and how they would affect the fluid flow around their bodies. This report presents an approach to analyzing the ballistic characteristics of a bullet 7,62x54.*

Keywords: *CAD, CAE, CFD, SolidWorks*

ПОДХОД ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА БАЛИСТИЧНИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА БОЕПРИПАСИТЕ

Ванко Ганев[1], Росен Лазаров[2], Благовест Банков[3]

НВУ „Васил Левски", факултет „Артилерия, ПВО и КИС", катедра ВТП
e-mail: vvganev@gmail.com[1], poceh69@gmail.com[2], blagovest.bankov@gmail.com[3]

Увод

Още в началните години на създаване на софтуерните продукти от семействата на CAD/CAM/CAE системите, те навлизат бързо в машиностроителния сектор, като улесняват значително производствения процес, което пряко взаимодейства с печалбата на дадено предприятие.

Друго предимство пред тези системи е възможността от изграждане на виртуални прототипи на вече съществуващо или бъдещо изделие, които да бъдат изследвани, чрез специализираните софтуерни продукти за инженерен анализ. Това би спомогнало за създаване на нови серии от продукти с променени характеристики, които да подпомогнат евентуалното развитие на предприятието.

Неимоверно системите за проектиране и изследване са навлезли в производството на боеприпаси, с което са се понижили разходите за експериментални физически прототипи, както и времето за разработване на нов продукт.

Цел на разработката

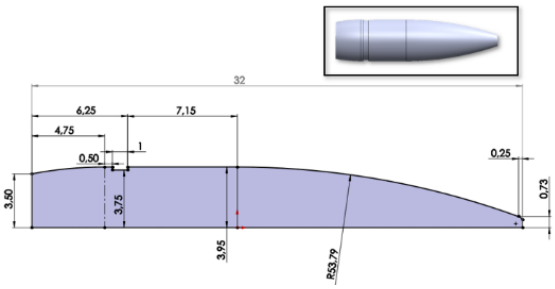
Целта на настоящата работа е да представи подход за анализ на балистични характеристики на боеприпаси във виртуална среда, като бъде използван специализирания програмен продукт SolidWorks.

Изложение

За определяне на балистичните характеристики е необходимо да се създаде CAD модел на проектил, който да бъде изследван на следващ етап.

1. Подготовка на CAD модел

На Фигура 1 е показан създадения виртуален модел на куршум за боеприпас 7,62x54, с неговите геометрични характеристики.

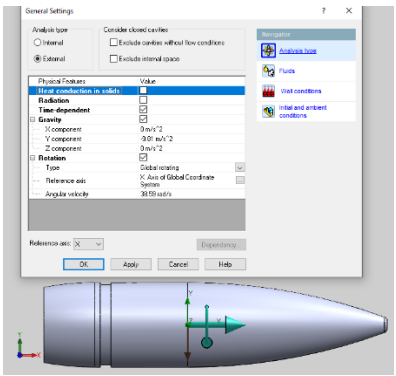


Фигура 1. Модел на куршум 7,62x54

2. Подготовка на CAE модел

За изследването на балистичните характеристики е необходимо да се създаде флуиден анализ (Flow Simulation), в който да бъде изследвано обтичането на флуид по корпуса на боеприпаса.

На Фигура 2. е показана частта, в която се избира вида на анализа и се въвеждат начални параметри за правилно изчисляване на задачата – време на анализа, земно ускорение и ъглова скорост по зададена ос.



Фигура 2. Вид анализ

Ъгловата скорост може да бъде изчислена по формула [1]:

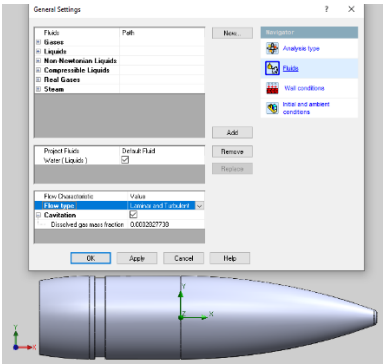
$$\omega = \pi . \frac{V_d}{30.S}, [s^{-1}], \qquad (1)$$

където:

ω_d – ъглова скорост на куршума [s^{-1}];
$\pi = 3{,}14$ – Архимедова константа;
V_d – постъпателна скорост на куршума [m/s];
s – стъпка на нарезите в дулото [m].

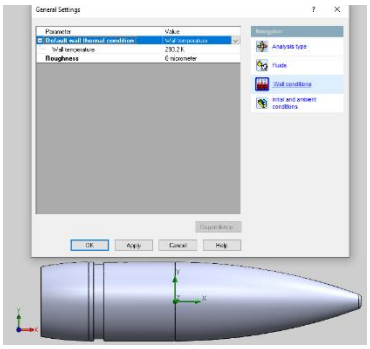
Началната скорост на куршума (V_d), която е приета за анализа е 845 m/s, а стъпката на нарезите в дулото (s) е 0,240 m.

Фигура 3. е показана частта от подготовката, в която се избира желания флуид, в случая ще бъде изследвано поведението на куршума в проникване във вода, и е вписан допълващ параметър за кавитационно число.



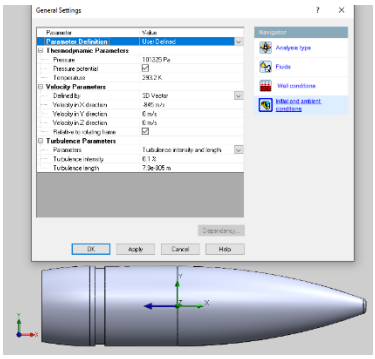
Фигура 3. Избор на флуид

В раздела за условията на стените (Wall conditions) са оставени настройки по подразбиране (Фигура 4.).



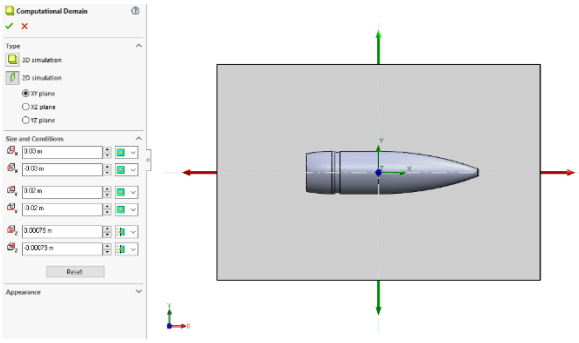
Фигура 4. Условия за граничните стени

В настройките за начални и околни условия (Initial and ambient conditions) са зададени параметри за скоростта на куршума (845 m/s), а останалите стойности са оставени по подразбиране (фФигура 5.).



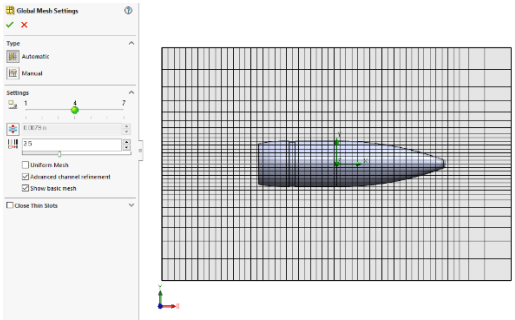
Фигура 5. Начални и околни условия

В частта за създаване на външен работен обем (Фигура 6) е избрана 2D симулация за улесняване на изчисленията, поради наличие на ротационно-симетрична геометрия на боеприпаса, както и са зададени линейните размери на работната площ.



Фигура 6. Работен обем

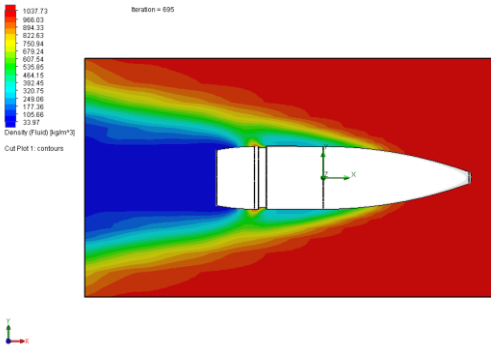
При създаването на мрежа от крайни елементи е избран подхода за сгъстяване на мрежата покрай корпуса на куршума с цел по-точно изчисление на възникналите промени по повърхността му. (Фигура 7.).



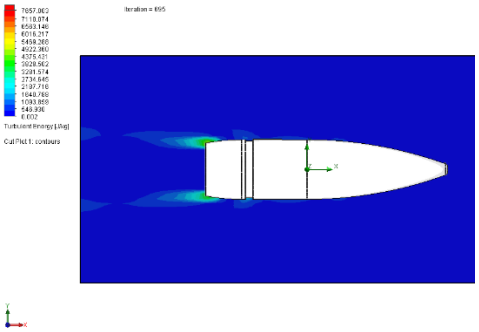
Фигура 7. Мрежа от крайни елементи

3. Резултати от изследването

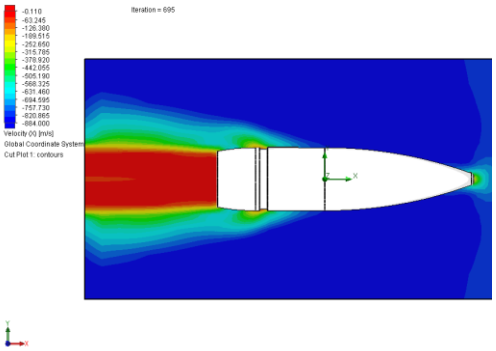
На фигури 8, 9 и 10 са показани резултатите от анализа за плътност на флуида, енергия на завихрянията и скоростите на флуида, и как те са повлияни от конкретните балистични характеристики на боеприпаса.



Фигура 8. Плътност на флуида



Фигура 9: Енергия на завихрянията



Фигура 10. Скорости на флуида

Изводи

С помощта на софтуерните продукти за проектиране и изследване във виртуална среда се дава възможност за бързо обследване на балистичните характеристики, и как те биха въздействали на обтичането на флуида по корпуса на даден проектил, с което се дава добра база за оптимизация на вече съществуващо изделие и подобряване на неговите свойства.

Литература

1. ДИМИТРОВА, Я. Изследване на влиянието на трибологичните характеристики на шумозаглушител върху групираността при стрелба със стрелково оръжие. НВУ “Васил Левски,” 2020.
2. ANTONOV, S., TSONEV, T. Possibilities for automation of designing element of small arms using CAD/CAM/CAE systems. In : International Scientific Conference “Defense and Security.” Shumen, 2016.
3. GANEV, V., DIMITROVA, YA., ANTONOV, S. Fast prototyping in the manufacturing of complex armament parts. In : International Scientific Journal “Security & Future.” Borovec, 2018.

Докладът е в изпълнение на Национална научна програма „Сигурност и отбрана“, приета с РМС № 731 от 21.10.2021 г. и съгласно Споразумение № Д01-74/19.05.2022 г.

ANALYTICAL METHOD FOR DETERMINE HIT POINT COORDINATES IN HORIZONTAL PLANE DEPENDING ON PROJECTILE ANGULAR VELOCITY

Yana D. Dimitrova

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems,
National Military University „Vasil Levski", Shumen, Bulgaria, dimitrovax2yana@gmail.com

***Abstract**: The amendment of hit's point in the target have influence of small arms shots grouping. One of the factors that have influence of the amendment is the projectile's angular velocity. The theoretical researches are important part of small arms elaboration or modernization. At the report is presented a different method of determine the hit point horizontal coordinates in the target.*

***Keywords**: projectile, hit point, horizontal plane*

Introduction

The advancement of technologies for development of special equipment for individual ballistic protection and their more widely usages impose the necessitates of high combat efficiency at weapons systems.

Two of the main indicators for evaluation of combat efficiency at weapons systems are: the shots grouping and accuracy during the shooting.

Under shots grouping is understanding of a weapon system capability to gather the projectile hits point in circle with precise diameter when they hit a given target at the define distance.

One of the factors of the amendment of projectile hit's point coordinate in horizontal plane at the target is the value of projectile angular velocity at the beginning of their flight.

Determination of projectile hit's point coordinate is necessary in the elaboration of new weapons systems or modernization of already existing samples.

The analytical methods for determine the projectile coordinate allows conduction of the theoretical researches. Those researches, in turn, allow improving the skills and knowledge of the studied object while saves unnecessary consumption of an amount of time, means and resources for conducting of empirical researches.

The presented, in this report, analytical method provides an opportunity for theoretical determination of projectile hit's point coordinate in horizontal plane at a Cartesian coordinate system depending on projectile angular velocity combining fundamental dependencies of dynamics, mathematics, physics and ballistics.

Purpose

The purpose of this report is to derive the dependence between the variation of the projectile angular velocity and the hit point coordinate in horizontal plane at the target.

Constraint

For deriving the dependence between the projectile angular velocity and the hit point coordinate in horizontal plane in a Cartesian coordinate system on the target is using the parabolic theory of projectile motion. According to this theory the projectile motion is considered with the following limitations [2, 4]:

- the projectile moves in airless space (there is no air resistance) with constant mass under the impact of gravity force – $q = m.g$ (fig. 1);
- the earth is a flat surface and does not rotate;
- the ground acceleration is constant in value and direction, pointing down the vertical.

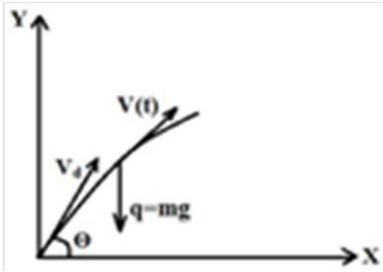


Fig. 1. *Projectile motion under the impact of constant gravity force.*
Θ – ejection angle; V_d – muzzle projectile velocity; $V(t)$ – projectile velocity in function of time; $q = m.g$ – gravity force.

Deriving the dependence between the variation of the projectile angular velocity and the hit points coordinates in horizontal plane at the target

During projectiles elaboration it is taken into consideration that they must have maximum gyroscopic stability which stabilizes their flight [2, 3].

Providing the necessary gyroscopic stability of projectile during their flight it is achieves with certain initial angular velocity. Onto that velocity many factors have influences such as: length and angle of inclination of furrows, initial forward velocity; projectile design parameters and others. These factors depend of design characteristics and the technical condition of weapons systems and ammunition. To accomplishing the purpose of this article those factors are not taken into account at the development of the analytical method.

The projectile, representing symmetrical gyroscope, are rotational body which are rotate around of moment axis passing through immobile and freely chosen point – O. That point most often coincide with the center of the body mass. Through this point can be projected coordinate system in which around hers mutually perpendicular axes is rotating the moment of impulse – L which is directed along the axis of rotation (fig. 2).

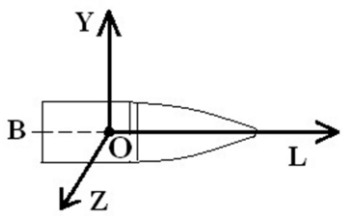


Fig. 2. *Position of the vector of the moment of the impulse in rotation.*
O – immobile point; B – axis of rotating; L – vector of the moment of the impulse in rotation; Y – coordinate axis; Z – coordinate axis.

In order to determine how it is changing the direction of the axis of the rotating projectile, according to the general terms of the dynamics of the rigid body motion, it is necessary to examine how it is changing the direction of the vector of the moment of the impulse in rotation – L.

According to the theoretical mechanics when none external forces act on the vector of the moment of the impulse in rotation, its value is calculated by the formula [1]:

$$L = I.\omega \qquad [\text{kg.m}^2/\text{s}], \tag{1}$$

where: I – moment of inertia of a point mass [kg.m^2];
ω – angular velocity of rotating body (the projectile) [s^{-1}].

To determine the hit point coordinate in horizontal plane except the value of the vector of the moment of the impulse in rotation it is necessary to be determine the alteration of the vector from the tangent to the trajectory.

According to external ballistics, the angle of dynamic equilibrium has the greatest importance on the deviations of hits. This angle is locked between the dynamic axis (the projectile's axis of symmetry) and the projectile's forward velocity vector, which is tangent to the trajectory (figure 3).

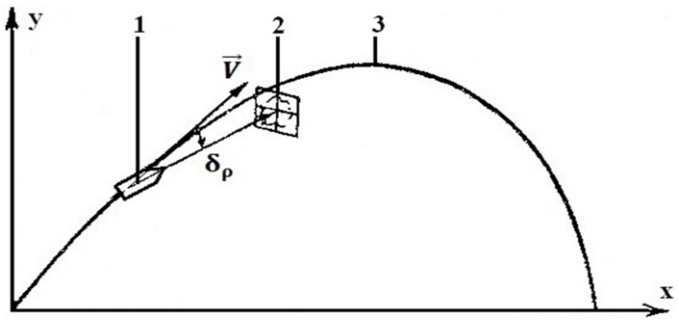


Fig. 3. *Graph of the position of the angle of dynamic equilibrium.*
1 – dynamic axis of the projectile; 2 – target; 3 – trajectory described during the flight of the projectile; $\vec{V}$ – forward velocity vector of the projectile; δ_ρ – angle of dynamic equilibrium.

The angle of dynamic equilibrium is calculated using the formula [2, 3]:

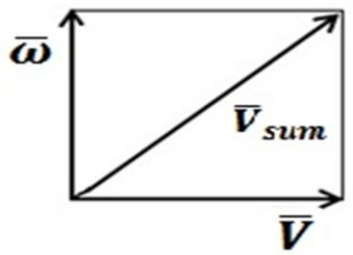
$$\delta_\rho = \frac{2.\alpha}{\beta}.\frac{g.cos\Theta_0}{V} \quad \text{[rad]}, \tag{2}$$

where: α – constant angular velocity during the movement of the projectile along a section of the trajectory [s^{-1}];
β – coefficient of the overturning moment function;
$g = 9.81$ – ground acceleration [m/s^2];
Θ_0 – ejection angle [rad];
V – forward velocity of the projectile [m/s].

The biggest influence on the change of this angle is the velocity of the projectile at the top of the trajectory - V_s, which is calculated by the formula [2, 3]:

$$V_s = V_0.cos\Theta_0 \quad \text{[m/s]}, \tag{3}$$

where: V_0 – forward velocity of the projectile after leaving the barrel of the weapons system [m/s].



Фиг. 4. *Graph of the velocity vectors.*
$\bar{\omega}$ – angular velocity vector; $\bar{V}$ – forward velocity vector; $\bar{V}_{sum}$ – total vector of velocities.

To calculate the constant angular velocity that a projectile has in a certain section of the trajectory - α, according to external ballistics, the formula used is [2, 3]:

$$\alpha = \frac{C.V_{sum}}{2.A} \quad [s^{-1}], \tag{4}$$

where: C – axial moment of inertia [m^4];
V_{sum} – total forward velocity of the projectile [m/s];
A – equatorial moment of inertia [m^4].

In fig. 4. the forward velocity vector and the angular velocity vector are presented, which according to external ballistics and the dynamics of the rigid body motion are perpendicular to each other. According to the general terms of mathematics, their total velocity vector has a magnitude equal to:

$$V_{sum} = \sqrt{\omega^2 + V^2} \quad \text{[m/s]} \tag{5}$$

Axial moment of inertia is calculated by the formula [59, 72]:

$$C = \frac{q}{g}.\zeta.\frac{d^2}{4} \quad [\text{m}^4], \tag{6}$$

where: q – projectile weight [N];
ζ – coefficient of inertia;
d – projectile diameter [m].

Equatorial moment of inertia is calculated by the formula [2, 3]:

$$A = \frac{\pi.d^4}{64} \quad [\text{m}^4], \tag{7}$$

According to the external ballistics coefficient of the overturning moment function – β in the initial section of the trajectory is calculated by the formula [2**Error! Reference source not found.**, 3]:

$$\beta = \frac{d^2.h_c}{g.A}.1000.{V_s}^2.K_m, \tag{8}$$

where: h_c – a notional value that is approximately equal to the distance from the projectile's center of mass to the center of aerodynamic drag [m];
V_s – forward velocity of the projectile at the top of the trajectory [m/s];
K_m – function of the turning moment.
A notional value – h_c is calculated by the formula [2, 3**Error! Reference source not found.**]:

$$h_c = h_1 + 0{,}57.h_{\text{ч}} - 0{,}16.d \quad \text{[m]}, \tag{9}$$

where: h_1 – distance from the center of mass of the projectile to the plane of the base of its front part [m];
$h_{\text{ч}}$ – height of the front part of the projectile [m].

The projectile center of mass it can be determined as the same have been dividing into two parts, which are a cylinder with a cross-section a rectangle and a cone with a cross-section an isosceles triangle. This is explained by the fact that with rotationally symmetrical elements, the center of mass is located on the axis of symmetry of the element. In accordance with this, from the condition for the geometric centroid of the isosceles triangle it follows:

$$m_c = \frac{h_{\text{ч}}}{3} \quad \text{[m]}, \tag{10}$$

where: m_c – geometric centroid of the isosceles triangle [m].

From the condition for the geometric centroid of the rectangle it follows:

$$m_{rc} = \frac{l_{cy}}{2} \quad \text{[m]}, \tag{11}$$

where: m_{rc} – geometric centroid of the rectangle [m];
l_{cy} – height of the cylindrical part of the projectile [m].

The calculation of the general center of mass is carried out according to the formula:

$$x_c = \sum_i^n \frac{x_i}{n} = \frac{m_{rc}+(l_{cy}+m_c)}{2} \quad \text{[m]}, \tag{12}$$

where: x_c – projectile center of mass [m].

Assuming that the vector of the moment of the impulse in rotation – L is directed along the axis of rotation and a polar coordinate system is constructed from it, to determine the variation of hits points on the target, it is necessary to use the formula for switching from a polar coordinate system to a Cartesian:

$$X = [md^2\omega_d].cos.\left[\frac{2.\alpha}{\beta}.\frac{g.cos\Theta_0}{V_s}\right] \quad [\text{m}], \tag{13}$$

where: X – point of the hit on the target horizontal axis in a Cartesian coordinate system [m];

m – projectile mass [kg];

ω_d – projectile muzzle angular velocity [s^{-1}].

Conclusion

The presented method provides different approach for predictive determination of the hit's point in case that the flight of the projectile is not affected by any meteorological factors and those caused of weapon system or ammunition.

By means of the derived method, the deviation of the hit point in the horizontal plane of the target at different projectile angular velocities can be researched.

To assess the adequacy of the method, it is necessary to conduct an empirical study in laboratory conditions. This will provide the ability to derive results for hit points in low disturbance level and approximately uniform weather conditions.

The subsequent processing of the results using the methods of mathematical statistics provides the possibility of making a scientifically based decision about how well the mathematical model describes the real processes.

References

1. Екснер, Г. 2016. Обща физика 1: Механика и молекулна физика за химици. Пловдив: Университетско издателство „Паисий Хилендарски".
2. МНО. 1953. Външна балистика. София: ДВИ.
3. Равдин, И. Ф. 1972. Външна балистика на неуправляемите ракети и снаряди. София: ДВИ.
4. Carlucci D. E., & Jacobson S. S. 2007. Ballistics. Theory and design of guns and ammunitions. N.Y. CRC.
5. Heard B. J. 2008. Handbook of firearms and ballistics. Examining and interpreting forensic evidence. John Wiley & Sons.
6. Lahiri A. 2017. Basic physics. *Principles and concepts.* Fourth revision. I.

Докладът е в изпълнение на Национална научна програма „Сигурност и отбрана", приета с РМС No 731 от 21.10.2021 г. и съгласно Споразумение No Д01-74/19.05.2022 г.

POLYGON TESTS OF THE CHANGE OF THE BALLISTIC CHARACTERISTICS OF AMMUNITION WITH A CHANGED BULLET SHAPE WHEN IT ENCOUNTERS WITH AN ENVIRONMENT OF DIFFERENT DENSITY

Vanko Ganev, Rosen Lazarov, Yana Dimitrova, Blagovest Bankov

Abstract: *When a projectile passes through environments of varying density, processes changing its energy, trajectory and integrity are observed. To determine the phenomena that occur when the bullet meets an environment of different density, it is necessary to develop a methodology that would unify the experiments of this type of tests.*

Keywords: *ballistics, methodology, environments of varying density*

ПОЛИГОННИ ИЗПИТВАНИЯ НА ПРОМЯНАТА НА БАЛИСТИЧНИТЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА БОЕПРИПАСИ С ИЗМЕНЕНА ФОРМА НА КУРШУМА ПРИ СРЕЩАТА МУ СЪС СРЕДА С РАЗЛИЧНА ПЛЪТНОСТ

Ванко Ганев[1], Росен Лазаров[2], Яна Димитрова[3], Благовест Банков[4]

НВУ „Васил Левски", факултет „Артилерия, ПВО и КИС", катедра ВТП
e-mail: vvganev@gmail.com[1], poceh69@gmail.com[2], dimitrovax2yana@gmail.com[3], blagovest.bankov@gmail.com[4]

Балистическите характеристики на боеприпасите с проектили с променена форма, които представляват интерес в настоящото изследване са: началната скорост на проектила, балистическият му коефициент, групираността на стрелбата и рикошетното му действие при среща със среди с различна плътност.

Необходимият минимален брой опитни данни, който трябва да имат групите е 13, като за по-достоверни резултати приемаме да изпълняваме по 20 опита за серия. [1]

1. Обект и условия на изпитването:

Целта на изпитването е: Изследване на влиянието на формата на проектил с променени геометрични и масови характеристики при промяна на плътността на средата, през която преминава, групираността, началната скорост и рикошетното му действие при единична стрелба.

Предназначение и област на приложение: Методиката за изпитание е предназначена за изследване на влиянието на формата на проектил с променени геометрични и масови характе-

ристики върху рикошетното му действие, групираността и началната скорост при единична стрелба.

Обект на изпитването: Обект на изпитването са проектили с променени геометрични и масови характеристики.

Списък на нормативно-техническата документация:

- Наредба за условията и реда за осъществяване на дейностите, свързани с оръжията, боеприпасите, взривните вещества и пиротехническите изделия и контрола над тях във и от въоръжените сили на Република България;
- Правилник за складовете и базите за съхранение, производство, ремонт, разснарядяване и унищожаване на бойни припаси, взривни вещества и барути в БНА – МНО 1982 г.;
- Проверка боя и привеждане на стрелковото оръжие към нормален бой, Цонев Ц. Г., Богданов А. И., Шумен 2006 г.

Подготовка на бойните припаси за изпитването: Проверява се опаковката на бойните припаси. Извършва се темпериране на бойните припаси в помещение с температура – $t = 20° \pm 2°$, в продължение на 24 часа преди извършване на стрелбата.

Подготовка на оръжието за изпитването:

При изпитване на групираността и началната скорост:

- подготвя се за стрелбата станок за балистични изпитвания с балистична цев за стрелба с проектил с променени геометрични и масови характеристики на стрелбищния полигон;
- извършва се почистване на цевта;
- поставя се щит със закрепена на него мишена с размери 1,0 m височина и 1,0 m ширина, на разстояние 100 m от дулния срез на цевта;

При изпитване на рикошетното действие на проектила:

- подготвя се за стрелбата станок за балистични изпитвания с балистична цев за стрелба проектил с променени геометрични и масови характеристики на стрелбищния полигон;
- извършва се почистване на цевта;
- осигурява се неподвижност на станока за балистични изпитвания;
- поставя се щит с размери 1,5 m височина и 1,7 m ширина, на необходимото изчислено разстояние от дулния срез на цевта;
- задава се ъгъл на наклон на цевта, посредством механизма за насочване на станока, след което се застопорява и коригиране на положението му не се извършва до завършване на стрелбата. Стойността на наклона се измерва с ъгломер.

Подготовка на позицията и площадката за изпитването:

Мястото за провеждането на изпитването на групираност и начална скорост да осигурява:

- разполагане на щита на равна хоризонтална площадка с наклон не повече от 2÷3° на височината на очите и внимателно да се хоризонтира и отвесира, без наклон встрани или назад/напред;
- разстояние на стрелбата при проверка на групираността и началната скорост на проектила – 100 m (мерено от дулния срез на цевта до щита с мишената);
- ъгъл на наклон на цевта – 0° спрямо хоризонталната равнина;
- охлаждане на цевта след произвеждане на всяка серия изстрели.

Мястото за провеждането на изпитването на рикошетното действие на проектила да осигурява:

- разполагане на щита вертикално, на разстояние 1÷2 m. по-голямо от разстоянието, изчислено за съприкосновение на проектила със средата с променена плътност, като долния край да се укрепи, против падане при попадения от рикоширали проектили;
- минимално разстояние на стрелбата – 0,5 m, максимално разстояние на стрелбата – 20 m (мерено от дулния срез на цевта);

- ъгъл на наклон на цевта – от 1° до 45° спрямо хоризонталната равнина;

Метеорологични условия на изпитанието чрез стрелба:

Стрелбата да се извършва при благоприятни метеорологични условия (нормални атмосферни условия) – ясно и безветрено време или в закрити стрелбища; температура на околния въздух – 15°÷ 20°; относителна влажност на въздуха 65 ±5%. Ако условията, при които се провежда изследването са различни, същите да бъдат записани в протокола.

Забранява се стрелбата да се извършва при влошена видимост или при скорост на вятъра повече от 5 m/s.

2. Описание на методите за изпитване.

Проверка на външния вид и състоянието на опаковката на бойните припаси (извършва се преди модификацията на формата на проектилите).

Проверява се: външния вид и състояние на кутиите, наличието и правилността на маркировката.

Проверката се извършва по визуален способ в следната последователност:

- проверява се кутията - херметичното затваряне на кутията не трябва да е нарушено;
- извършва се оглед на маркировката на кутията - маркировката трябва да бъде правилна, ясна и четлива; да посочва вида и/или производствените данни на бойните припаси;
- извършва се оглед на защитното (антикорозионно) покритие (емайллак, лак) - защитното покритие трябва да бъде плътно, равномерно и без пропуски.

<u>Допуска се:</u>

- незначително изтриване на маркировката, но позволяващо ясно определяне на вида и/или производствените данни;
- точки от корозия на отделни участъци на места, където е нарушено защитното покритие;
- незначителни механични деформации (смачкване, огъване, хлътване) по корпуса.

<u>Не се допуска:</u>

- липсваща или нарушена маркировка, не позволяваща определяне вида и/или производствените данни;
- корозия с разрушаване на корпуса на кутията;
- значителни механични деформации (смачкване, огъване, хлътване) по кутията, възпрепятстващи или изключващи възможността за използване по предназначение;
- нарушаване херметичността на кутията.

Проверка на външния вид и състояние на бойните припаси

Проверява се:

- външния вид и състояние на бойните припаси;
- наличието и правилността на маркировката;

Проверката се извършва по визуален способ в следната последователност:

- изваждат се бойните припаси от кутията - външната обвивка трябва да бъде без механични повреди.
- извършва се оглед на маркировката и външната обвивка на бойните припаси - маркировката трябва да бъде правилна, ясна и четлива; да посочва вида и/или производствените данни на бойните припаси.
- извършва се оглед на защитното (антикорозионно) покритие (емайллак, лак) - защитното покритие трябва да бъде плътно, равномерно и без пропуски.
- бойните припаси се поставят в щатната опаковка - техническото състояние на бойните припаси трябва да съответства на изискванията за втора категория.

Допуска се:

- незначително изтриване на маркировката, но позволяващо ясно определяне на вида и/или производствените данни;
- незначителни надирания/изтривания /на защитното покритие;
- точки от корозия на отделни участъци от външната обвивка на места, където е нарушено защитното покритие;
- незначителни механични деформации (смачкване, огъване, хлътване) по външната обвивка;

Не се допуска:

- техническото състояние на бойните припаси да не съответства на изискванията за втора категория;
- липсваща или нарушена маркировка, не позволяваща определяне вида и/или производствените данни;
- корозия с разрушаване на външната обвивка на бойните припаси;
- значителни механични деформации (смачкване, огъване, хлътване) по корпуса, възпрепятстващи или изключващи възможността за използване по предназначение на бойните припаси;
- наличие на пукнатини по корпуса;

Проверка на външния вид и състоянието на оръжието

Проверява се:

- външния вид и състоянието на балистичната цев, затвора и станока за балистични изпитвания;
- сигурното закрепване на станока за балистични изпитвания към фундамента.

Изпитване на групираността и началната скорост

Изпитването се извършва с цел проверка за балистичните характеристики на проектилите след промяна на геометричните и масовите им характеристики.

При изпитването се контролира изменението на:

- началната скорост и скоростта на проектилите на разстояние 100 м от дулния срез на цевта;
- координатите точките на попаденията по хоризонталната и вертикалната оси на мишената;

Изпитването се извършва с по 20 изстрела с боеприпаси от всяка модификация на проектила.

Изпитването се извършва в следната последователност:

- изстрелва се една серия от 20 изстрела на единичен огън първо с фабрични боеприпаси и се определя началната скорост и скоростта на проектила на 100 m от дулния срез;
- изстрелва се по една серия от 20 изстрела на единичен огън с различните модификации проектили с променени геометрични и масови характеристики по отделна мишена и се определя началната скорост и скоростта на проектила на 100 m от дулния срез;
- определя се групираността за всяка серия;
- след изстрелване на всяка серия се измерват величините на отклонението на центровете на пробойните на всеки проектил в мишената от координатните оси. Измерването се извършва в милиметри посредством линия. Стойностите на страничните отклонения вляво от вертикалната ос се нанасят в бланката със знак минус, а вдясно – със знак плюс. Стойностите на вертикалните отклонения под хоризонталната ос се нанасят в бланката със знак минус, а над нея – със знак плюс;
- определя се групираността за всяка серия поотделно. Измерват се стойностите на разстоянията между центровете на пробойните в хоризонталната и вертикалната равнини на двете най-отдалечени попадения в милиметри посредством линия. За стойност на групирането се приема по-голямата от измерванията.

Изпитване на рикошетното действие

Изпитването се извършва с цел проверка на рикошетното действие на проектили, след промяна на геометричните и масовите им характеристики. При изпитването се контролира броят проектили рикоширали от повърхността с различна плътност при различни ъгли на падане от 1° до 45° спрямо хоризонталната равнина. Установяват се по броя пробойни върху щита за съответната серия;

Изпитването се извършва с по 20 изстрела с фабрични боеприпаси и с боеприпаси от всяка модификация на проектила.

Изпитването се извършва в следната последователност:

- на поставения на специално изработена основа станок за балистични изпитвания се задава ъгъл на снижение в диапазона 1° до 45° спрямо хоризонталната равнина;
- монтира се устойчиво щитът на разстояние от дулния срез на цевта по-голямо от разстоянието, изчислено за съприкосновение на проектила със средата с променена плътност;
- произвеждат се по една серия от по 20 изстрела на единичен огън първо с фабрични боеприпаси, а после и за всяка подготвена група с различни проектили. Изброяват се и се заграждат попаденията върху щита, записват се в протокола;
- задава се следващ ъгъл на снижение като ъгълът се променя с по 1° след приключване на стрелбата с всички модификации проектили. В диапазона от ъгъла, при който се наблюдават намаляване на броя на рикошетите, до ъгъла при който се наблюдава липса на рикошети, се преминава към промяна на ъгълът от 0,2°;
- при необходимост щитът се премества на разстояние с 1-2 m по-голямо от разстоянието, изчислено за съприкосновение на проектила.

3. Обработка, анализ и оформяне на резултатите от изпитването.

Резултатите се отчитат в протокол от изпитванията, както следва:

- за резултати от началната скорост и скоростта на 100 м от дулния срез на проектила се записват данните отчетени от апаратурата по време на стрелбата;
- броят на отчетените рикошети се записва след всяка серия изстрели за всяка партида и за всеки наклон на цевта.
- координатите на пробойните, отчетени по щита и групираността на серията, в хоризонталната и вертикалната равнини се изчислява за всяка серия поотделно.

За стойност на групирането се приема по-голямата от измерванията.

Стойността на групираността на серията се определя по формулата:

$$X < Y \Rightarrow D_{100} = Y; \qquad (1)$$

$$X > Y \Rightarrow D_{100} = X,$$

Където: D_{100} – стойност на групираността в mm;

$$X = X_{max} - X_{min}; \qquad (2)$$

$$Y = Y_{max} - Y_{min},$$

където: X_i, Y_i, - стойност на отклонението на центровете на пробойните на всеки проектил в мишената от координатните оси преминаващи през центъра на координатната система в mm;

X_{max}, Y_{max} – стойност на максималното отклонение на центровете на пробойните в хоризонталната и вертикалната равнини на мишената от координатната система в mm.

X_{min}, Y_{min} – стойност на минималното отклонение на центровете на пробойните в хоризонталната и вертикалната равнини на мишената от координатната система в mm. [2]

Анализът се извършва след сравняването на резултатите, получени при експериментите за съответната модификация проектил с резултатите за фабричния и за другите модификации на проектили с променени геометрични и масови характеристики.

Литература

1. Ганев, В., Лазаров, Р., Димитрова Я., Банков Б., Анализ на възможностите за промяна формата на куршума на боеприпас 7,62x54 с цел намаляване на рикошетното му действие при среща с водна среда – Научна конференция „Логистиката и обществените системи" – 2023 г., ИК на НВУ „Васил Левски" – ВТ, ISSN 2738-8042, (181-186 стр.)
2. Цонев Ц., Богданов А., Проверка боя и привеждане на стрелковото оръжие към нормален бой, Шумен 2006 г.

Докладът е в изпълнение на Национална научна програма „Сигурност и отбрана", приета с РМС № 731 от 21.10.2021 г. и съгласно Споразумение № Д01-74/19.05.2022 г.

ANALISYS OF INNOVATIVE BALLISTIC PROTECTION MATERIALS AND TECHNOLOGIES

Miroslav Dimitrov*, Conyu Conev**

*[*]National Military University "Vasil Levski", Artillery, AAD and CIS Faculty, (amirodimitrov@abv.bg)**
[**]National Military University "Vasil Levski", Artillery, AAD and CIS Faculty (coni19@abv.bg)

Abstract: *With the invention of newer and better projectiles, it is important for ballistic protection equipment to evolve so it can effectively counter new and improved existing ballistic threats. Such a demanding task requires the implementation of different technologies and new materials in the creation of body armor. The following paper reviews and analyses the feasibility of the implementation of new compounds and technologies in ballistic protection equipment.*

Keywords: *body armor, ballistic protection equipment, new technologies in body armor, body armor materials*

Introduction

Military confrontations have always been a part of human history and in current times seem to peek in severity and intensity. Ukraine and Syria conflicts demonstrate the extensive use of modular protective systems in personnel engaged in different roles on the battlefield. When two opposing forces meet on the battlefield usually, the amount of casualties is determined by the capabilities of the employed ballistic protection equipment. With the invention of new weapons and ammunition with improved penetration capabilities, the threat against body armor is increasing. Threats like the new 6.8 mm: "FURY" round or the 7.62 x 39 hardened steel core penetrator projectiles are especially designed to defeat the currently available solutions for ballistic protection [1], [2], [3]. These new cartridges have a higher penetrative effect achieved by either a hardened penetrator, larger caliber or higher velocities and present a serious threat against body armor. In order to counter the above-mentioned threats protective armor technology is constantly advancing in order to develop better body armor. In the following chapters, different body armor technologies are reviewed: the use of shear thickening fluids in body armor and the use of 3D printed high-density structures. Both technologies claim to provide improved capabilities, lower weight and increased survivability. The following paper analyses the above-mentioned technologies in depth and provides a comprehensive analysis and perspectives for future development.

1. Shear thickening fluids in body armor.

Fiber-based technology is the most advanced and widespread technology for manufacturing ballistic protective materials [5]. However, effort has never stopped in the development of newer and better solutions for ballistic protection. Shear thickening fluid (STF), also known as dilatant fluid, has drawn attention for research for its suitability for ballistic applications. A non-Newtonian fluid is a fluid that does not follow Newton's law of viscosity, that is, it has variable viscosity dependent on stress. In non-Newtonian fluids, viscosity can change when under force to either more liquid or more solid. The STF in body armor behaves like a solid when a projectile, affected by mechanical stress or shear, hits it. When stress is not present, the STF moves like a liquid until an object strikes or agitates it forcefully. Then, it hardens in a few millisec-

onds. This is the opposite of a shear-thinning fluid, like paint, which becomes thinner when it is agitated or shaken. The fluid is a colloid, made of tiny particles suspended in a liquid. The particles repel each other slightly, so they float easily throughout the liquid without clumping together or settling to the bottom [4].

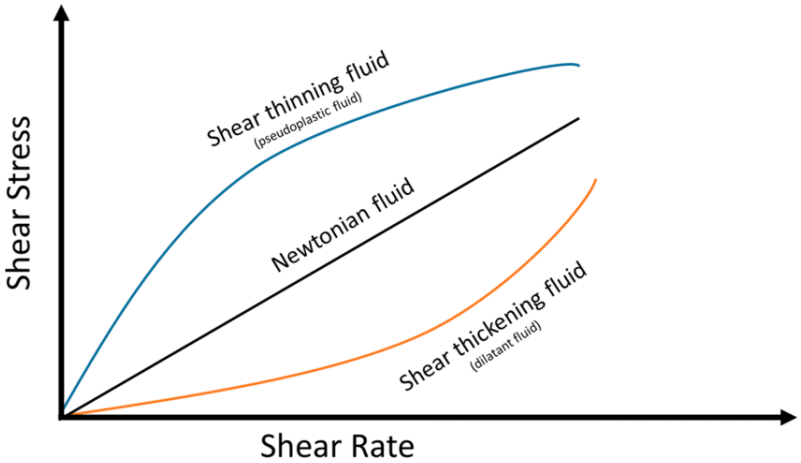


Figure 1. Schematization of shear stress-shear strain plot for Newtonian and Non-Newtonian fluids [6].

However, the energy of a sudden impact overwhelms the repulsive forces between the particles - they stick together, forming masses called hydroclusters. When the energy from the impact dissipates, the particles begin to repel one another again. The hydroclusters fall apart, and the apparently solid substance reverts to a liquid [4]. The fluid used in body armor is made of silica particles suspended in polyethylene glycol. Silica is a component of sand and quartz, and polyethylene glycol is a polymer commonly used in laxatives and lubricants. The silica particles are only a few nanometers in diameter; so many reports describe this fluid as a form of nanotechnology [4].

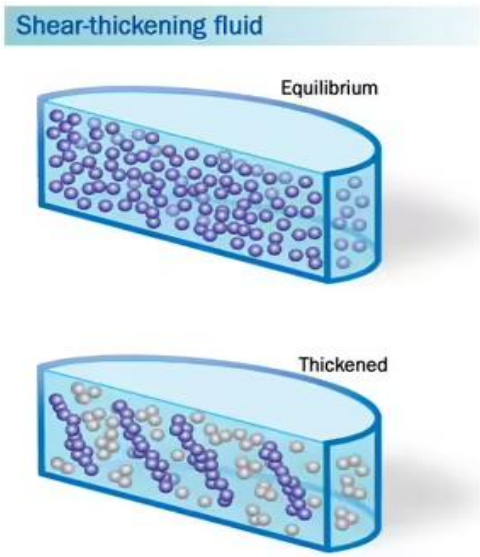


Figure 2. Before impact, the particles in shear-thickening fluid are in a state of equilibrium. After impact, they clump together, forming solid structures. [4].

The fluid used in body armor is made of silica particles suspended in polyethylene glycol. Silica is a component of sand and quartz, and polyethylene glycol is a polymer commonly used in laxatives and lubricants. The silica particles are only a few nanometers in diameter; so many reports describe this fluid as a form of nanotechnology [4]. Another fluid that can also be used to reinforce Kevlar armor is magnetorheological (MR) fluid. Magnetorheological fluids are oils mixed with iron particles. Often, surfactants surround

the particles to protect them and help keep them suspended within the fluid. Typically, the iron particles comprise between 20 and 40 percent of the fluid's volume [4].The particles are tiny, measuring between 3 and 10 microns. However, they have a powerful effect on the fluid's consistency. When exposed to a magnetic field, the particles line up, thickening the fluid dramatically [4]. This gives the advantage of a "soft" body armor when the particles are unaligned and a "hard" armor when a magnetic field is presented, increasing mobility and comfort. The drawback of such technology however is the fact that the armor needs to have a way of "detecting" the incoming impact probably with the use of sensors so that it can harden itself to sustain an impact.

2. Manifacturing (methods) body armor with shear thickening fluids

According to a method envisioned by Lee et al. [10] for the creation of body, armor with STF to increase the ballistic strength of ballistic fabric without sacrificing areal density and flexibility the composite armor is immersed in a viscous solution, which acts between the yarns, increasing friction and shear thickening reaction to shear stress. The preparation scheme of the STF-impregnated composites is presented in Fig 3.

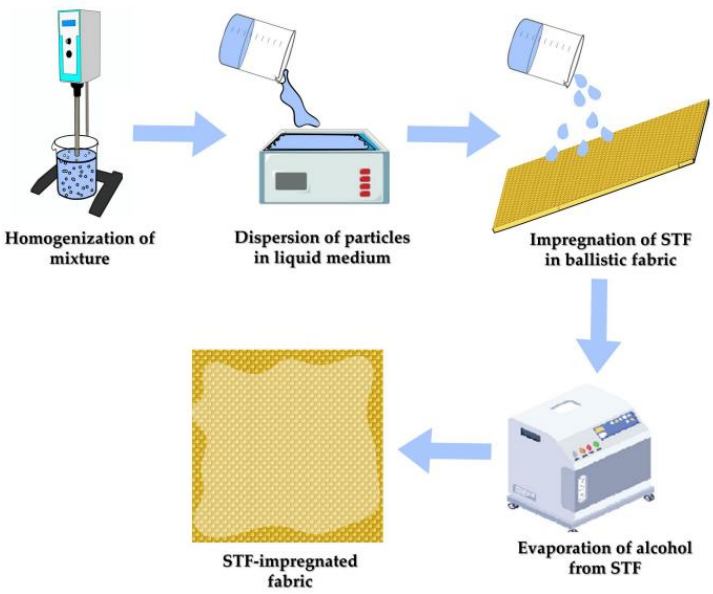


Figure 3. Manifacturing method of body armor with sheer thickening fluid. [10].

Firstly particles are mixed into a dispersing phase, resulting in a homogenous suspension. The viscous fluid is then diluted in alcohol providing serving as a transportation media for better dispersion and uniform impregnation into the intersects of the fabric [10]. After which the fabric is dried until all the alcohol evaporates. The intrinsic properties of the STFs are tunable by varying the dispersing particles from, for example, the spherical silica (SiO2), to polystyrene-ethylacrylate (PSt-EA) and polymethylmethacrylate (PMMA), and the dispersing medium from, for example, ethylene glycol (EG) to polyethylene glycol 200 (PEG200) and polyethylene glycol 600 (PEG600). The use of SFT for ballistic protection is to wet the fibre (eg, Kevlar) body armour thoroughly with the STF, which could allow the wearer flexibility for a normal range of movement yet provide rigidity to distribute the impact and thus resist the piercing projectiles [10].

3. 3D printing in body armor

Another innovation on body armor materials is the use of 3D printed structures and ultra-hard polymers or ceramics. In this method, 3D printers are used to manufacture polymer blocks that are highly comprisable without breaking apart shown in figure 4.

Figure 4. Tubulane-like polymer structures created at Rice University were better able to handle the impact of a bullet than the polymer reference cube at bottom right. The bullet stopped in approximately the second layer of the tubulane structures, with no significant structural damage observed beyond that layer. Bullets fired at the same speed sent cracks through the entire reference cube [11].

The method to produce plastic body armor comprised of 3D printed dense structures that is lightweight but strong. Scientists from the Ajayan Researh Group have discovered that tubulanes could be mimicked as scaled-up, 3D-printed polymer blocks that prove to be better at deflecting projectiles than the same material without holes [12]. The abovementioned structures prove very resilient able to withstand direct hits. Upon computer simulation and testing, it was determined that tubulane blocks manufactured as macroscale polymers prove 10 times better at stopping a projectile than a solid block from the same material [13]. The abovementioned structures benefit from being scale-independent, lightweight but appear bulky in design.

4. 3D printed ceramic armor.

Ceramic is a very high hardness material, which is why it often finds its way into body armor. Ceramic armor is lightweight but hard, provides great protection against projectiles but is difficult to manufacture in the form of complex shapes. Traditional manufacturing of ceramics used for ballistic impact protection is limited by long lead times, inability to fabricate complex geometries and expensive components. Ceramic 3D printing offers engineering-grade components in approximately 90% less time than traditional ceramics manufacturing [14]. 3D-printed parts can have a higher degree of complexity and optimized weight reduction while saving on the cost of the part, because less material is required, 3D printing can also reduce production times [14]. This technology however faces challenges in the creation of ceramic composites. The basic principles of ceramic armor is that the armor stops projectiles by shattering them and therefore reducing their penetrative ability. Important factor in such technology is density. With the use of additive manufacturing technology the armor can be designed in a way that multiple materials can be attached together

into a single armor plate or tile and perform better than if just based on one material alone. For the manufacturing of a complex in shape and composite ceramic plate, a specially designed 3D printer is required. This specialized printer utilizes two syringes containing distinct, viscous ceramic slurries that are connected to a custom-made auger and print head. The printer also needs to have a custom extruder for extruding the different material. This technology offers the possibility to design and create anything including very complex shapes and armor designs. It is more than feasible to print ceramic armor using additive manufacturing technology [8]. The main advantage of 3D manufactured armor is the altering of the shape and size of the scales depending on what part of the body is being covered thus allowing the user to have more protection in areas that require less flexibility and a greater degree of mobility. Additive manufacturing technology provides the option to have a fully custom body armor designed to fit every user [7] and individual preferences, so users can sacrifice flexibility for durability depending on the specific mission requirements [9].

Conclusion

The new technologies and concepts of body armor design provide innovative solutions to personal protection on the battlefield. Sheer-thickening fluid technology combined or rather soaked into Kevlar armor provides enhanced protection against ballistic threats than just using Kevlar alone. There has been some reports on the effectiveness of the STF in body armor, even though the extra weight added to the armor system could hamper the practical application of STF's into personal protective equipment. Another possible downside might be the degradation of such fluids with time thus reducing the protection. Further research needs to be conducted in the fields of fluid longevity and longtime sustainability. 3D printed armor technology is still in its infancy. However, it shows a lot of potential and it has demonstrated some exemplary results. 3D printer armor has its pros in its lightweight and ease of customization, additive manufacturing is easy accessible and with the invention of new and better filaments can someday surpass conventional ballistic protection solutions. Drawbacks of the technology are the bulkier design of the armor plates as they are usually thicker, bigger and require more space. In addition, 3D printed armor is prone to extensive damage and is unable to withstand secondary impact. Further research needs to be conducted in 3D printed materials for the needs of the armed forces. There have been other materials and structures that have been used for ballistic protection. Ballistic protective ceramic armor has found application in increasing the survivability of personnel, vehicles, and assets, primarily in the form of plates. Although such plates are effective, they are not very durable.

References

1. Sporting Arms and Ammunition Manufacturers' Institute, Inc., 09.23.2020., 277 SIG FURY [277 SIG FURY], SAAMI New Cartridge & Chamber. Retrieved from: https://saami.org/wp-content/uploads/2020/11/277-Sig-Public-Introduction-Orig-2020-11-11.pdf., last visited on 05.22.2023.;
2. Todd South, Apr. 20.2022., with an article: Army chooses Sig Sauer to build its Next Generation Squad Weapon., Army times. Retrieved from: https://www.armytimes.com/news/your-army/2022/04/19/army-chooses-sig-sauer-to-build-its-next-generation-squad-weapon/., Last visited on 05.22.2023.;
3. NATO Standardization office (NSO)., September 2016: Procedures for the evaluation and classification of personal armor. Bullet and fragmentation threats. NATO Standard AEP-2920. UNCLASSIFIED;
4. Tracy V. Wilson. September 2022. : How Liquid Body Armor Works. How stuff works. Retrieved from: https://science.howstuffworks.com/liquid-body-armor.htm.Last visited on 05.22.2023.;
5. N. M. Nurazzi, M. R. M. Asyraf, A. Khalina, N. Abdullah, H. A. Aisyah,1 S. Ayu Rafiqah, F. A. Sabaruddin, S. H. Kamarudin, M. N. F. Norrrahim, R. A. Ilyas, and S. M. Sapuan1., Feb

13. 2021., A Review on Natural Fiber Reinforced Polymer Composite for Bullet Proof and Ballistic Applications. Polymers (Basel). 2021 Feb 22;13(4):646. doi: 10.3390/polym13040646. PMID: 33671599; PMCID: PMC7926766.;

6. Rizzo, Francesco and Pinto, Fulvio & Meo, Michele. (2020). Investigation of Silica-Based Shear Thickening Fluid in Enhancing Composite Impact Resistance. Applied Composite Materials. 27. 10.1007/s10443-020-09805-; Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/341159712_Investigation_of_Silica-Based_Shear_Thickening_Fluid_in_Enhancing_Composite_Impact_Resistance., Last visited on 05.22.2023.;
7. Natasha Bernal., 18 June 2019. With an article: Iron Man suits for the military on horizon following creation of 3D printed body armour. The telegraph. Retrieved from: https://www.telegraph.co.uk/technology/2019/06/17/3d-printed-body-armour-developed-ministry defence-raises-hopes/. Last visited on 05.22.2023.;
8. Michael Peckh, July 15, 2019., With an article: How 3D Printed Body Armor Is Useful for Both American Forces and Terrorists., The national Interest., Retrieved from: https://nationalinterest.org/blog/buzz/how-3-d-printed-body-armor-useful-both-american-forces-and-terrorists-67112 ., Last visited on 05.22.2023.;
9. Scott J Grunewald., April. 8, 2015., With an article: US Army is Using 3D Printing to Develop Body Armor Inspired by Fish Scales. 3D print.com. The voice of 3D printing., Retrieved from: https://3dprint.com/56694/scale-inspired-body-armor/., Last visited on 05.22.2023.;
10. Ribeiro M.P., da Silveira PHPM, de Oliveira Braga F, Monteiro S.N., 28 September 2022.With a scientific paper: Fabric Impregnation with Shear Thickening Fluid for Ballistic Armor Polymer Composites: An Updated Overview. Polymers. 2022; 14(20):4357., Retrieved from: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/20/4357., Last visited on 05.22.2023.;
11. Mike Williams., November 13, 2019. Theoretical tubulanes inspire ultrahard polymers. Rice University – News and media relations. Retrieved from: https://news2.rice.edu/2019/11/13/theoretical-tubulanes-inspire-ultrahard-polymers/., Last visited on 05.22.2023.;
12. By E&T editorial staff., November 15, 2019., Researchers in the US have 3D printed lightweight plastic structures that have hardness properties similar to diamond and are capable of enduring the impact of a bullet. E and T engineering and technology. Retrieved from: https://eandt.theiet.org/content/articles/2019/11/researchers-develop-3d-printed-plastic-cubes-that-repel-bullets/., Last visited on 05.22.2023.;
13. Sajadi, S. M., Woellner, C. F., Ramesh, P., Eichmann, S. L., Sun, Q., Boul, P. J., Thaemlitz, C. J., Rahman, M. M., Baughman, R. H., Galvão, D. S., Tiwary, C. S., Ajayan, P. M., 11 November 2019. With a papar titled: 3D Printed Tubulanes as Lightweight Hypervelocity Impact Resistant Structures. Small 2019, 15,1904747. Retrieved from: https://doi.org/10.1002/smll.201904747https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/smll.201904747., Last visited on 05.22.2023.;
14. Jones, Tyrone & Meredith, Christopher & Becker, Benjamin. January 2017. First static and dynamic analysis of 3-D-printed sintered ceramics for body armor applications. American Ceramic Society Bulletin. 96. 36-41. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/311734932_First_static_and_dynamic_analysis_of_3-D-printed_sintered_ceramics_for_body_armor_applications., Last visited on 05.22.2023.

CONSIDERATION REGARDING THE USE OF TAYLOR-VON NEUMANN-SEDOV MODEL ON THE ESTIMATION OF INITIAL BURNED ALUMINUM PERCENTAGE ON THE DETONATION OF SOLID PSEUDO-THERMOBARIC CHARGE

Eugen Trană, Adrian-Nicolae Rotariu, Florina Bucur

Military Technical Academy `Ferdinand I`, 39-49 George Coșbuc Avenue, 050141, Bucharest, Romania; eugen.trana@mta.ro

Abstract: *The energy necessary to generate a particular shock wave can be estimated by the use of different theoretical models build-up on certain sets of data. An operative way to evaluate the energy used to generate a shock wave front in case of atomic bomb detonation is to use the Taylor-von Neumann-Sedov Model which is based on tracking the fire-ball radius over time. However, the application of the mentioned model in case of conventional explosives is limited. Despite this limitation the model still can be used for rough estimation. The present work is an attempt to investigate if pseudo-thermobaric charge detonation can be studied with the use of Taylor-von Neumann-Sedov Model. The goal is to investigate if the aluminum mass that is burned-out in the early stages of detonation can be estimated based on Taylor-von Neumann-Sedov mathematical equations. Due to the model sensitivity has been concluded that small pseudo-thermobaric charges can't be analysis using that particular model.*

Keyword: *pseudo-thermobaric, detonation, aluminum, fire ball*

Introduction

Starting with the World War II the concept of thermobaric ammunition became more and more present in the vocabulary of military personal and ammunition experts. If initially the term referred exclusively to FAEs (fuel-air explosives) ammunition later the concept became wider incorporating gas, liquid and solid charges ammunition. In fact, the solid charges are the newest entry in this category and are based on the addition of reactive metals (aluminum or magnesium) to high explosives charges (HE).

As presented in the literature the main advantage of a thermobaric charge is that compared against a conventional charge, the thermobaric one is able to deliver a higher impulse on a target especially if the target is deployed inside buildings or caves. The efficiency of a thermobaric charge is due the fact that it is able to sustain a long-lasting overpressure even though the overpressure level is inferior to the one delivered by conventional HE charges. The mechanism of delivering the long-lasting overpressure is strongly related with the aerobic or/and anaerobic secondary combustion [1-4].

For solid thermobaric charges the ability to deliver a long-lasting overpressure is directly correlated with the burned quantities of reactive metals (magnesium, aluminum, boron, titanium).

Due to HE detonation, in the case of aluminum based solid thermobaric charges, the rise in the gas products temperature over the 2030°C level will trigger a progressive aluminum burning process that will result in a blast wave strengthening. [5]

On other words the burned aluminum quantity and the kinematics of the burning process will deeply impact the performance characteristics of a given thermobaric aluminum based charge.

Usually, the performance of a solid thermobaric charge is investigated both theoretical and experimental and the results compared against some well known thermobaric explosives like Tritonal (TNT/Al 80/20) [6].

The experimental investigation of the performance characteristic of solid thermobaric charges involves the use of small scale or real scale charges detonated in close chambers and/or open field [79].

In both above mentioned cases the impulse delivered by the charge is usually investigated through the use of pressure gauges (pencils or not) which allows the recording of pressure over time at several distances of the detonation point and thereby the calculus of the delivered impulse. Comparing the calculated impulse with the value expected to be delivered by the HE used in the thermobaric charge one can estimate the amount of the reactive metal that was burned during explosion event [5].

As the literature points out the reactive metal energy is progressively released fueling the shock wave [5, 10] hence one of the reasons for pressure measurements at different locations (distances). However, performing those pressure measurements close to the detonation point can prove to be tricky due to fragments propulsion and high pressure values.

The present work is an attempt to investigate if the quantification of the burned aluminum in the early stages of post-detonation can be made based on the images analysis of the detonation and application of Taylor-von Neumann-Sedov model. The study is performed on a pseudo-thermobaric charge (a cheaper way to build-up a thermobaric charge).

The previously mentioned approach can be of interest since even though Taylor-von Neumann-Sedov model is well applicable in case of nuclear explosion its ability to correctly trace over time the location of the shock wave front generated by a HE charge detonation is limited.

1. Materials and methods

1.1. Theoretical aspects

Once the development of nuclear ammunition became plausible during World War II the interest of authorities in theoretical evaluation of the nuclear ammunition effect prior performing field tests became a pressing issue. As a result both in Europe and USA several scientists were appointed to look into the matter. Thus, at the beginning of 1940`s, almost at the same time, three different researchers came with a similar solution, namely G.I. Taylor (British citizen), J. von Neumann (US citizen), and L.I. Sedov (USSR citizen).

All the three above mentioned researchers, independently, were able to describe through a mathematical relation the evolution in space of a strong shock wave as function of time. For the mathematical relations to be valid two assumptions must be set, namely instantaneously in a small volume a large amount of energy is released, and the overpressure in the shock wave front is much higher than of the surrounding medium. Based on those assumptions and considering the equation of continuity, the momentum equation, and entropy equation the gas parameter behind the shock can be calculated and the shock wave front location (eq.(1) by G.I. Taylor [11] and eq.(2) by L.I. Sedov [12]), also:

$$R = S(\gamma) t^{\frac{2}{5}} E^{\frac{1}{5}} \rho_0^{-\frac{1}{5}} \qquad (1)$$

where: $S(\gamma)$ is a calculated function of γ, γ denotes the ratio of the specific heats of air, t is the time, E indicates the energy released, and ρ_0 points to the atmospheric density;

$$R = \left(\frac{E}{\rho_0}\right)^{\frac{1}{2+\nu}} t^{\frac{2}{2+\nu}} \lambda^* \qquad (2)$$

where: E is a constant ($E=\alpha E_0$), α is constant depending on γ, γ denotes the ratio of the specific heats of air, E_0 indicates the energy released during explosion, ρ_0 points to the atmospheric density, υ is

a constant (υ=3 for spherical blast wave, υ=2 for cylindrical blast wave and υ=1 for planar blast wave), t is the time, and λ^* is a constant (usually λ^*=1).

In regard to the gas parameter behind the shock (considered ideal gas), Rankine-Hugoniot conditions lead to the following mathematical equations:

$$D = \frac{dR}{dt} \quad (3)$$

$$v_1 = \frac{2}{\gamma+1} D \quad (4)$$

$$p_1 = \frac{2}{\gamma+1} \rho_0 D^2 \quad (5)$$

$$\rho_1 = \frac{\gamma+1}{\gamma-1} \rho_0 \quad (6)$$

where: D is the shock wave velocity, γ denotes the ratio of the specific heats of air, ρ_0 points to the atmospheric density, v_1, p_1 and ρ_1 are gas velocity, pressure and density behind shock wave front.

Thus, according to (1) and (2) in certain condition depicted by the mentioned assumptions one can calculate the position of shock wave front as a function of time if the energy of the explosion is known. One the other hand knowing the position of shock wave front for different time values one can estimate the energy released by explosion. The last possibility can be extremely helpful in the cases were a minimum of equipments are available for test field instrumentation.

As presented in [12, 13] the Taylor-von Neumann-Sedov model provides good results in respect to nuclear explosion events. However, as presented in [11] its applicability to HE case is limited.

1.2. Test configuration and test results

The test program involved open space detonation of three pseudo-thermobaric charges. The used charges included 110 grams of RDX based explosive (HITEX plastic explosive containing 91% RDX) with a 1.62 g/cm3 density. The explosive was shaped as cylinder charge (37mm diameter × 65mm height). In addition to the 110 grams HITEX the test charges included 20 grams of aluminum foil wrapped up layer by layer around HITEX cylinder (Figure 1). Aluminum foil thickness was bellow 100 μm.

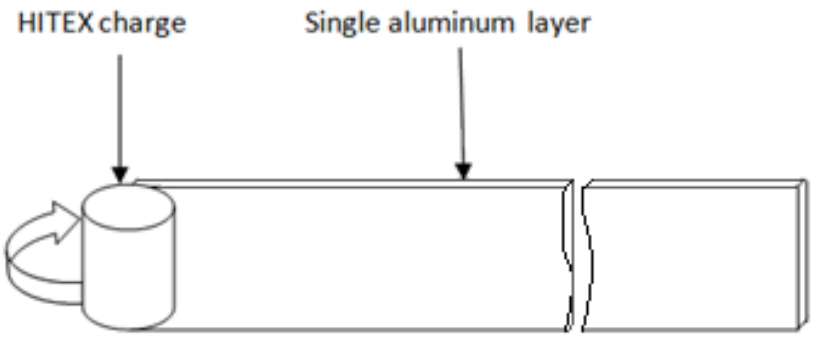


Figure 1. – Test charge schematic

Each charge was hanged by a 2 m height stand and initiated from the top with the use of an electrical blast cap (Figure 2). For pressure and impulse measurements three PCB pressure transducer were placed at 1 m, 2m and 3m away from the charge.

In order to evaluate fire ball dimensions and duration a high speed camera (PHOTRON FASTCAM SA1.1) was employed. The frame rate acquisition was set to 30.000 fps.

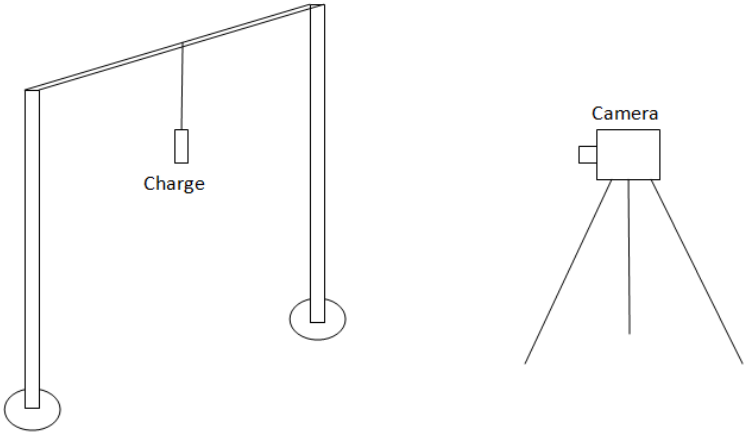


Figure 2. − Experiment set-up

The methodology involved in fire ball dimensions evaluation was based on image processing. Typical example for fire ball dimensions evaluation is depicted in Figure 3..

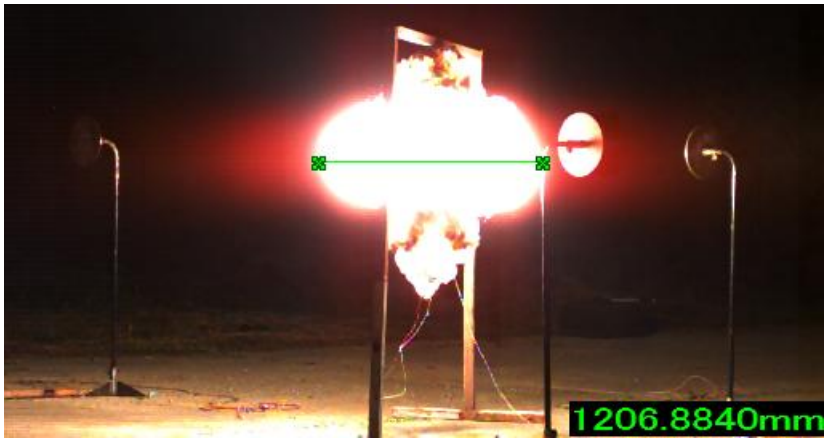


Figure 3. – Typical example of fire ball measurements

The results presented and used for energy calculus refer to blast wave position over time. All experimental measured data are pointed out in Table 1.

Table 1. Experimental results

Time(s)	Fire ball radius (m)			Fire ball average radius (m)
	Test 1	Test 2	Test 3	
0.000033	0.0604	0.0978	0.1164	0.0915
0.000067	0.1684	0.2080	0.2026	0.1930
0.000100	0.2893	0.2978	0.3017	0.2963
0.000133	0.3500	0.3574	0.3663	0.3579
0.000167	0.4362	0.4510	0.4698	0.4523
0.000200	0.5182	0.5319	0.5388	0.5296
0.000233	0.5960	0.6043	0.6034	0.6012
0.000267	0.6521	0.6851	0.6767	0.6713
0.000300	0.7212	0.7404	0.7327	0.7314

2. Results analysis and Discussions

Tracing the position of fireball edge in the early detonation stages is similar with tracing the position of shock wave front as demonstrated before [13, 14].

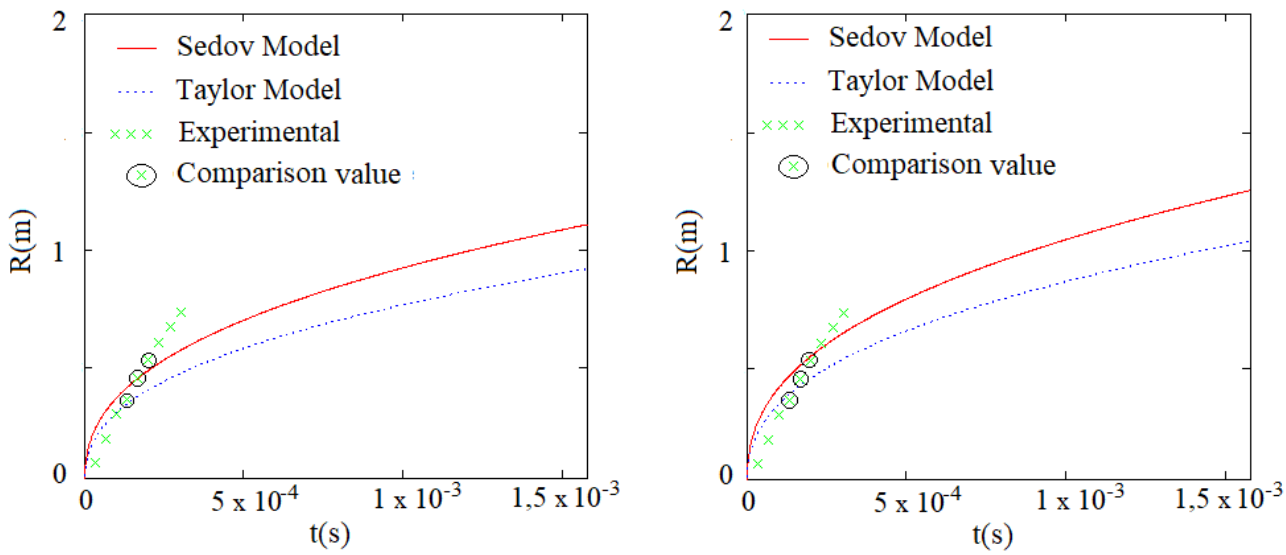
Since Taylor-von Neumann-Sedov model is based on several assumptions as pointed in section 2.1, the comparative analysis between experimental and calculated data will be performed only for those that complies with the formulated hypotheses. Thus, the selected points will refer to the data recorded between 0.000133 and 0.0002 seconds (the lower time limit was selected such that the air mass dislocated by the fire-ball to be almost twice the explosive charge mass, and for the upper time limit the necessity to have at least 10 atm pressure in the shock wave front was the main selection reason). Since no pressure transducers were placed so close to the explosive charge (less than 1m) the estimation of shock wave pressure induced by the HITEX charge (using a TNT equivalency factor of 1.37 [15]) were made by using Kinney model [16] and Shin model [17], respectively. The calculated pressure values along with the ones indicated by Taylor equation [eq.(35) in 11] are indicated in Table 2. The data for HITEX energy was considered to be 1500 kcal/kg [18].

Table 2:. Pressure calculated values

Time(s)	Distance (m)	Pressure (atm)		
		Kinney	Shin	Taylor
0.000133	0.35	23.2	23.5	25
0.000167	0.45	14.1	14.3	11.8
0.000200	0.52	10.2	10.3	7.6

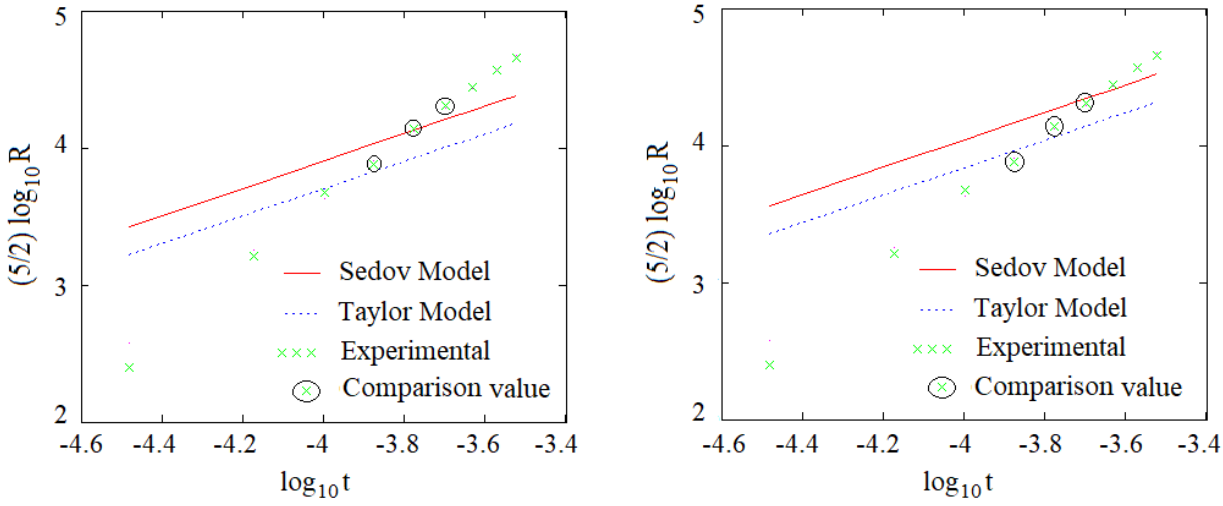
As indicated in Table 2 the Taylor equation seems to overestimates the pressure in the close vicinity of detonation while for higher distances tends to underestimates compared with the other two models.

Plotting against each other the two sets of data referring to the position of shock wave for the case in which no aluminum is burn and when all 20 grams of aluminum are burned (30.096 kJ/g aluminum combustion heat was considered [19]) resulted in the graphs depicted in Figure 4. and Figure 5.



a. m_{Al}=0 grams *b. m_{Al}=20 grams*

Figure 4. – Fire ball radius vs time



a. m_{Al}=0 grams *b. m_{Al}=20 grams*

Figure 5. – Logarithmic scale for $R^{5/2}$ vs t

Analyzing Figure 5 results that the experimental values are better approximated by Sedov model when small mass values for the burned aluminum is considered while in the case of high mass values for the burned aluminum the fit with Taylor model seems more appropriated. However, a high value for the burned aluminum mass in the early stage of detonation is highly improbable. In fact as indicated in [19] when shock wave front reach 1 meter from the detonation point only 40% (8 grams) of the aluminum seems to have be burned out.

The relative high dispersion of the comparison values that can be seen in Figure 5 in regards with both Taylor and Sedov models are most likely generated on one hand by the hypothesis on which the previously mentioned models were build-up (as indicated by Taylor G.I. himself the application of the model in case of HE is limited) and by fire-ball radius measurement method on the other hand (the accuracy is strongly depended by the pixel dimension).

According to the presented graphs the quantity of aluminum that is burned-out in the early stages of detonation is low to none (a more accurate statement will point to the fact that can't be really quantified by the use of presented mathematical model). One way to explain that is to consider that in order to start the aluminum combustion (reaching the 2030°C temperature limit) a certain amount of time is required which in case of small pseudo-thermobaric charges means that the comparison interval stated by Taylor in [11] is defined before the aluminum starts its combustion or the burned quantities are extremely small.

3. Conclusions

The application of Taylor-von Neumann-Sedov model is limited in case of HE and as a result in case of pseudo-thermobaric charges is also limited.

For small mass charges, the evaluation of the burned aluminum mass in the early stages of detonation using Taylor-von Neumann-Sedov model can't be performed since low quantities of burned aluminum will result in small changes in the fire-ball limit position. These small changes are hard to be pointed-out since the incertitude related to image processing measurements and the sensitivity of the Taylor-von Neumann-Sedov model will directly impact the accuracy of obtained results and the comparison between calculated and measured data, also. Most likely using high mass charges and performing measurements on higher distances from the detonation point can be a way to go around this shortcut.

References

1. A.K. MOHAMED, H.E. MOSTAFA, S. ELBASUNEY, Nanoscopic fuel-rich thermobaric formulations: Chemical composition optimization and sustained secondary combustion shock wave modulation, Journal of Hazardous Materials, 301, pp. 492-503, 2016;
2. W.A. TRZCINSKY, K. BARCZ, J. PASZULA, S. CUDZILO, Investigation of blast performance and solid residues for layered thermobaric charge, Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 39, 1, pp. 40-50, 2014;
3. L. TÜRKER, Thermobaric and enhanced blast explosives (TBX and EBX), Defence Technology, 12, pp. 423-445, 2016;
4. A. ZYGMUNT, K. GAŃCZYK, A. KASZTANKIEWICZ, K. CIEŚLAK, T. GOŁOFIT, Application and properties of aluminum in primary and secondary explosives, Journal of Elementelogy, 22, 2, pp. 747-759, 2017;
5. E. TRANĂ, A.N. ROTARIU, T. ROTARIU, B.G. PULPEA, C.E. MOLDOVEANU, F. BUCUR, L.C. MATACHE, M. GOZIN, Experimental study on aluminum foils use in blast enhancement application, Proceedings of the Romanian Academy, Series A, ISSN 1454-9069, vol.20, no.3, pp.275-282, 2019;
6. W.A. TRZCINSKI and L. MAIZ, Thermobaric and Enhanced Blast Explosives – Properties and Testing Methods, Propellants Explos. Pyrotech., 35, pp.1 – 14, 2010;
7. R. A. SCHAEFER, S. M. NICOLICH, Development and Evaluation of New High Blast Explosives, 36th International Conference of ICT, Karlsruhe, Germany, June 28–July 1, 2005, V9;
8. K. B. LEE, K. D. LEE, J. K. KIM, Relationship between Combustion Heat and Blast Performance of Aluminized Explosives, 31st International Pyrotechnics Seminar, Fort Collins, Colorado, USA, July 12–16, 2004;
9. J. M. PEUKER, H. KRIER, N. GLUMAC, Particle Size and Gas Environment Effects on Blast and Overpressure Enhancement in Aluminized Explosives, Proc. Combust. Inst., 34, pp.2205–2212, 2013;
10. L. TÜRKER, Thermobaric and enhanced blast explosives (TBX and EBX), Defence Technology, 12, pp. 423-445, 2016;
11. G.I. TAYLOR, The formation of a blast wave by a very intense explosion. I. Theoretical discussion, Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences, 201, pp. 159-174, 1950;
12. L.I. SEDOV, Similarity and dimensional methods in mechanics, Academic Press Inc., 1959, pp.213
13. G.I. TAYLOR, The formation of a blast wave by a very intense explosion. II. The atomic explosion of 1945, Proceedings of the Royal Society of London. Series A. Mathematical and Physical Sciences, 201, pp. 175-186, 1950;
14. J.M. GORDON, K.C. GROSS, G.P. PERRAM, Fire-ball and shock wave dynamics in the detonation of aluminized novel munitions, Combustion, Explosion, and Shock Waves, 49(4), pp. 450-462, 2013;
15. D. BOGOSIAN, M. YOKOTA, S. RIGBY, TNT equivalence of C-4 and PE4: A review of traditional sources and recent data. In Proceedings of the 24th Military Aspects of Blast and Shock Conference, Halifax, NS, Canada, 19–23 September 2016
16. G.F. KINNEY, K.J. GRAHAM, Explosive Shocks in Air, Springer, Berlin, 1985.
17. J. SHIN, A.S. WHITTAKER, D. CORMIE, Incident and normally reflected overpressure and impulse for detonations of spherical high explosives in free air, Journal of Structural Engineering, 141, 12, pp. 185-192, 2015;
18. ROMARM Data Sheet (https://romarm.ro/wp-content/uploads/2021/05/89_-Datasheet-Plastic-Explosive-HITEX-M-1.pdf);
19. M.A. MEL'NIKOV, V.V. NIKITIN, Effect of aluminum on the sensitivity and electric-spark ignition of explosives, Combustion, Explosion and Shock Waves, 8(4), pp. 396-400, 1972.

NUMERICAL STUDY ON BALLISTIC IMPACT PERFORMANCE OF BULLETPROOF VEST INSERTS

Iustin Burducea, Florina Bucur*, Crinu Puică, Adrian Rotariu

Military Technical Academy "Ferdinand I", Bucharest, Romania
**Corresponding author: florina.bucur@mta.ro*

***Abstract**: This paper presents a numerical study regarding the ballistic impact performance of bulletproof vest inserts. The vest inserts (ceramic layer and D30® layer) capability to mitigate the effect of a kinetic threat, namely a 7.62 mm short bullet, steel core is analyse with the finite element method in order to validate the study model and to understand the failure and the mitigation mechanism.*

***Keywords**: numerical study, small caliber, ceramic, D3O®*

Introduction

Effective ballistic protection involves stopping bullets and, at the same time, dissipating kinetic energy and avoiding the occurrence of trauma that can appear following non-penetrating impacts [1]. Thus, the constructive solution studied in this article aims to fulfill these qualities, with the goal of maintaining the health and structural integrity of the human body, without neglecting the mass and dimensions necessary for the protection equipment, so as to ensure the mobility and comfort of the user.

After analyzing the level of injury to personnel wearing body armor following a non-piercing impact with a bullet, it was found that the occurrence of trauma could not be avoided. The conclusion was that these injuries were caused by the phenomenon known in the specialized literature as BFS (Back Face Signature), which refers to the maximum extension of the back face of the ballistic protection structure at the moment when it retains the bullet [2].

Numerical simulations provide the opportunity to analyze in detail the behavior and performance of individual armors in a varied range of attack scenarios. These can include projectile impact with different velocities and masses, explosions or other forms of threats. Through simulation, the threats effects on the armor can be assessed, providing crucial information for design improvement and optimization [3].

The proposed ballistic protection package (Figure 1) consists of a two-layer structure formed by modules of bromine carbide ceramic plates, behind each ceramic plate being arranged an elasto-viscous material, D3O®, of the same lateral dimensions and thickness (20 mm). The ceramic plates (12 modules) can be exchanged with new ones at the time of destruction to maintain the structural integrity of the protection package at the maximum level. The D30® polymer (known as non-Newtonian fluid) will absorb the kinetic energy and allow its dissipation through elastic deformation and heat [4-5].

The modules are attached to the support plate by means of a velcro closure system. The nylon hook surface is attached to the ballistic protection modules and the felt surface is attached to the vest that equips the user.

In order to analyse the ballistic impact performance, in the numerical study the proposed structure has been impacted with a 3D 7.62x39 mm FMJ short steel core bullet.

The proposed model aims to stop the bullet by the proposed ballistic package and ensure the interruption of kinetic energy transfer to the human torso to a low level so that it does not cause trauma

behind the person armor. Is aimed to avoid medical complications and loss of instantaneous combat capability, as well as the propagation of overpressure waves in the body [2].

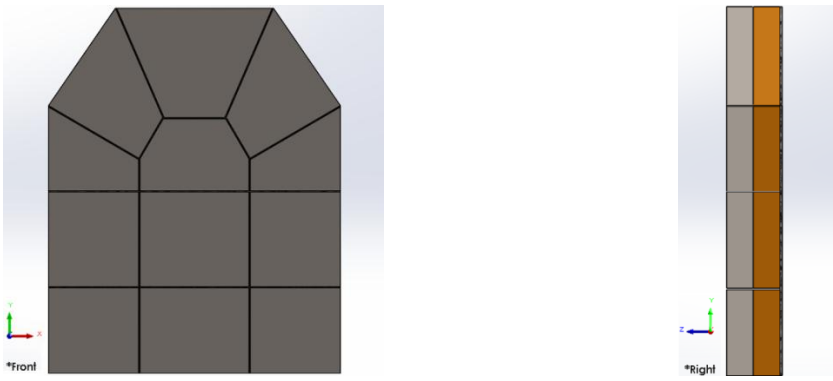


Figure 1. Ballistic protection package, highlighting the ceramic modules

4. Numerical study

The numerical model was built using ANSYS software, through LS-Dyna module [6]. For this study, a multilayer structure was projected as presented in Figure 2. The bilayer structure proposed for ballistic protection is attached to a thicker layer (Roma plastilina - 150 mm) used to imprint the trauma. The package was designed with a dimension of 300 x 300 mm for a better understanding of the penetration process.

The longitudinal axis of the bullet is along the Oz axis, and constraints were applied in the xOy plane to simulate fixed clamping to a rigid support.

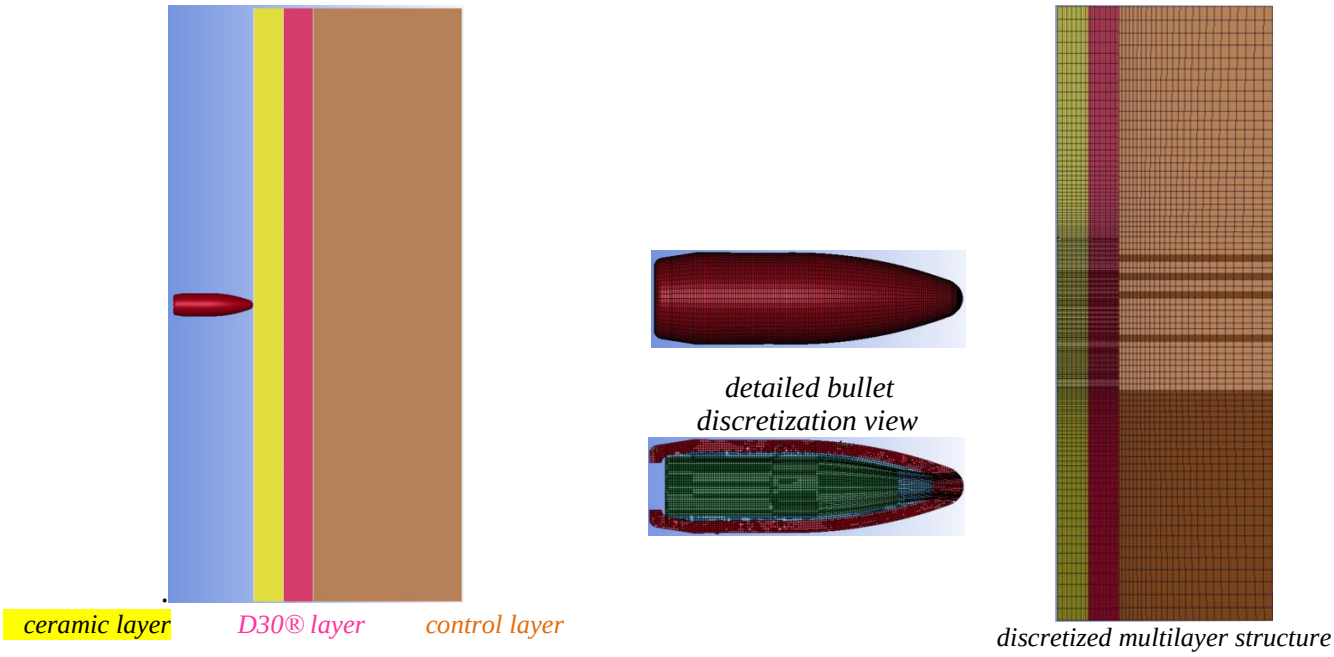


Figure 2. Numerical study configuration

The discretization with quadrilateral elements of the chosen model is also highlighted in Figure 2. For the plate center a fine discretization was chosen in order to be able to correctly evaluate the material behavior and to provide information and details closer to real experiences, since the center represents the surface of interest where the greatest deformations and stresses occur.

The bullet velocity is predefined as 900 m/s, coresponding to NIJ 0101.06 standard on individual ballistic protections (level IV) [7].

Also, in order to be able to observe the behavior of the materials at the moment of kinetic impact with a lethal high-speed projectile, the 3D model was chosen, which allows a proper analysis of the results for the proposed constructive solution.

The materials and the mathematical models used to simulate the impact between ammunition and the vest inserts proposed for testing are presented in Table no.1.

Table 1.: The materials used in the simulation and the associated mathematical models

Bullet jacket	MAT_JOHNSON_COOK
Plumb/ lead	MAT_JOHNSON_COOK
Stell core	MAT_JOHNSON_COOK
B4C Ceramic	MAT_JOHNSON_HOLMQUIST_CONTINOUS
D3O® Polymer	MAT_DESHPANDE_FLECK
Roma plastilina (control layer)	MAT_JOHNSON_COOK

5. Results and discusions

In order to observe and analyze the procces occured during the impact between the projectile and the proposed structure, the results interpretation was done through Ansys PrePost [8].

The chosen constructive solution assumes the absence of the imprint of the rear face, so that the human torso does not suffer trauma that would endanger the ability to continue the fight.

In Figure 3 it can be observed the first cracks in the ceramic plate that appeared at the bullet impact. In the first phase, the developed fractures do not take the conoid shape, typical for ceramic plates [9].

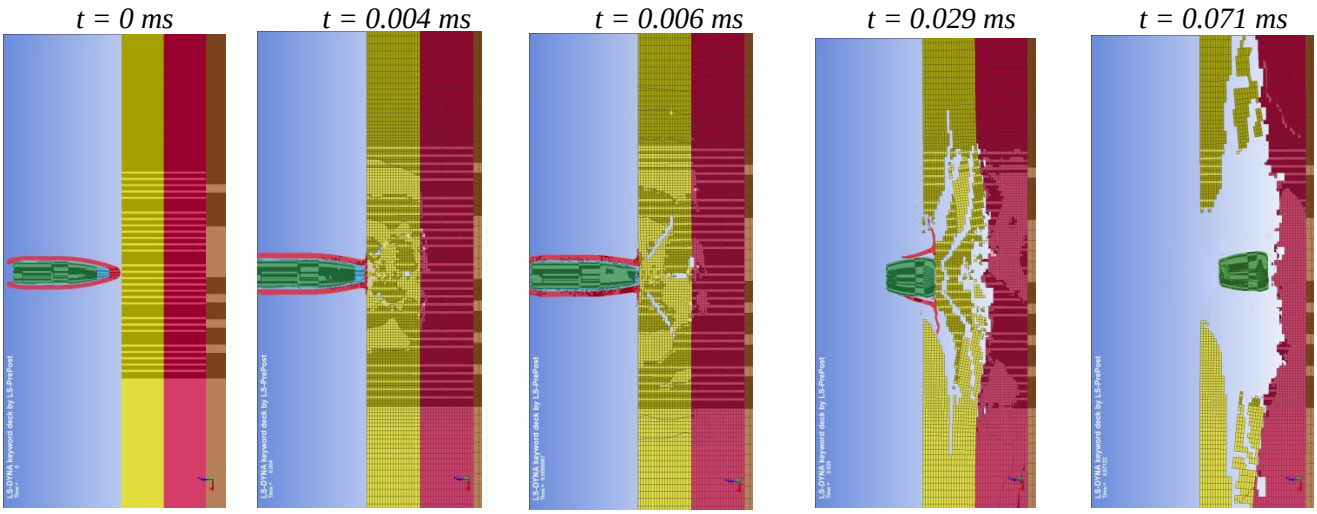


Figure 3. Penetration process evolution in the bilayer structure during time

After a certain time the appearance of conoidal cracks is distinguished, as well as the formation of the fracture cone, with the tip towards the bullet (Figure 4). This peculiarity of impact ceramic is due to its high fragility and helps to dissipate over a larger surface the kinetic energy transferred from the impactor, which has a small contact surface and very high speed [9].

The specific destruction of the ceramic plate on impact can be observed, as well as the behavior of the D30® material. It undergoes a deformation on the front side in contact with the ceramic plate. On the rear side, next to the ballistic clay, no deformations are visible. BFS does not appear in the case of the chosen constructive solution.

Since the level of trauma occurring behind the armor is dependent on the dimensions of the deformation footprint (BFS), after analysing the parameters of interest (pressure distribution – Figure 5.

and resultant displacement – Figure 6) it is concluded that the proposed functional model reduced the level of trauma to 0.

Figure 4. Comparison between the numerical simulation on the behavior of the ceramic plate and the real representation of the appearance of cracks on the same reference plate [9]:1 - initial crack; 2 - conoid cracks

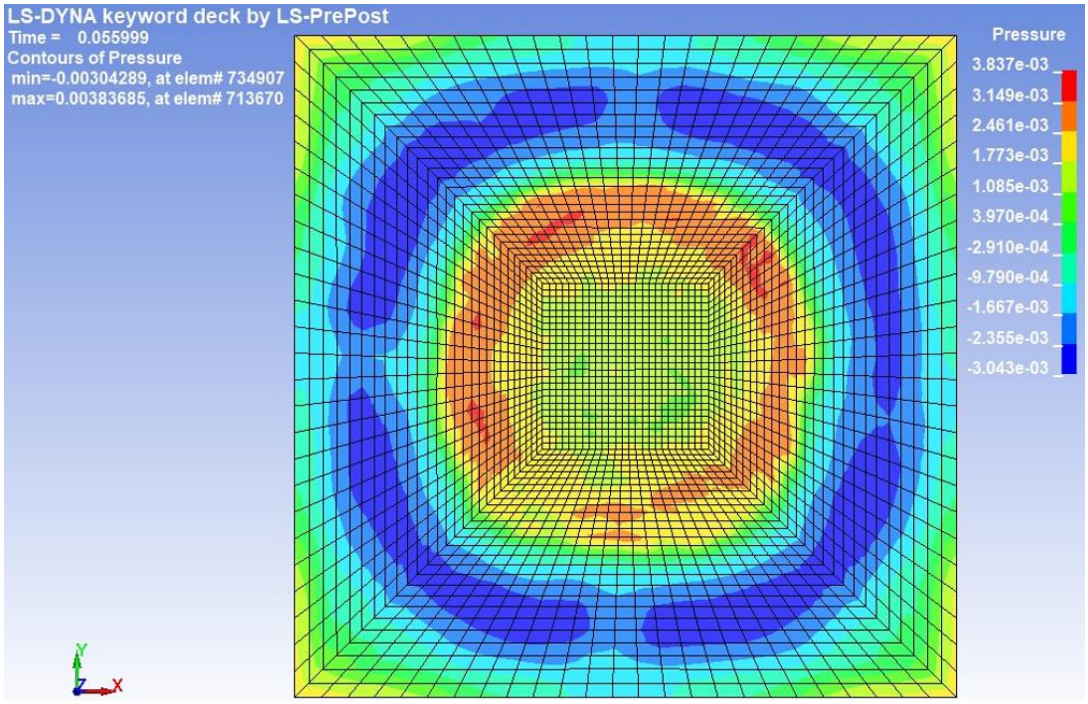


Figure 5. The pressure distribution on the material used for observing the impact trauma

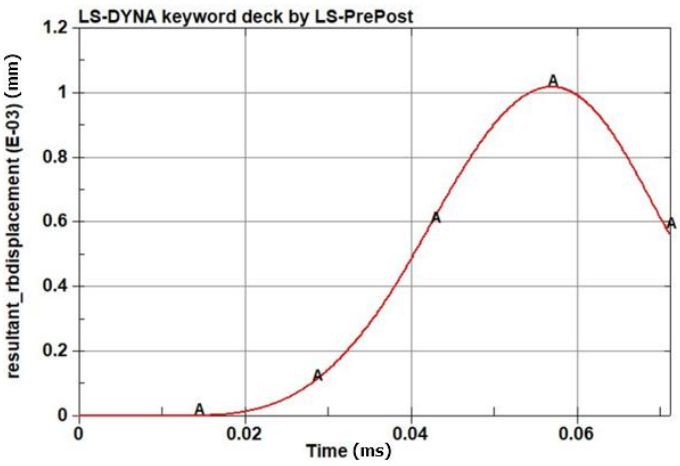


Figure 6. Resultant displacement evolution in control layer

Conlusions

The presented numerical study illustrates the impact between proposed bulletproof vest inserts, a bilayer solution of individual ballistic protection, and a 7.62x39 mm FMJ caliber ammunition, often used in armed conflicts.

Two conditions were imposed for the proposed constructive model. First, to stop the bullet by absorbing its kinetic energy by the ceramic plate through controlled shattering and dissipating the energy by distributing the impact force over a larger area through the conoidal fractures.

Second, the proposed model sought to avoid trauma occurring behind the armor by avoiding the formation of a forcing imprint on the rear side of the protection package. This was achieved by using a non-Newtonian elasto-viscous material, D30®. This material allows the radial dissipation of the kinetic energy remaining after the moment of impact and transferred from the ceramic plate at the moment of its deformation and shattering inside the material, to ensure the structural integrity of the individual and avoid trauma.

Obviously, is compulsory to perform analytical and experimental studies in order to fully validate the ballistic impact performance of proposed bulletproof vest inserts solution.

References

1. Hazell J. Paul (2022). *ARMOUR - Materials, Theory, and Design*, University of New South Wales Canberra, Australia.
2. https://www.linkedin.com/pulse/importance-blunt-force-trauma-protection-modern-body-armour-kaiser.
3. Jacobs, MJN, Van Dingenen JLJ.(2001). *Ballistic protection mechanisms in personal armour*. J Mater Sci; 36: 3137–3142.
4. Shargawi, A., Amick, R., Jorgensen, M., Asmatulu, R., (2021). *Experimental Investigation of Energy Absorbency and Dampening Characteristics of D3O® Material during Low Velocity Static Impacts*, Journal of Ergonomics 11(S5):DOI: 10.35248/2165-7556.21.s5.003.
5. Woodford, C. (2009/2022) *Energy-absorbing plastics. Retrieved from https://www.explainthatstuff.com/energy-absorbing-materials.html*. [Accessed 15.05.2023].
6. ANSYS Workbench Documentation, (2005).
7. NIJ Standard 0101.06, (2008). *Ballistic resistance of body armor*, US Department of Justice.
8. BURDUCEA I. (2023). *Study on increasing the degree of ballistic protection of targets protected from small-caliber kinetic threats* – diploma project.
9. https://www.apexarmorsolutions.com/post/ceramic-plates-do-not-spall.

EXPERIMENTAL LABORATORY STAND FOR SIMULATION OF THE RECOIL FORCE OF SMALL CALIBRE WEAPONS

Florin-Marian Dîrloman, Alina Alexandra Gabriela Groza, Marius-Valeriu Cîrmaci Matei, Adrian-Nicolae Rotariu, Cristian-Emil Moldoveanu, Neculai-Daniel Zvîncu

Faculty of Integrated Armament Systems, Military Engineering and Mechatronics, Military Technical Academy "Ferdinand I", Bucharest, ROMANIA, florin.dirloman@mta.ro

Abstract: *The main objective of this study is to examine the recoil force developed by small calibre weapons during combat shooting.*

In this paper, multiple aspects regarding the ergonomics of the AKM weapon were addressed, when replacing the actual variant of the weapon buttstock with a new optimized variant. An ergonomic analysis of the stock was presented, identifying critical parts that require attention in terms of user comfort and control.

The SolidWorks software was used to reconfigure the recoil parts. Simulations were performed to test different thicknesses of a recoil pad to achieve optimal recoil attenuation.

A gas dynamic device is used to replicate the shock experienced by the shooter. The laboratory tests were conducted for three different pad configurations. Three pieces of woodblocks with dimensions of 190 mm in length, 35 mm at the inner end, and 38 mm at the outer end, were considered. The recoil attenuation element (recoil pad) was placed at the outer end. The wooden pieces were prepared and smoothed to resemble the AKM buttstock (using foam and rubber tapes). A bi-component polyurethane adhesive based on Setathane (polyol) cross-linked with Desmodur (aromatic diisocyanate), was used. The laboratory results were compared with data obtained from real shooting.

Keywords: *recoil force, buttstock, small-caliber weapon, ergonomics, Hopkinson system*

Introduction

Historically, weapon systems had a significant impact on technological evolution due to their complex structure. A firearm is a thermodynamic system with the role of directing the combat component to the target, ensuring the desired effect. The use of firearms brought major transformations in military tactics and strategy, changing the way conflicts are conducted in modern warfare. Individual weapons redefined the dynamics of combat and forced constant adaptations when conducting military operations. The evolution of firearms had global implications, changing the balance of power between nations, and influencing international relations. The development of state of the art weaponry has played an important role in the armaments race and international security policy.[1,2]

The ergonomics has major significance for the weaponry industry. A correct ergonomic design can influence the comfort, accuracy and safety of the personnel during shooting and handling activities. Therefore, ergonomics is a multidisciplinary science, focusing on how the product should meet specific parameters easing the activity of the operator. This can be achieved by designing an efficient interface or by eliminating factors that decrease the user performance when operating the weapons. [3]

Military personnel use weapons almost every day, so these must be adjusted to meet maximum reliability in shooting. The goal is to ensure the comfort of handling the weapon for as many users as

possible. However, creating a universal product that can be used by many users is impossible. For the development of a new ergonomic product, it is necessary to use anthropometric data, so that the final product can be adapted for a wide range of users.

The ergonomics of firearms is mainly based on the correct arrangement of controls and the positioning of the weapon's handle to ensure increased comfort in handling. Also, to design a new weapon model, it is necessary to solve numerous technical problems, such as internal ballistics, material resistance, variety of mechanisms, etc.

Therefore, the main characteristics of ergonomics consist of:

- *weight* (an ergonomic weapon must be of adequate weight for easy handling and effective control);
- *suitable shape and dimensions* (the ergonomics of a weapon refers to the adaptation of its shape and dimension to fit comfortably in the user's hand; the handle must provide a secure and stable grip, and the overall dimensions of the weapon must be adequate for optimal handling);
- *positioning and accessibility* (the safety, fire selector and trigger must be placed in a convenient and easily accessible position for the user to operate them without difficulty);
- *recoil control and shock absorption* (recoil and firing shock damping systems help reduce impact and maintain weapon control during firing, thereby increasing accuracy);
- *accessories and modularity* (the ability to attach and use additional accessories, such as scopes, flashlights or vertical handles, leads to a customized configuration according to the needs and preferences of the user).

These features contribute to high, accurate and efficient handling of the weapon, while the personnel fatigue is diminished, and system performance is maximized. Ergonomic evaluation of firearms involves empirical research and testing, using specific tools and methods to measure user comfort, performance and satisfaction. [4]

The purpose of this study is to analyze and propose ways to increase the ergonomics of small-caliber firearms, with a focus on the AKM assault rifle (see Figure 1). Specific objectives include identifying components that can be ergonomically improved, proposing design changes within these components and evaluating the impact of these changes on user comfort and performance. In addition, the ergonomic assessment of small firearms will be explored, including the methods and tools used to assess ergonomics.

1. Ergonomic considerations

1.1 Weapon components identification and design

To evaluate the ergonomics of AKM assault rifle configuration, it is necessary to identify the parts that can be modified without compromising the mechanisms operation and the integrity (see Figure 1). This process is essential because it allows to identify components that can be redesigned and manufactured using better materials to increase comfort, maneuverability and accuracy in shooting activities.

Figure 1. AKM assault rifle cal. 7.62x39mm (1 - handguard; 2 – receiver cover; 3 - buttstock)

The *buttstock* is an important component of a firearm. Its role is to confer stability of the weapon while holding it and to effectively manage the recoil produced during firing. In the military and civilian field, length-adjustable and folding buttstocks are commonly used. The main advantage of an adjustable buttstock is the possibility of adjusting it according to the shooter's preferences. The optimal length of the buttstock depends on the shooting position adopted. For instance: a longer buttstock may be preferred in the *prone position*, while a shorter length may be preferred in the *kneeling or standing position*. Typically, combat operations that require rapid changes between firing positions are common, making buttstock adjustment essential. The structural configuration of the buttstock can have a significant impact on shooting accuracy and precision. Also, the folding buttstocks of the rifles offer an advantage in terms of transport and storage by taking up less space. The folding mechanisms are designed to lock into a barrel-aligned position for conventional shoulder use.

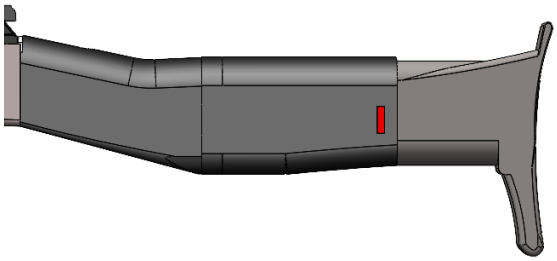


Figure 2. Buttstock 3D model in SolidWorks

The buttstock designed in SolidWorks is inspired by the Beretta ARX160 model. To fold it, you press the button on the left side of the buttstock, which will release the movable part of the buttstock (see Figure 2 and 3). When the buttstock is folded, it locks in the fixed position. To return the buttstock to the original position, you need to release the latch by pressing it. After bringing the buttstock back to the original position, the retention system is engaged to prevent folding. The buttstock offers the possibility of length adjustment with 4 positions, allowing the weapon to be used optimally by any user regardless of their anthropometric data (see Figure 3). Adjusting the length is easy, as the operator will release the latch, which will free the part of the buttstock performing the translation. Once the desired position is reached, the latch is released, thus locking the buttstock and preventing further translation. The material used for the buttstock is acrylonitrile butadiene styrene (ABS). The length of the buttstock extended at maximum is approximately 285 mm, while when it's not extended, 250 mm.

Figure 3. Buttstock folding and extending mechanisms, designed SolidWorks

Receiver cover performs/has an essential role in protecting the inside parts and mechanisms of the weapon from the infiltration of dirt and foreign particles. It is designed to ensure a safe and clean environment for the proper functioning of the firearm. An important component of the *receiver cover* is the Picatinny rail (see Figure 4), designed according to STANAG 2324 and positioned on the upper surface of the cover.

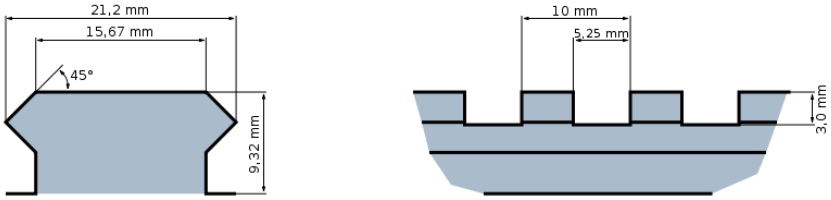


Figure 4. The dimensions of the Picatinny rail [5]

The Picatinny system allows the mounting of various optical/optoelectronic systems, such as scopes or night vision devices. The system provides increased flexibility in equipping the assault rifle, giving the shooter the ability to adapt the weapon to his needs and preferences in terms of aiming and use in different combat and environmental conditions.

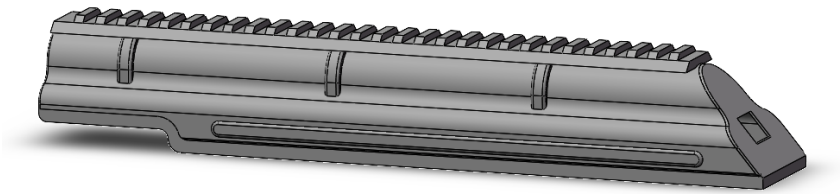


Figure 5. The receiver cover - Picatinny rail assembly in SolidWorks

Therefore, the receiver cover not only protects the internal parts and mechanisms of the firearm but also provides a versatile support for optical accessories, enhancing shooting efficiency and accuracy, as well as the tactical adaptability of the assault rifle in various situations and combat requirements.

The *upper handguard* is an essential component of the assault rifle, serving multiple important functions. Firstly, the handguard enables the shooter to hold and manipulate the assault rifle comfortably and securely. It provides a stable and ergonomic gripping point, ensuring good traction and proper control of the firearm during shooting. In addition to its role in handling the assault rifle, the handguard is significant for protecting the operator's hands from burns caused by the heat generated during firing. As the gas tube heats up when operating a firearm that is firing, the handguard acts as a thermal barrier, preventing direct contact between the hands and the hot surfaces of the gas tube.

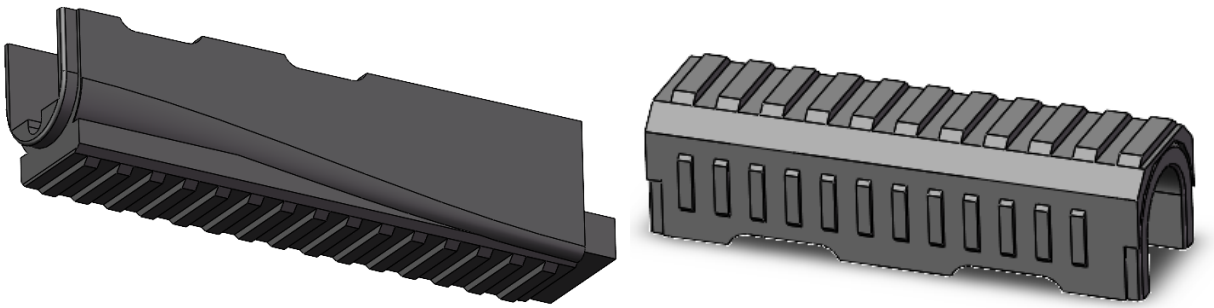


Figure 6. 3D lower and upper handguard model

The lower handguard has the same operational roles as the upper handguard. Furthermore, this handguard part serves as a platform for mounting various accessories. On the lower part of the handguard, different tactical accessories such as flashlights, lasers, or additional grips can be attached. This additional functionality allows customization and adaptability of the assault rifle according to the shooter's needs and preferences or specific mission requirements. The material used for the components is Aluminum 5086, because it ensures efficient corrosion resistance, increased durability and prolonged resistance to environmental factors. Additionally, this material has suitable impact resistance, absorbing and dissipating property the forces generated during shooting or handling of the assault rifle.

The foregrip (see Figure 7), is designed to provide an additional gripping point at the bottom of the assault rifle. By installing this vertical grip, the control and manipulation of the firearm are enhanced, providing the shooter with a more stable and comfortable hold during firing. This type of supplementary grip is frequently equipped for tactical purposes and to enhance the ergonomics and adaptability of the AKM platform. In figure 8 can be visualized the new SolidWorks obtained design of the AKM rifle.

Figure 7. The foregrip in SolidWorks

Figure 8. 3D representation of the assault rifle in SolidWorks

1.2 Materials used in fabrication of ergonomic parts

Acrilonitril butadiene styrene (ABS)

This material is commonly used in the firearms industry due to its characteristics. It is known for its mechanical strength, durability, and impact resistance, which makes it suitable for use in firearm components. It can contribute to reducing the overall weight of the firearm without compromising its strength and durability. [6]

Table 1. Mechanical properties of ABS [6]

Parameter	Values
Tensile elongation at break	10-50%
Tensile strength	29,8-43 MPa
Yield strength	29,6-48 MPa

The ABS material provides mechanical strength, durability, and ease of processing, contributing to the enhancement of their ergonomics and functionality.

Aluminum 5086

Aluminum 5086 is an aluminum alloy with excellent strength properties. It is often used in industrial and marine applications due to its ability to withstand aggressive environments and demanding

operating conditions. It is a suitable choice for firearm components, providing an ideal combination of low weight and durability. [7]

This alloy doesn't require heat treatment to enhance its strength; instead, it achieves higher strength through cold mechanical deformation. Being easily weldable and maintaining its mechanical strength to a large extent, it's a suitable material for the mechanism box cover and the handguard assembly.

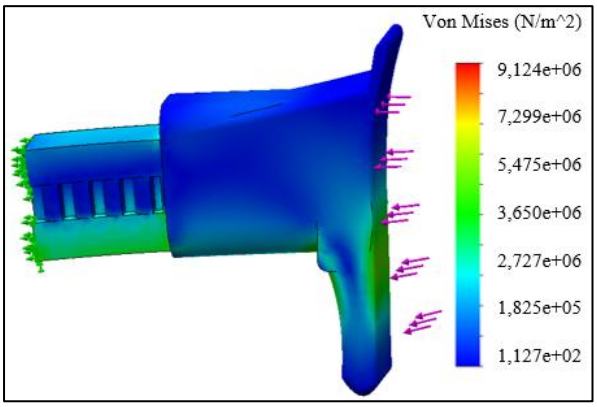
Table 2. Mechanical Properties of Alloy 5086 [7]

Parameter	Values
Tensile elongation at break	6-12%
Tensile strength	29,8-43 MPa
Yield strength	29,6-48 MPa

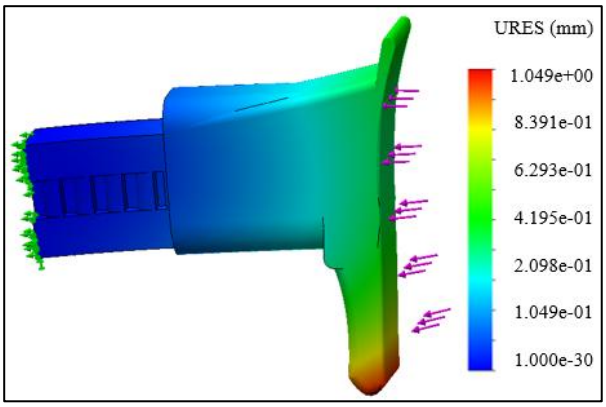
2. Computational simulation

2.1 Buttstock behavior under recoil force

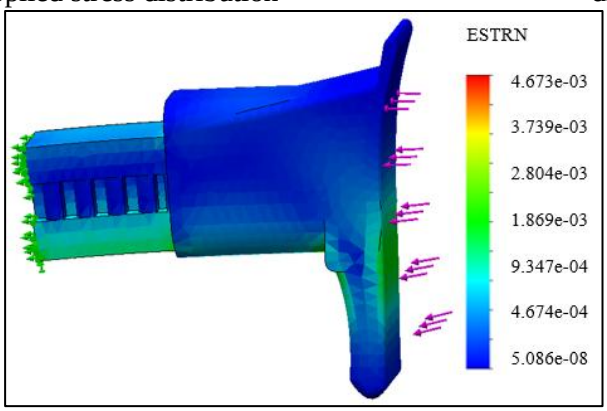
To assess the buttstock behavior under real conditions, a simulation was conducted using finite element analysis (FEA) within the SolidWorks Simulation software platform. Initial data were based on the mechanical properties of the material described earlier. Through static analysis, displacements, stresses, and reaction forces were determined by applying an external load of 1kN at the rear part of the gunstock, which is secured in the weapon's mounting area. The computational results are depicted in Figure 9.



- buttstock applied stress distribution -



- displacement -



- deformation -

Figure 9. Buttstock simulation results

Under the influence of an external force, the gunstock underwent deformations influenced by factors such as the assembly's shape and size, load application patterns, and the mechanical characteristics of the material. Applying a 1kN load resulted in minimal deformation. The simulation highlighted that

the maximum equivalent stresses are relatively small compared to the material's rupture strength used in the system's fabrication.

The simulations demonstrate the efficient impact resistance of ABS. This means that the material can effectively absorb the shocks and vibrations generated during firing, maintaining stability and proper firearm functioning. ABS also shows satisfactory resistance to tensile deformation, implying its ability to withstand the pressures and forces generated during firing.

It can be concluded that ABS is a suitable material for the gunstock, offering impact resistance, ease of handling, tensile strength, dimensional stability, and cost-effectiveness.

2.2 Recoil attenuation materials

The recoil pad (or the component used for reducing recoil force) is equipping the firearm to absorb the perceived recoil force by operator when firing. It serves several functions:

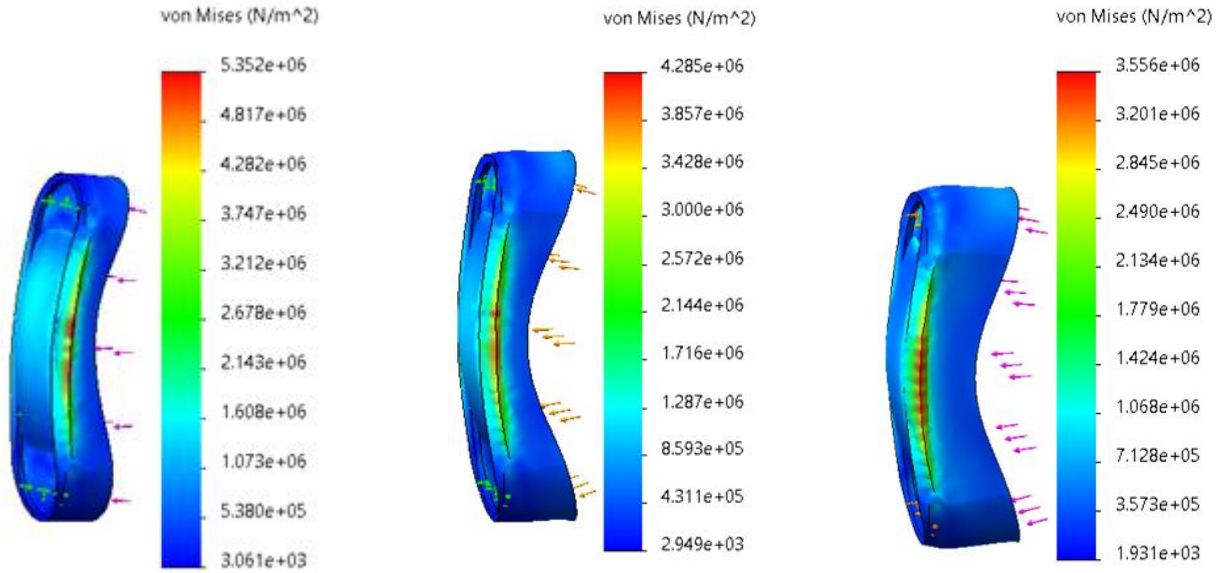
- *protection*: it shields shooters from shocks and vibrations caused by firearm discharge; by absorbing and dispersing energy generated during firing, the pad safeguards the user's body from harsh impact and discomfort caused by recoil.
- *absorption*: it absorbs a significant portion of the recoil force, thereby reducing the pressure and impact felt on the shoulder and body; this allows users to maintain a stable shooting position.
- *stability and accuracy*: the reduced recoil facilitates achieving a stable and precise sight alignment, enhancing the accuracy and effectiveness of shooting.

These recoil absorbers can be made from a variety of materials, including gel, foam, or rubber, designed to provide optimal shock absorption. They are attached to the rear part of the gunstock and can be adjustable or customized for user comfort. Mounting methods vary and can include screw mounting, adhesive attachment, clamp mounting, or snap-on attachments. For the design solution created in SolidWorks, adhesive attachment was chosen to fix this element to the buttstock.

12 mm ***20 mm*** ***25 mm***

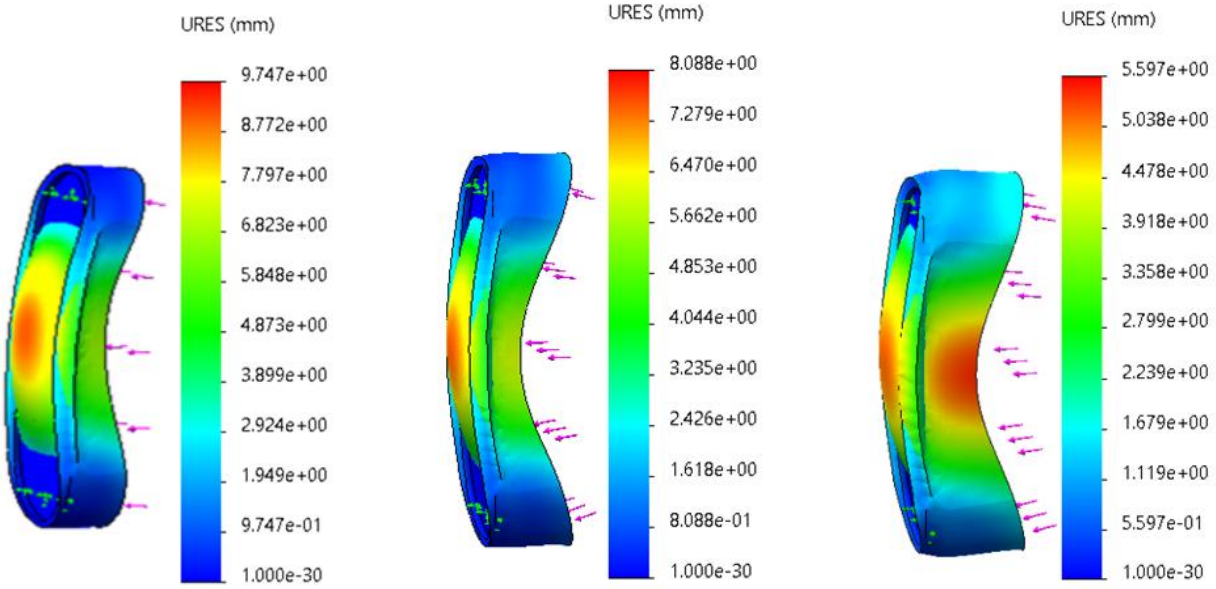
Figure 10. Various thicknesses recoil pads

To select the best solution among these thicknesses, computational simulations were conducted in SolidWorks, presented in Figure 11.



Yield Strength: 9.237e+06 Yield Strength: 9.237e+06 Yield Strength: 9.237e+06

Stress deformation



Displacement

12 mm 20 mm 25 mm

Figure 11. Deformation and displacement versus thickness pads

Based on the data simulations, the following results were obtained for each thickness recoil damping element:

Tabel 3. Simulations results

Pad Thickness	**Maximum Stress [N/m2]**	**Maximum Displacement [mm]**
12 mm	5.352*10^6	9.747
20 mm	4.285*10^6	8.088
25 mm	3.556*10^6	5.597

The results obtained from the simulations demonstrate significant differences in terms of deformation and maximum stress experienced by this recoil reduction element, the recoil pad, depending on

its thickness. The 12 mm recoil pad exhibited the highest stress and displacement, indicating that it is the most stressed under the influence of recoil force. This can be attributed to its reduced thickness, which can absorb less recoil force and allow for significant deformation. On the other hand, the 25 mm recoil pad was subjected to the lowest deformation and stress, suggesting higher resistance to recoil force. Its greater thickness allows for more efficient absorption of the recoil force and significant reduction in deformation.

The simulations were validated by conducting experimental research, carried out by using wooden blocks for recoil attenuation, along with the presence of the recoil pad in the form of foam or rubber.

3. Experimental laboratory stand for simulation of the recoil force

3.1. Materials and Preparation

Three pieces of woodblocks with the following dimensions: 190 mm in length, 35 mm at the inner end, and 38 mm at the outer end, where the recoil attenuation element (recoil pad) was placed. Pieces of foam and rubber were used as damper materials. A bi-component polyurethane adhesive based on Setathane (polyol) cross-linked with Desmodur (aromatic diisocyanate), was used to adhesive the pads.

To ensure proper adhesion between the wooden piece and the recoil pads, they were positioned within a hydraulic press. The materials and the preparation methodology are illustrated in Figure 12.

Figure 12. Materials and preparation methodology of buttstocks with recoil pads

3.2. Experimental testing methodology

The purpose of this experiment is to observe if there is a reduction in the perceived shock after firing. Instead of actual firing, a gas dynamic device is used to replicate the shock experienced by the shooter. The Hopkinson system is an experimental setup used in engineering to measure the behavior of materials under dynamic impact conditions. One of the presented wooden pieces will serve as a ref-

erence and will not have any recoil attenuation element, while the other two wooden pieces will be equipped with reduction elements, namely a hard foam and a rubber piece, which will act as recoil pads. The Hopkinson device will be employed to generate a rapid stress wave in the wooden pieces, simulating dynamic conditions similar to those experienced by the AKM stock during firing. The apparatus will record the response using the Picoscope 700 oscilloscope, signal conditioner, and force transducer. The experimental setup is depicted in Figure 13.

Figure 13. Experimental setup

3.3 Results and Discussions

The experiment involves using the Hopkinson device to deliver an impact to the wooden piece placed inside the Hopkinson barrel. During the impact, the force sensor will measure the force exerted on the wooden piece. After obtaining the results, the process of data interpretation follows based on the experimental setup, specifically for the reference wooden piece, the wooden piece with foam, and the wooden piece with rubber. These will be analyzed and compared individually to evaluate the various recoil attenuation conditions. To see the repeatability, three tests were performed for each pad configuration.

Reference wooden pad

Based on the profiles shown in Figure 14, a short active phase with a high recoil force can be observed.

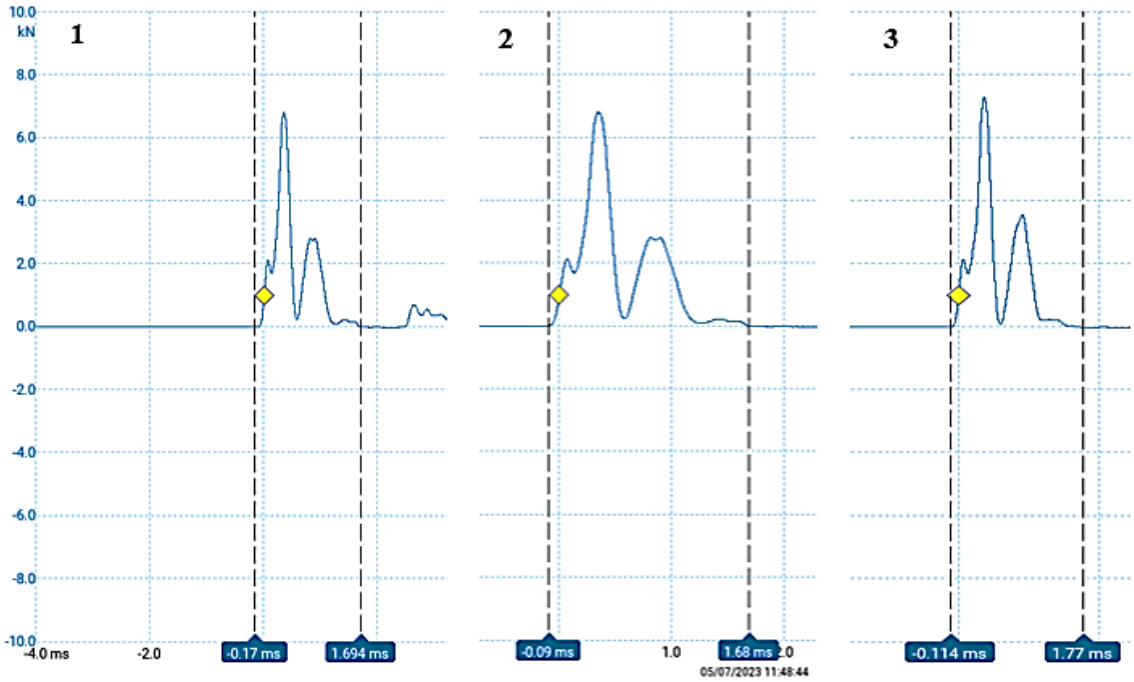


Figure 14. Force-time profiles for reference wooden pad

Foam-wooden pad

From Figure 14, it can be seen that the recoil force is significantly lower compared to the reference wooden pad. However, the duration of force exerted on the recoil dampener increases.

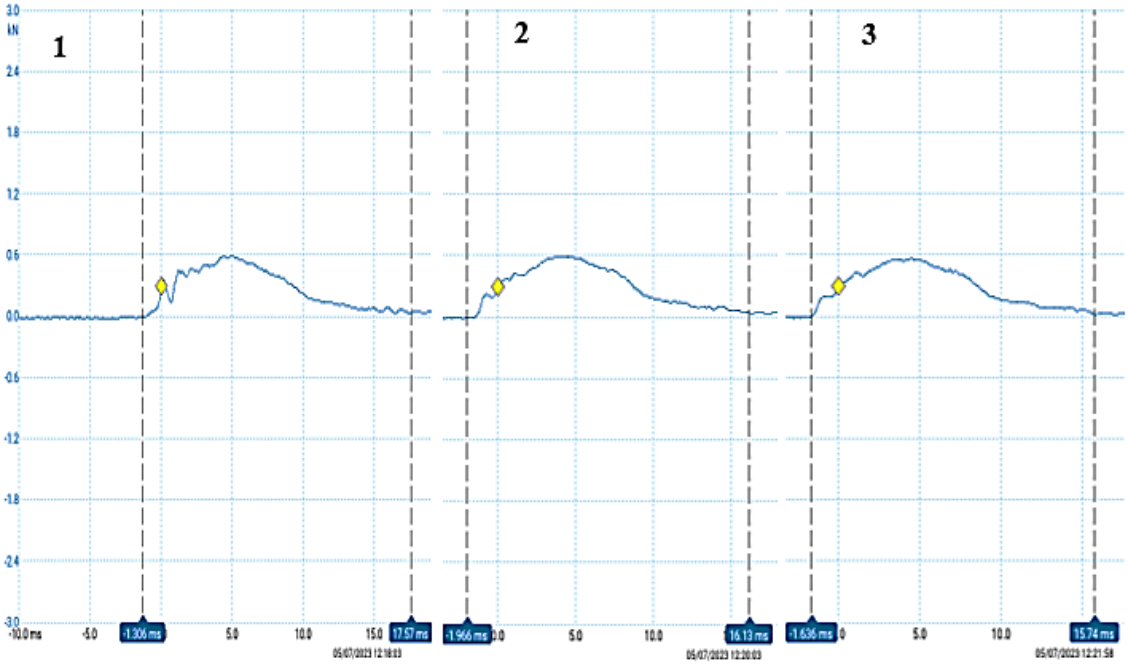


Figure 14. Force-time profiles for foam-wooden pad

Rubber-wooden pad

It can be observed that the time is shorter compared to the foam recoil pad, but the resulting force from the impact increases.

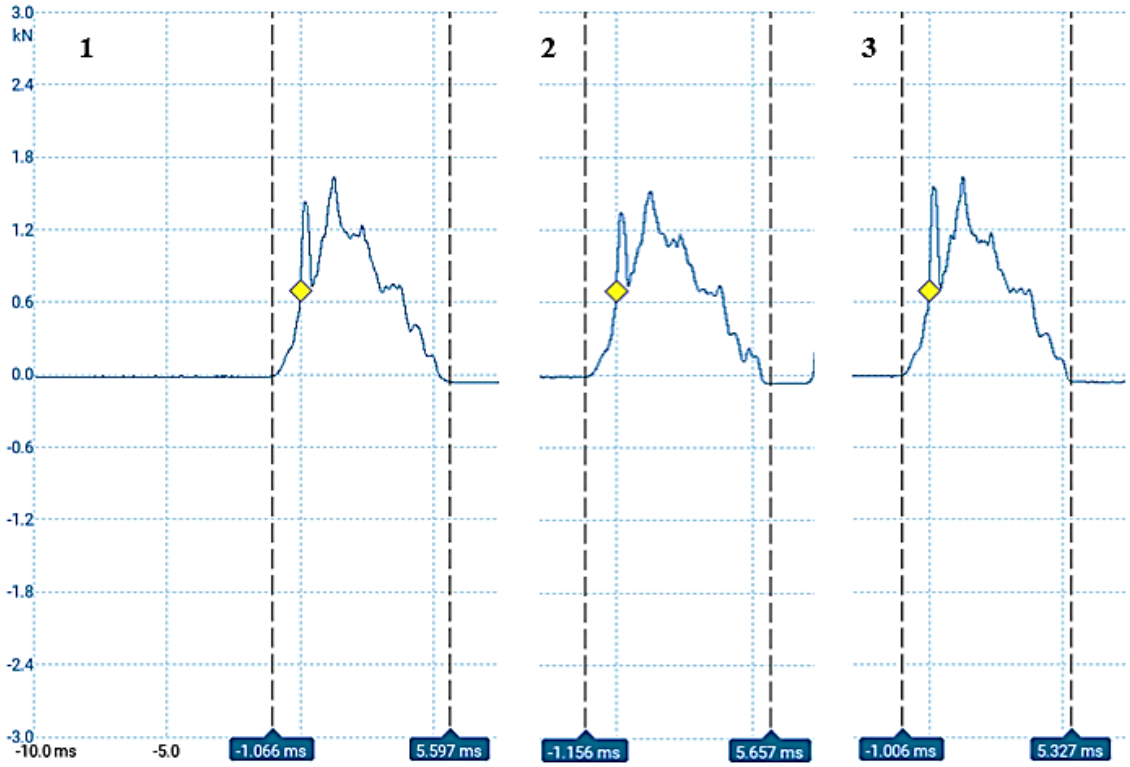


Figure 15. Force-time profiles for rubber-wooden pad

Furthermore, an experimental part of the study was carried out, involving practical testing of the effectiveness of recoil attenuation elements.

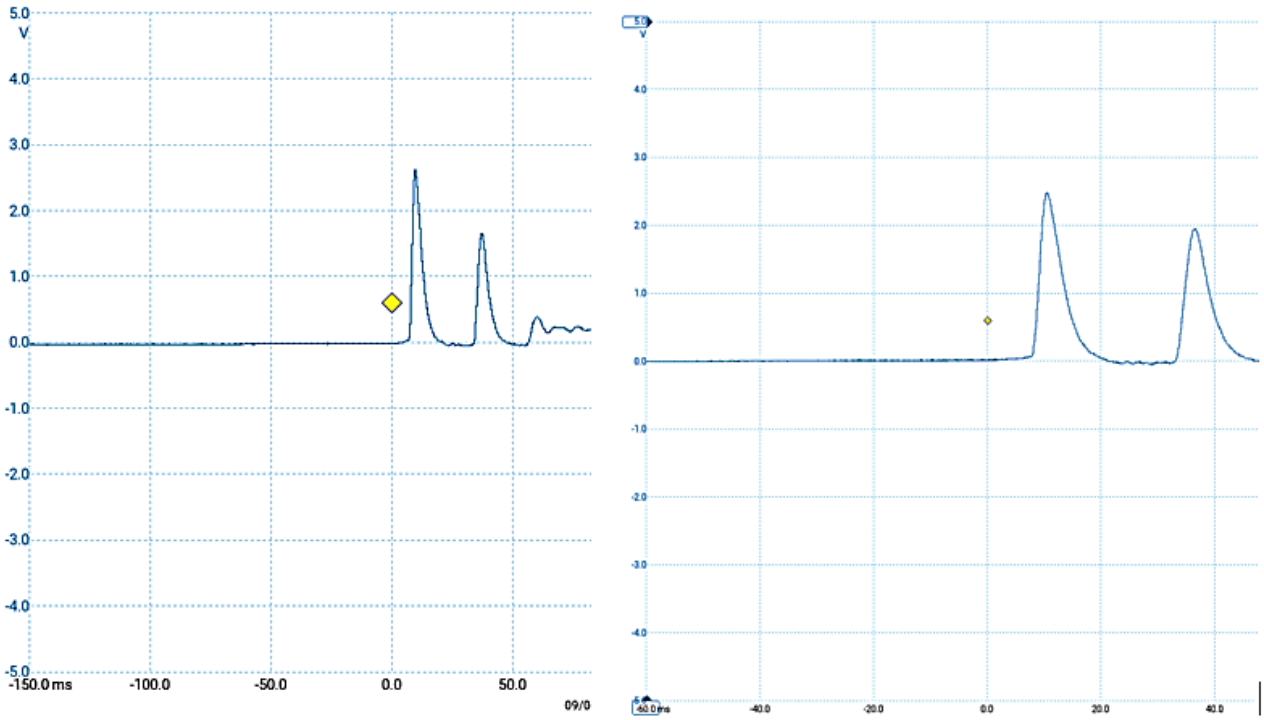


Figure 16. Force-time profiles from experimental shooting

Tabel 4. Experimental results

Configuration	**Wooden buttstock**	**Wooden buttstock with foam**	**Wooden buttstock with rubber**
Maximum Force [N]	7290 N	613	1640
Duration [ms]	~ 1.83	~ 16.78	~ 6.53
Shooting			
Maximum Force [N]	1070	Duration [ms]	~ 10.63

4. Conclusions and Perspectives

In this paper, multiple aspects related to ergonomics and optimization of recoil attenuation elements for the AKM buttstock have been addressed. An ergonomic analysis of the weapon buttstock was presented, identifying critical parts that require attention concerning user comfort and control.

Subsequently, the SolidWorks program was considered to create new designs of the recoil elements, including the recoil pad. Simulations were conducted in SolidWorks, testing various thicknesses of a recoil pad, with the aim of achieving optimal recoil attenuation.

With the bare wood without attention elements (used as reference system), we obtained the highest results for the recoil force, while the action time was the shortest. This indicates that wood, in its initial state, does not provide any form of recoil reduction and directly transmits the generated force. In the case of shooting with a foam material, a lower recoil force was obtained compared to the reference, but with a longer action time. This suggests that using the foam as a recoil attenuation element can reduce the transmitted force and extend the duration of the recoil action, thus providing a more efficient impact moderation. On the other hand, when shooting with rubber, a greater force was obtained compared to the sponge, but with a shorter time. This result may indicate efficient recoil attenuation, as rubber can absorb and redistribute the generated energy more effectively during the impact, thus reducing the total duration of the recoil action. In conclusion, depending on individual priorities and preferences, the recoil attenuation elements tested can have advantages and disadvantages.

The laboratory stand approach provided a solid foundation for understanding and optimizing recoil attenuation elements considered to be used for the AKM buttstock. The results obtained in this study can serve as starting points for developing more efficient solutions in terms of recoil mitigation.

References

1. Donald E. Carlucci, Sidney S. Jacobson - *Ballistics theory and design of guns and ammunition*, CRC Press, Taylor & Francis Group, 2008;
2. Marinescu, I., Verboncu, S. - *Mecanisme de armament automat*, Military Technical Academy Publishing House, Bucharest, 1973;
3. Bridger, R.S. - *Introduction to Ergonomics*, Taylor amd Francis, London,2003;
4. Katerina Sekulova, Marek Bures, Ondrej Kurkin, Michal Simon, Ergonomic Analysis of a Firearm According to the Anthropometric Dimension, Procedia Engineering, Volume 100,2015, Pages 609-616, SSN 1877-7058,https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.01.411;
5. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Picatinny.svg;
6. https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/acrylonitrile-butadiene-styrene-abs-plastic;
7. https://en.wikipedia.org/wiki/5086_aluminium_alloy

THE INFLUENCE OF FUEL TYPE ON PERFORMANCE AND SAFETY CHARACTERISTICS OF COMPOSITE PROPELLANTS

Alexandra I. Dan, Liviu C. Matache, Florin M. Dîrloman, Adrian N. Rotariu, Răzvan M. Mircioagă

Faculty of Integrated Systems of Armaments, Engineering and Mechatronics, Military Technical Academy „Ferdinand I", Bucharest, Romania, liviu.matache@mta.ro

***Abstract**: Composite propellants are currently the fundamental fuels used in both military and civilian rocket propulsion, including space propulsion. This paper briefly presents the method of obtaining various types of composite propellants based on potassium nitrate (PSAN), ammonium perchlorate (AP), a polyester-polyol RP1 obtained from PET degradation, Setathane D1160 (SET, Allnex), diphenylmethane-4,4′-diisocyanate (MDI, Covestro), aluminum (Al) and aluminium-magnesium powder. Moreover, in order to characterize the obtained propellants in terms of performance and safety, a series of relevant tests are conducted and interpreted.*

***Keywords**: composite propellants, ammonium perchlorate (AP), aluminium-magnesium powder, heat of combustion, specific volume*

Introduction

Composite propellants consist of an oxidizer, a metallic fuel and a binder, usually a polymer which also serves as a fuel. Metallic fuels are incorporated into heterogeneous propellants to achieve a high combustion performance, to increase the density of propellant and to even out combustion. When it comes to the choice of metallic fuel, it is intended to actively participate in increasing the energy performance of the fuel and also, be physico-chemical compatible with other components. Another aspect to consider is the cost of purchase and its accessibility.

The most used metallic fuels in the field of composite solid propellants are: aluminum (Al), boron (B), magnesium (Mg) and zirconium (Zr). Aluminum is preferred in order to obtain higher combustion heat, a higher combustion temperature, a higher propellant density, an improved specific impulse and to facilitate uniform combustion. Although beryllium powder provides more energy than aluminum, it is rarely used since it is extremely toxic, it is very difficult to procure and, implicitly, very expensive.

Some recent research in this direction indicates that stability of such propellants is largely determined by the chemical and mechanical properties of propellants. In this study, four composite propellant compositions were developed, two with aluminium as a metallic fuel, and two with aluminium-magnezium powder, in order to determine which fuel is preffered, regarding the safety and stability properties.

1. Materials and methods

1.1. Materials

The following materials were used in the development of the composite rocket propellant: phase-stabilized ammonium nitrate with potassium nitrate (PSAN) and ammonium perchlorate (AP), vacuum dried prior to use, a polyester-polyol RP1 obtained from PET degradation, Setathane D1160 (SET, Allnex), diphenylmethane-4,4′-diisocyanate (MDI, Covestro), The metallic fuel employed for these energetic

formulations was aluminum (Al) and aluminium-magnesium powder, while iron oxide (Fe2O3) was used as catalyst.

1.2. Manufacturing

The performance, stability, and sensitivity characteristics of the heterogeneous energetic formulation developed for rocket propellants are influenced by both its chemical composition and the distribution of its components. To ensure a uniform distribution of the solid components in the energetic mixture, it is mandatory to use dry components with appropriate particle sizes. Hence, the initial phase in creating a new energetic formulation for rocket propellants involved preparing the raw materials.

One essential consideration during the preparation process is that AP, PSAN, and the binder components (polyols and isocyanates) are hygroscopic. As a result, these formulations must be free of any water or kept at a minimal moisture level. Therefore, prior to mixing, these components need to undergo a drying process, which was performed using a vacuum oven at 60°C for 48 hours.

Apart from ensuring uniformity in the propellant, the granulometric dimensions of the constituents also significantly affect the burning rate. To achieve optimal burning performance, the oxidants were dried, crushed, and then sorted based on particle size. Only the fraction containing solid particles with dimensions between 50 and 200 µm was incorporated into the mixture. The two oxidizers were combined with the metallic fuel (Al) and the catalyst (Fe_2O_3) until they were evenly distributed.

For these energetic formulations, a polymeric binder was employed, which was created by reacting a polyisocyanate (MDI) with a blend of commercial polyol SET and polyol synthesized from the degradation of PET post-consumer waste, RP1. The blend of polyols was thoroughly mixed with the solid components. Finally, the addition of the aromatic isocyanate MDI marked the last step in the manufacture of the solid propellant.

Figure 1. illustrates the materials used in the manufacturing process, while Table 1 presents the composition of the reported energetic formulations and the density obtained by the experimental method.

PSAN **AP** **Fe_2O_3** **Al** **SET** **RP1** **MDI**

Figure 1. Materials used in manufacturing process

Sample	Components [wt.%]								Density [g/cm3]
	Oxidizer		Binder			Metallic fuel		Catalizer	
	AN	AP	15			Al	PAM	Fe_2O_3	
			SET	RP1	MDI				
NCP1	72		19.3	34.9	45.8	12	-	1	1.497
	50	50							
NCP2	74		19.3	34.9	45.8	-	10	1	1.432
	50	50							
NCP3	74		19.3	34.9	45.8	10	-	1	1.516
	80	20							

Sample	Components [wt.%]								Density [g/cm3]
	Oxidizer		Binder			Metallic fuel		Catalizer	
	AN	AP	15			Al	PAM	Fe_2O_3	
			SET	RP1	MDI				
NCP4	74		19.3	34.9	45.8	-	10	1	1.410
	80	20							

Table 1. Components of new composite propellants

2. Characterization of the propellants

The thermal properties of the developed solid composite mixtures were investigated using differential thermal analysis (DTA). The DTA analysis system OZM 551 with dedicated Meavy software was used to evaluate the influence of each component on their thermal properties. Safety characteristics were assessed through friction and impact tests. Friction sensitivity was examined using a friction apparatus BAM according to STANAG 4487 [23]. In this regard, 30 trials were conducted for each sample, applying various loading forces.

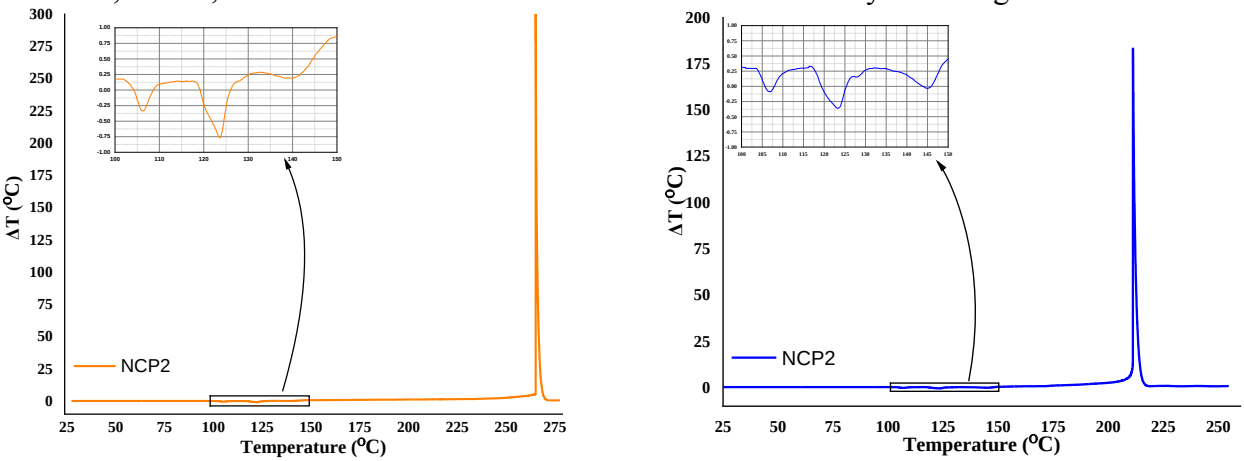
The impact behavior was determined using a KASS apparatus, where 30 tests were performed for each composite specimen, following STANAG 4489 [23]. Combustion heat and specific volume were determined for a 2g sample using an AVL adiabatic calorimeter and a Julius-Peters gasometer. Two tests were conducted for each composite under vacuum conditions.

Vacuum stability tests (VST) were carried out according to STANAG 4556 [24] using a STABIL apparatus, where 5g of sample were heated at 90°C for 40 hours under vacuum. The chemical behavior was assessed based on the volume of gas released, recorded with a piezoelectric pressure transducer.

2.1. Differential thermal analysis (DTA)

The characterization of the formulations through DTA analysis has revealed that their thermal stability is strictly dependent on their composition. For samples containing a higher quantity of ammonium nitrate, the temperature values are slightly lower compared to those with a higher proportion of ammonium perchlorate (AP). In the case of samples containing potassium ammonium nitrate (PAM), their stability is observed around 200°C, while those based on aluminum exhibit stability up to 250°C.

Furthermore, it is noted that the developed solid composite mixtures undergo three endothermic transformations corresponding to the specific phase transitions of PSAN, as illustrated in detail in Figure 2. These polymorphic transformations of the oxidizers can be observed around the temperatures of 100°C, 125°C, and 140°C. The recorded DTA results can be analyzed in Figure 2 and Table 2.



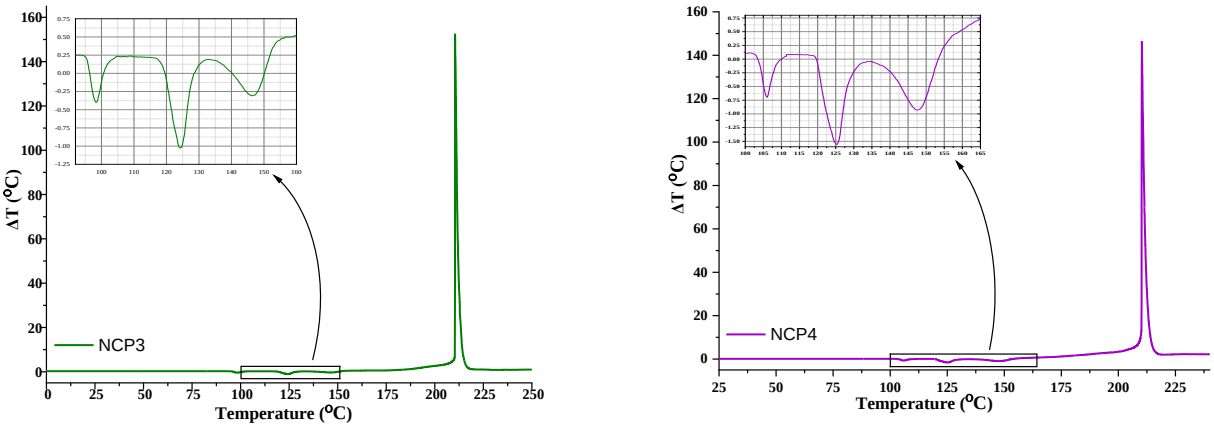


Figure 2. DTA Thermograms

Peak / Sample	Registered paramteres [°C]		
	Start	**Onset**	**Top**
NCP1	254.661	266.298	267.298
NCP2	219.110	220.077	225.061
NCP3	174.707	210.299	210.455
NCP4	175.127	211.231	211.895

Table 2. DTA results

2.2. Determination heat of combustion and specific volume

The heat of combustion represents a crucial performance parameter for propellants, as it yields elevated temperatures in the combustion products, leading to increased pressure levels. Experimentally ascertained, these quantities are depicted in Table 3.

As evidenced by the presented findings, the specific volume displays a direct correlation with the escalating mass fraction of potassium ammonium nitrate (PSAN), with compositions NCP3 and NCP4 standing out with the highest specific volumes, both comprising 80% AN in relation to the entire oxidant mass.

Regarding the heat of combustion, noteworthy distinctions emerge between compositions incorporating aluminum and potassium ammonium nitrate (PAM). Moreover, it can be deduced from the revealed results that the combustion heat values surge concomitantly with augmented mass proportions of ammonium perchlorate (AP) within the compositions. The heat of combustion of a well-known solid double base propellant was also determined (SDB) and as far as we can observe, NCP4 has the closest values.

	SDB	**NCP1**	**NCP2**	**NCP3**	**NCP4**
Q_V [cal/g]	1119.065	1420.233	1383.010	1403.314	1223.525
V_{SP} [l/kg]	723.279	584.038	543.426	671.063	633.546

Table 3. Heat of combustion and specific volume for the studied compositions

2.3. Characterization of propellants under the mechanical stimulus of 'friction'

The investigation of propellant behavior under the "friction" mechanical stimulus has elucidated that samples containing raised quantities of potassium ammonium nitrate (PSAN) demonstrate sensitivity to a force of 360N, irrespective of the specific fuel employed. Moreover, their sensitivity

progressively intensifies as the ammonium perchlorate (AP) content increases. Additionally, in congruence with the derived outcomes, compositions featuring aluminum as an ingredient exhibit reduced sensitivity when compared to those incorporating potassium ammonium nitrate (PAM). Consequently, the NCP2 sample, characterized by a content of approximately 36% AP and potassium ammonium nitrate (PAM), evinces the highest sensitivity (180N), followed by NCP1. The observed reactions throughout the testing procedure are succinctly presented in Table 4. and Fig.3.

Sample	Force [N]	Results
NCP1	324	Pop, flame
NCP2	180	Pop, flame
NCP3	360	Pop, decomposition signs on the friction surface
NCP4	360	Pop, decomposition signs on the friction surface

Table 4. Characterization of propellants under the mechanical stimulus of 'friction'

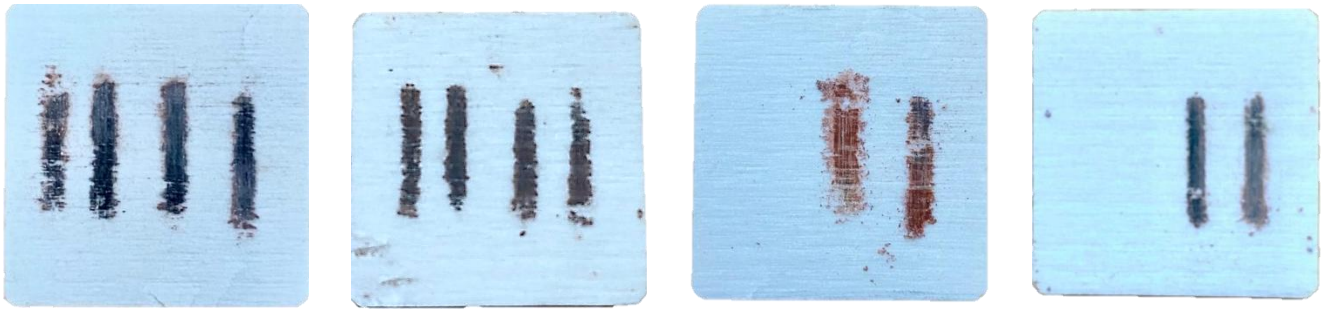


Figure 3. Characterization of propellants under the mechanical stimulus of 'friction'

2.4. Characterization of propellants under the mechanical stimulus of 'impact'

The response to the mechanical stimulus of "impact" was subjected to investigation, employing a 1 kg hammer with a height variation between 30 - 50 cm. The propellants under study were meticulously prepared in a powdered form, adhering to the precise specifications outlined in the testing procedure. Based on the comprehensive data analysis presented in Table 5, it is evident that these propellants display sensitivity to impact energies within the interval of 4-5 J.

Sample	Force [J]	Results	Sample	Force [J]	Results
NCP1	4	Pop Spark	**NCP3**	4	Pop
NCP2	5	Pop Spark	**NCP4**	4	Pop

Table 5. Characterization of propellants under the mechanical stimulus of 'friction'

2.5. Vacuum stability

An additional essential point concerning energetic materials lies in their chemical stability over time. Therefore, the vacuum stability analysis of the formulated composite mixtures aimed to assess their thermal stability by quantifying the volume of gases released at a known temperature. The gas volume (V_{deg}), liberated during the investigation at a controlled temperature of 273 K and pressure of 1.013 bar, was meticulously determined using the pertinent equation:

$$V_{deg} = \left[V_c + V_t - \frac{m}{d}\right] \times \left[\frac{P_2 \times 273}{t_2 + 273} - \frac{P_1 \times 273}{t_1 + 273}\right] \times \frac{1}{1{,}013} \quad (1)$$

where:

V_{deg} = volumme generated by the analyzed sample, cm^3
V_c = volume of the transducer and adapter, cm^3
V_t = volume of the heating tube, cm^3
m = sample weight, g
d = density of the sample, g/cm^3
P_1 = pressure determined at the beginning of the analyze, bar
P_2 = pressure determined at the end of the analyze, bar
t_1 = temperature of the ambient at the beginning of the analyze, ℃
t_2 = temperature of the ambiet at the beginning of the analyze, ℃.

The purpose of this investigation is to ascertain the compatibility of the samples with each other over time. In accordance with STANAG 4556 guidelines, to achieve acceptable stability, the determined volume from the analyzed samples should be below 1 cm^3/g. The results previously obtained and presented in Table 6 indicate that NCP1, NCP2, and NCP3 fall within the permissible limit, while NCP4 exceeds it.

Sample	NCP1	NCP2	NCP3	NCP4
$\mathbf{V_{deg}}$	0.792	0.937	0.819	1.096

Tabel 6. Generated volume

3. Conclusions and perspectives

Considering the components of the four developed mixtures and the results obtained, it is observed that formulations containing aluminum exhibit higher combustion heat and specific volume compared to those with potassium ammonium nitrate (PAM). Upon comparing these values with those of a well-known double-base solid propellant, it is evident that composition NCP4 yields the closest specific heat value, while NCP3 provides the nearest specific volume value.

Regarding safety parameters, a clear demand for a highly resilient propellant becomes evident. The analysis of friction behavior reveals a more significant influence from the oxidizer, with a decrease in the mass percentage of ammonium perchlorate (AP) within the composition leading to an increase in friction resistance. However, upon scrutinizing the results from the perspective of the fuel component, it emerges that compositions incorporating aluminum demonstrate superior resistance to those with PAM, contrary to the results obtained from sensitivity to the impact stimulus. Furthermore, after subjecting the four samples to an artificial aging process, compositions containing aluminum show an improvement of 20% over those with PAM.

The fuel also has an impact on burning rate, pressure, thrust and other performance parameters. Thus, this study provides the background for further studies.

References

1. Price , E.W. (1980), *Combustion of metallized* propellants in *Fundamentals of Solid Propellant Combustion, Progress in Astronautics and Aeronautics* vol. 90, AIAA Inc.
2. Summerfield M., Kries H., (1968) *Role of Aluminum in Suppressing Instability In Solid Propellant Rocket Motors*.

3. Dîrloman, F.M.; Toader, G.; Rotariu, T.; Țigănescu, T.V.; Ginghină, R.E.; Petre, R.; Alexe, F.; Ungureanu, M.I.; Rusen, E.; Diacon, A.; Ghebaur, A.; Duldner, M.; Coman, A.E.; Țincu, R. Novel Polyurethanes Based on Recycled Polyethylene Terephthalate: Synthesis, Characterization, and Formulation of Binders for Environmentally Responsible Rocket Propellants. *Polymers* **2021**
4. Agrawal, J.P. (2010). *High Energy Materials: Propellants, Explosives and Pyrotechnics,* Weinheim, Germany: John Wiley & Sons.
5. Kubota, N. (2015), *Propellants and Explosives: Thermochemical Aspects of Combustion*, Weinheim, Germany: John Wiley & Sons.

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDY ON THE DEVELOPMENT OF AN INTELLIGENT SYSTEM FOR INTEGRATING AND EXPLOITING THE SPECIFIC PARAMETERS OF FIRING AN ASSAULT RIFLE

Andrea-Cristina Simion

Faculty of Integrated Armament Systems, Military Engineering and Mechatronics, Military Technical Academy „Ferdinand I", Bucharest, ROMANIA, andreea.simion@mta.ro

Abstract: *This paper describes the development of an intelligent system for integrating and exploiting specific parameters related to assault rifle shooting, using the AKM rifle as the reference. The system comprises four distinct modules: measuring barrel temperature, determining the number of rounds in the magazine, recording the number of rounds fired and a master module with an LCD screen for displaying parameter values. The intelligent system provides real-time and precise information to the user, enabling informed decision-making, prevention of deterioration, and improved shooting accuracy.*

Keywords*: AKM, intelligent system, specific parameters, assault rifle*

Introduction

Considering the purely mechanical systems used until the last century, their evolution into mechatronic systems required an intersection of mechanical engineering, computer science, and electronics domains, followed by the integration of new disciplines such as control systems engineering, communications, and robotics. The transition from mechanical to mechatronic systems was based on streamlining the manufacturing process, utilizing more efficient devices, and adapting to human comfort requirements throughout life. Currently, mechatronic engineering is in a continuous state of development, with the 21st century being regarded as the most technologically advanced [1].

Within the expansive field of engineering, the intelligent integration and exploitation system represents a mechatronic system that is embedded within the mechanical assembly, with the capability to monitor and measure reference parameters of the system. Mechatronics represents a new frontier in engineering, encompassing elements from various domains including mechanics, electronics, control architectures, commands, and computer engineering [1].

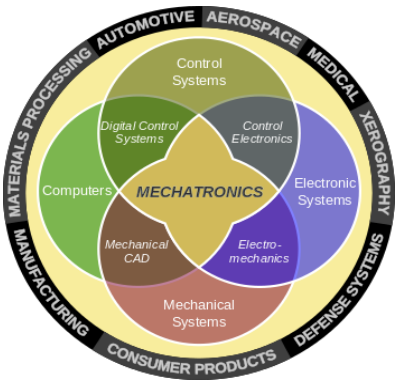


Figure 1. The domains of mechatronics

The paper proposes the development of an intelligent system that takes weapon systems to a new digital and technological level by measuring and determining specific firing parameters in real-time, without the need for external equipment or effort from the shooter.

The importance of intelligent systems and their development is evident in the evolution of armament systems, combat missions, and the needs of soldiers to achieve success.

Past combat missions focused on conventional conflicts and gaining control over territories, while present missions involve asymmetric threats, civilian protection, and the use of advanced technology. Historical combat missions emphasized conventional conflicts and territorial control, whereas contemporary missions encompass asymmetric threats, safeguarding civilians, and leveraging advanced technology.

In the past, armament systems relied on limited technologies and mechanical components, whereas modern systems benefit from advanced technologies such as automation, sensors, and intelligent systems, offering superior capabilities in determining firing parameters and interpreting them to assess weapon lifespan, wear level and maintain high accuracy.

For the development of an intelligent system, it is necessary to have knowledge of the components of the reference weapon, the kinematic connections between the parts of the mechanisms, the specific parameters of shooting, the current methods of parameter determination, as well as the electronic components from which the system can be built. To create an intelligent system, one must possess an understanding of the constituents within the reference weapon, the kinematic connections among mechanical components, the precise shooting parameters, prevailing techniques for parameter estimation, and the electronic elements suitable for constructing the system.

1. Reference assault rifle and specific shooting parameters

The selected reference assault rifle for the development of the intelligent system is the AKM, and the main components of this firearm are illustrated in Figure 2.

Figure 2. AKM

1. Stock;
2. Grip;
3. Trigger guard and trigger;
4. Magazine;
5. Handguard;
6. Barrel;
7. Sighting system consisting of front and rear sights;
8. Gas tube;
9. Weapon safety lever;
10. Receiver [2].

Understanding and determining the specific shooting parameters of the AKM assault rifle is the first step in identifying an easy-to-use mode, determining the weapon's lifespan, and potential improvements that can be made both in terms of design and operation. The specific shooting parameters of a firearm can be determined by understanding the firearm-ammunition system and conducting shooting tests by users (professional shooters or scientific researchers). These parameters influence the projectile's movement in the barrel and trajectory, the characteristics of ammunition effects, and ballistic performance [4].

The specific shooting parameters for the AKM assault rifle encompass essential aspects such as the external barrel temperature, the number of rounds in the magazine, and the count of fired rounds. These parameters play a significant role in assessing the rifle's performance, durability, and overall effectiveness in combat scenarios [5].

Monitoring the external temperature of the barrel is essential as it provides insights into the heat generated during firing. Elevated temperatures can lead to accelerated wear of components and reduced shooting accuracy. By tracking and understanding temperature variations, users can take preventive measures, such as incorporating cooling systems or allowing intervals between shots to prevent overheating. Maintaining the optimal barrel temperature ensures sustained accuracy and extends the rifle's lifespan [6].

The count of rounds remaining in the magazine is critical for evaluating ammunition availability during engagements. This parameter allows users to efficiently manage their ammunition resources, preventing critical shortages in high-pressure situations. By having real-time information on the remaining rounds, shooters can strategize their approach and make informed decisions regarding reloading or engaging targets.

Monitoring the number of rounds fired provides valuable insights into the rifle's usage and wear patterns. This parameter aids in assessing the rifle's performance and longevity. Analyzing the count of fired rounds helps estimate the lifespan of critical components such as the barrel, action mechanism, and feeding mechanisms. Regular maintenance and component replacements can be scheduled based on this information, preventing unexpected malfunctions and enhancing overall reliability.

Incorporating intelligent systems for monitoring these specific shooting parameters enhances the user's ability to make informed decisions during engagements. Real-time data on barrel temperature, ammunition levels, and rounds fired contribute to improved accuracy, sustained performance, and effective resource management. This integration not only assists in immediate tactical scenarios but also informs long-term maintenance strategies for optimizing the AKM assault rifle's performance and longevity.

1.1 Intelligent system configuration

The developed intelligent system is composed of four interconnected modules. The subsystem arrangement includes the wireless communication module, NRF24L01+, an ATmega328P microcontroller, and a 9V battery serving as the power source for each module. Each subsystem is designed to collect and process specific data using specialized sensors. Based on the targeted sensor specifications and operational constraints imposed by both the weapon's design and the working environment, the sensors to be used for system development have been identified.

The external barrel temperature measurement subsystem is responsible for monitoring the temperature of the rifle's barrel during shooting. Equipped with temperature sensors and possibly thermal imaging technology, it continuously measures the barrel's external temperature. By doing so, it prevents overheating issues that could affect the rifle's accuracy and overall performance. The real-time temperature data helps the shooter avoid potential safety hazards and ensures consistent shooting quality. Figure 3 illustrates the physical implementation and schematic diagram of the subsystem created both physically and within the Fritzing platform. In addition to the general components, the first

subsystem also includes a Type T thermocouple and a MAX6675 amplifier used to amplify the weak signal transmitted by the sensor.

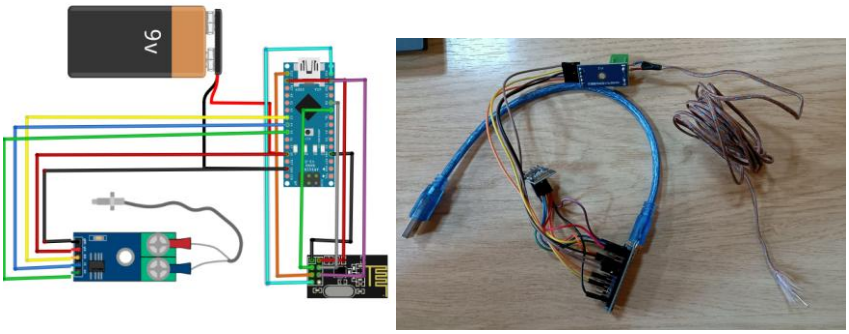


Figure 3. External barrel temperature measurement subsystem

The second subsystem employs specialized sensors and mechanisms to continuously monitor the number of cartridges remaining in the rifle's magazine. It ensures that the shooter is aware of the available ammunition and can make informed decisions during engagements. As each shot is fired, the subsystem updates the cartridge count in real-time. This information is crucial for tactical planning, helping the shooter gauge when to reload and avoid running out of ammunition at critical moments.

Additionally, the second subsystem's ability to provide real-time updates on the remaining cartridge count offers a significant advantage in enhancing the shooter's situational awareness. By maintaining a constant awareness of ammunition levels, the shooter can proactively adjust their strategy based on the remaining firepower. This not only contributes to more efficient engagement but also minimizes the risk of being caught off guard with an empty magazine in high-pressure situations. Not only does this contribute to more efficient engagement, but it also reduces the risk of being caught off guard with an empty magazine in high-pressure situations.

Furthermore, the integration of specialized sensors and mechanisms in this subsystem showcases the intricate level of engineering involved in modern firearm systems. The seamless interaction between the mechanical components and digital sensors underscores the fusion of traditional firearm mechanics with cutting-edge technology.

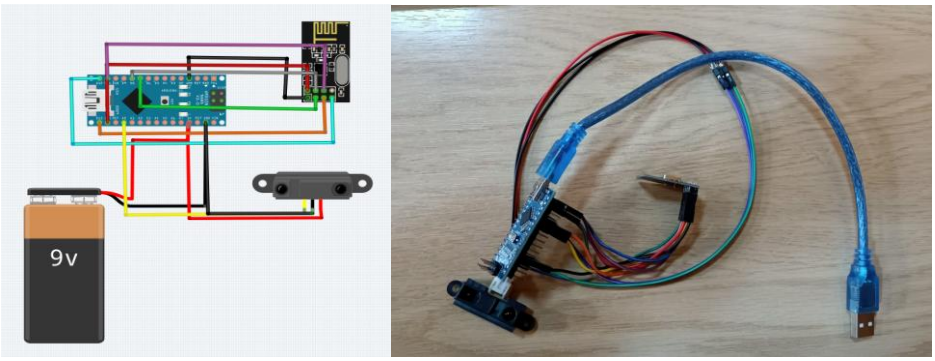


Figure 4. Magazine Cartridge Count Subsystem

The fired cartridge count subsystem is designed to accurately track the number of rounds that have been discharged from the rifle. Through sophisticated recoil sensors or firing cycle detection mechanisms, it records each shot and updates the fired cartridge count accordingly. This feature is essential for both tactical purposes and maintenance planning. It assists in understanding usage patterns, optimizing maintenance schedules, and ensuring the rifle's operational readiness.

Serving as the central interface, the master display subsystem receives data from the other subsystems and presents it in a user-friendly format. It offers a clear and intuitive visualization of essential shooting parameters, such as remaining cartridges, fired shots, and external barrel

temperature. This subsystem enhances the shooter's awareness of their rifle's status, enabling swift decision-making and adjustments. The master display may also include alerts for critical conditions, ensuring that the shooter is promptly informed about any issues that may arise during shooting.

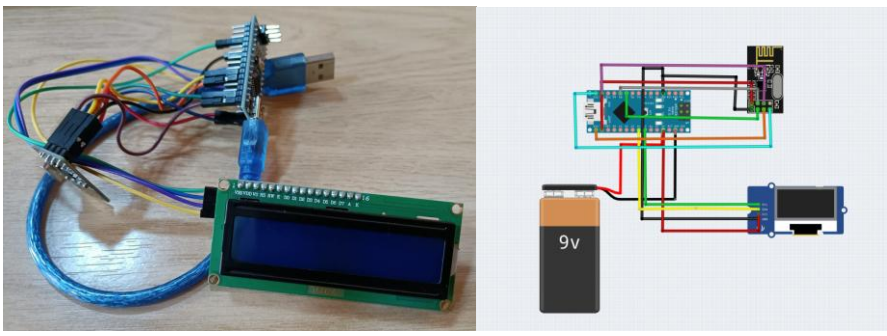


Figure 5. Master Display Subsystem:

By seamlessly integrating these four subsystems, the intelligent system revolutionizes the shooting experience with the AKM assault rifle. The accurate monitoring of key parameters contributes to optimized performance, increased safety, and enhanced situational awareness for the shooter, all of which are paramount in both military and civilian shooting contexts.

1.2 The communication between the four subsystems

The complex mechatronic system is modular, composed of four subsystems, their communication being achieved through the use of wireless communication modules. An important aspect within the communication between mechatronic subsystems is hierarchy. Thus, communication takes place between a central system, which acts as a receiver, also known as the master or receiver (processing the information it receives from sensors), and one or more transmitters that send signals/information related to the changes they intercept from the surrounding environment.

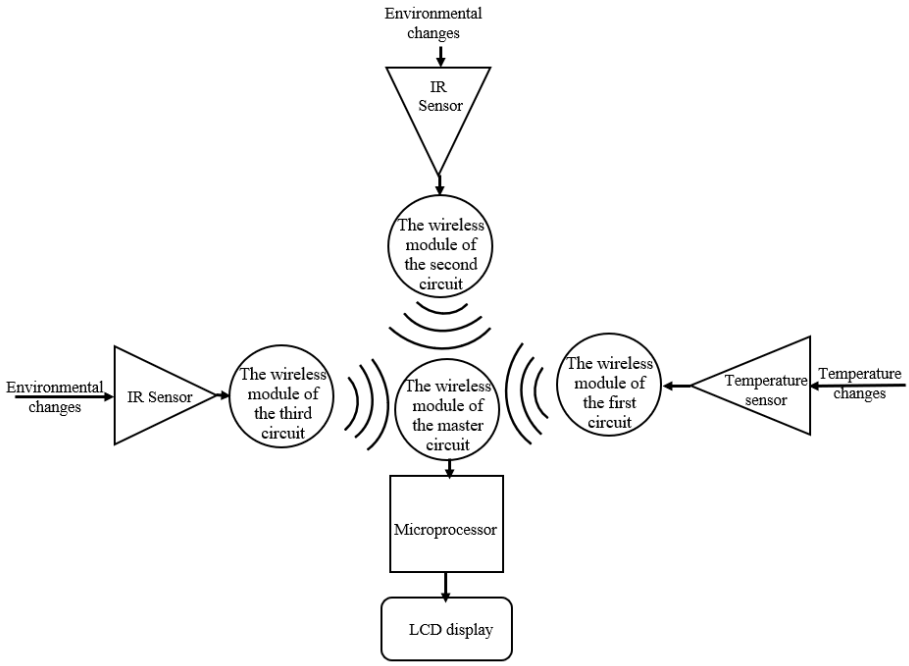


Figure 6: The communication diagram

Figure 6 illustrates the communication diagram of the system's models. When the sensors of the first 3 modules detect environmental changes, they collect this information and transmit it through wireless communication to the master module, which, upon interpreting them, displays the parameter values on the LCD screen.

Acknowledgments

This project constitutes a part of the diploma thesis completed by Andreea Simion under the guidance of Laviniu Haller within the framework of the "Ferdinand I" Military Technical Academy.

References

1. David G. Alciatore -Introduction to mechatronics and measurement systems
2. https://en.wikipedia.org/wiki/mechatronics
3. L. Haller, “Laboratory Guide for Weapon Systems,” 2020.
4. Thermo-mechanically coupled thermal and stress analysis of interior ballistics problem
5. Characterization of bore temperatures and stresses in small caliber gun barrels
6. The development of equipment to measure and monitor wear inside gun barrels

PSTOOL – LARGE SCALE PERSISTENT SCATTERER INTERFEROMETRY. CURRENT STATUS AND FUTURE WORK

Stefan-Adrian Toma[1], Delia Teleagă[2], Valentin Poncoş[2], Dan Birtaş[2], Bogdan Sebacher[1], Luciana Morogan[1], Andrei Brînzea[1]

[1]*Military Technical Academy "Ferdinand I", Bucharest, Romania*
[2]*Terrasigna SLR Corresponding author: stefan.toma@mta.ro*

***Abstract**: Persistent scatterer interferometry is a remote sensing technique for monitoring ground deformation over time. In this paper, it is presented the current status of the Persistent Scatterrer Tool. With the web-based PSTool application, users can visualize deformation maps and analyze deformation profiles in thematic maps with seasonal, non-seasonal, and deformation profiles with sudden changes. In future work, the deformation maps will be enhanced with piece-wise linear models for each deformation profile and shape files delineating areas with significant deformation identified by analyzing online mass-media sources.*

***Keywords**: PSTool, web-application, deformation map, sesonal, non-seasonal*

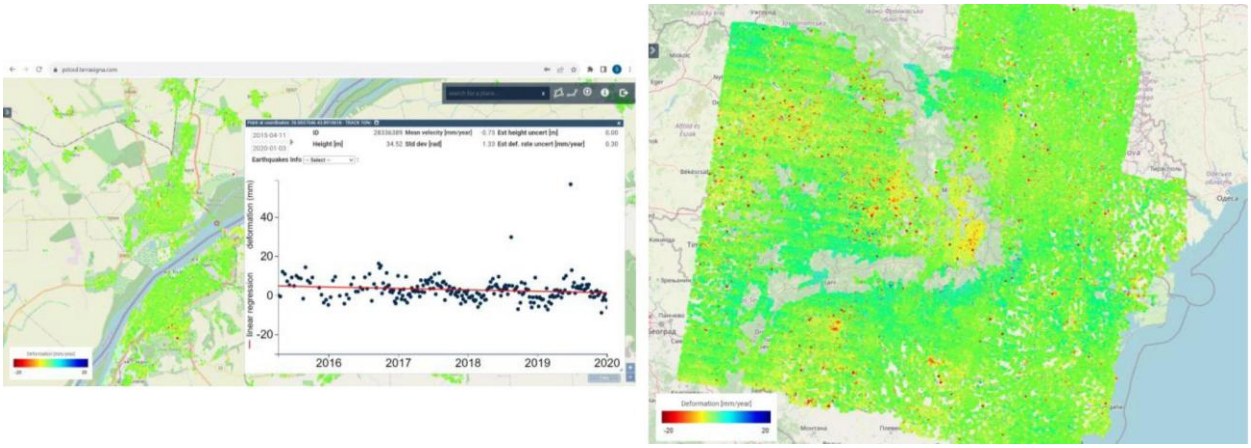
Introduction

Persistent Scatterer Interferometry (PSI) is a remote sensing technique for monitoring ground deformation over time. It is based on analyzing the phase information of each pixel in a time series of synthetic aperture radar images acquired from space, air, or ground-based sensors. The main processing steps are data acquisition, image registration, selection of persistent scatters, and ground displacement estimation.

PSI relies on syntethic aperture radar images, acquired over the same area for a period of time, usually months or years. Because the radar sensors usually do not follow exactly the track when scanning new images, registration has to be performed. Using criteria related to amplitude and/or phase stability over the whole time series, radar reflectors (i.e., points in the SAR image) are selected. These points are called persistent scatterers (PS). The phase variation over time of a persistent scatterer ($\Delta\varphi_{PS}$) is as in equation (1) [1], a function of ground deformation ($\Delta\varphi_{defo}$), residual topography ($\Delta\varphi_{topo}$), atmospheric phase ($\Delta\varphi_{atm}$), residual orbital errors ($\Delta\varphi_{orbit}$), noise (φ_{noise}) and a phase ambiguity $2k\pi$, where k is an integer. The last stept consists of estimating the ground deformation from equation 1.

$$\Delta\varphi_{PS} = \Delta\varphi_{defo} + \Delta\varphi_{orbit} + \Delta\varphi_{topo} + \Delta\varphi_{atm} + \varphi_{noise} + 2k\pi \quad (1)$$

The result is a deformation map depicting how ground points (corresponding to persistent scatterer points) move. The main information is the deformation velocity, in millimeters per year, along with the deformation profile. An example is depicted in Figure 1 (a): the deformation map of Giugiu (Romania) and Ruse (Bulgaria) cities and a deformation profile from one of the PS on the Giugiu-Ruse bridge. Notice the seasonal behavior due to thermal dilation and contraction. Figure 1(b) presents the deformation map of Romania, demonstrating the PSI technique's capability for large-scale monitoring.



(a) (b)

Figure 1: (a) Deformation map of Giurgiu (Romania), Ruse (Bulgaria) cities, and profile of a PS on the bridge over Danube. SAR data from Sentinel-1A/B, from April 11, 2015 to January 3, 2020 **(b)** Deformation map of Romania (4 Sentinel-1 tracks 36, 109, 80 and 7, spanning 5 years)

Persistent scatterer interferometry is useful for monitoring long-term subtle ground deformation. Since space-borne SAR sensors are available, PSI can be used to monitor large areas without the need for in-situ sensors. SAR data from over 15 civilian satellites in low Earth orbit (LEO) is available.

Currently, the persistent scatterer technique is reaching maturity. As evidence of this, in some countries, interferometry studies are mandatory in feasibility studies. Furthermore, there are ground motion services available to the public at large, such as the European Ground Motion Service (EGMS) [2, 3], Canadian Ground Motion Service (C-GMS) [4], and Romanian Ground Motion Service [5,6]. Through ground motion services, deformation maps are created and presented to interested parties or the general public.

Deformation maps are usually presented through web-based platforms. The Persistent Scatter Tool is such a platform. It was developed during several research projects, such as S14Ro [7] and AI4PSInSAR [8], for exploiting the large volume of data available from ESA's Sentinel-1 mission. PSTool is available at www.pstool.terrasigna.com .

In the following sections, the PSTool platform is brielfly described and current development directions are presented.

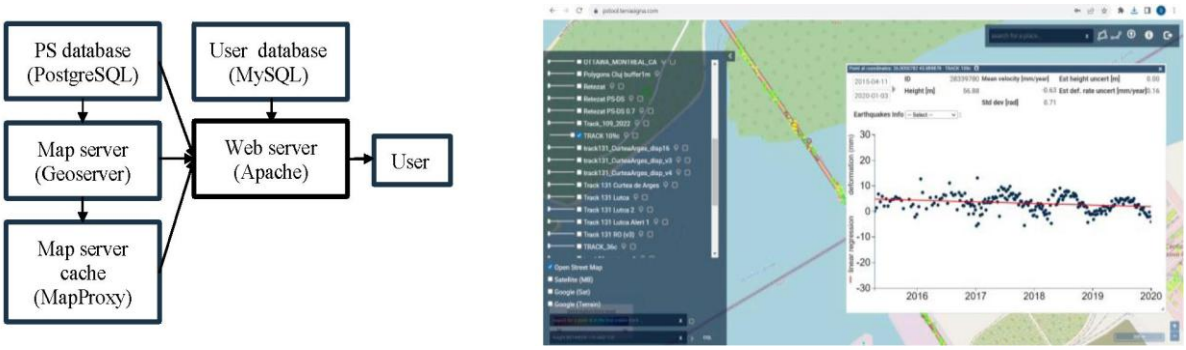
1. The Persistent Scatter Tool (PSTool) web based application

The main components of the PSTool application are depicted in Figure 2. Persistent scatterer information is stored in a PostgreSQL database with the PostGIS extension. The web interface is available through an Apache web server, while map tiles are available from a MapProxy cache and Geoserver. Users are managed through a MySQL database. The PSTool components are available as Docker containers.

PSTool supports a wide variety of deformation map sources. Currently available deformation maps in PSTool are produced by Terrasigna SRL or are imported from the European Ground Motion Service.

Some of the features available to the users of PSTool are [5]: display deformation maps from various sources, display deformation profiles, display GNSS data, select and display multiple maps as layers, search for geographic location, load and display custom shape files, export PS information (coordinates, mean velocity, deformation profiles, etc.) from user-defined areas, compare deformation profiles and so on.

Along with deformation maps, PSTool offers other layers of information: maps depicting only seasonal deformation and deformation maps with profiles with sudden changes.

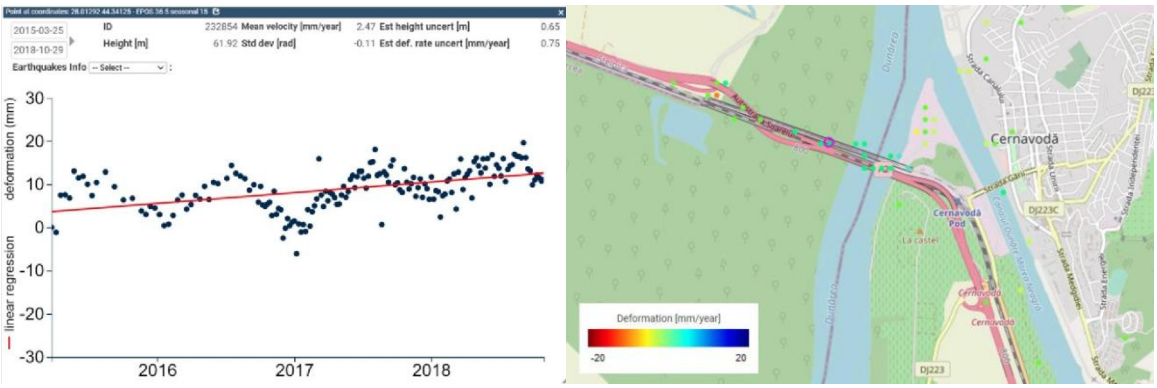


(a) (b)

Figure 2: (a) Block diagram of the PSTool application and **(b)** web interface

2.1. Detection and removal of seasonal deformation

Seasonal deformation is detected using spectral analysis of deformation profiles using the Lomb-Scargle periodogram [9]. A threshold on the ratio between the energy of the seasonal spectral component and the rest of the profile is used to select profiles with seasonal deformation. Alternatively, one can use Fisher's g-statistic [10]. In Figure 3 (a), we present a small area covering the Cernavodă bridge with persistent scatterers exhibiting seasonal behavior. For one of the points on the bridge, we show its deformation profile in Figure 3 (b). Notice the seasonal pattern.



(a) (b)

Figure 3: (a) Persistent scatterers with seasonal behavior on Cernavodă bridge and **(b)** deformation profile. Deformation map source: EGMS. SAR data: Sentinel-1 A/B. Time interval: March 25, 2015 to October 29, 2018

The seasonal component can be removed from the profile using a band-stop filter centered around the seasonal spectral component. We show in Figure 4 an example of the same deformation profile from Figure 3 (b) without its seasonal component.

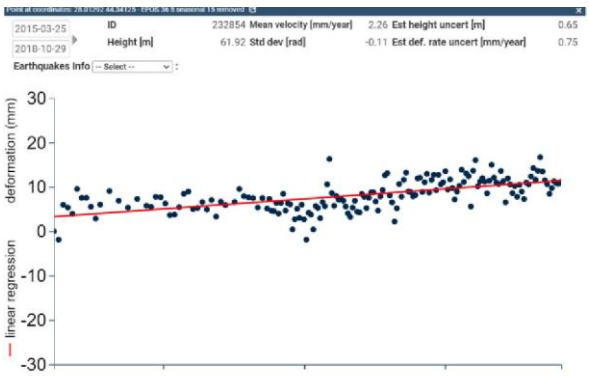
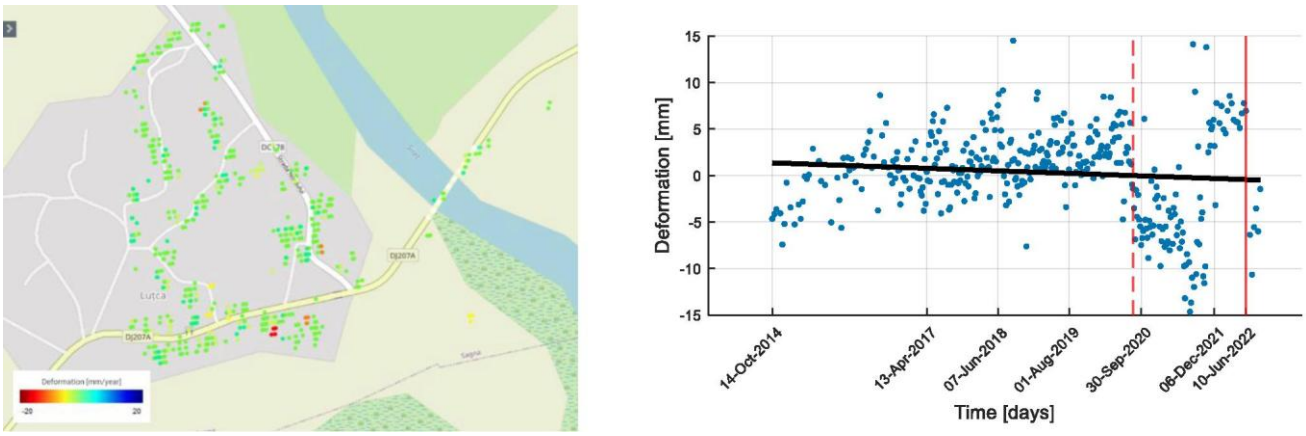


Figure 4: The deformation profile from Figure 3 (b), but with its seasonal component removed

2.2. Detection of sudden changes

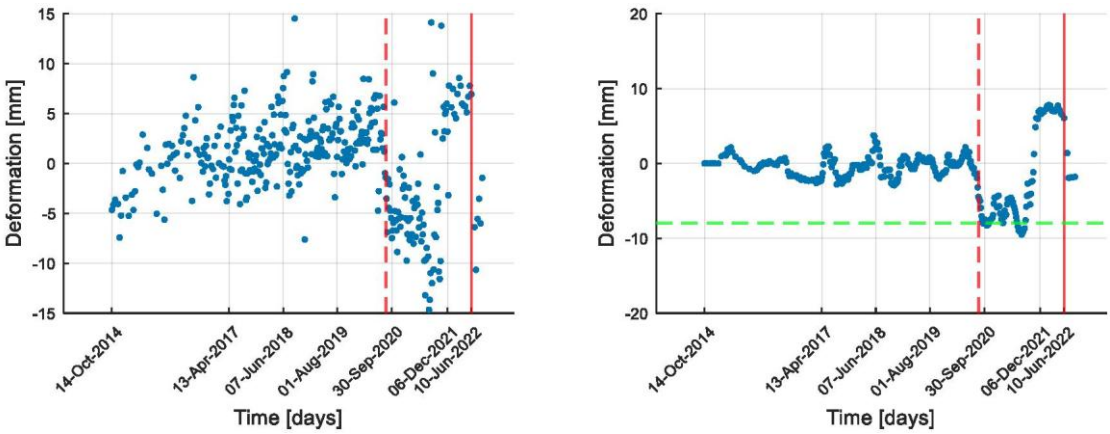
Sudden or abrupt changes in deformation profiles may provide information about possible structural problems. As an example, we present in Figure 5 a deformation profile from a PS situated on the Luţca bridge over the Siret River, Neamţ county, Romania. In August 2020, the bridge underwent significant repairs. On June 9, 2022, it collapsed, just six months after it had been reopened. Notice that although the mean velocity is not substantial, there is a significant change in the deformation pattern starting from August 2020 (see the dashed red line in Figure 5 (b)).



(a) (b)

Figure 5: (a) Deformation map of the Luţca area, Neamt county, Romania. Sentinel-1 SAR data, from **(b)** Deformation profile from a PS on the Luţca bridge. The dashed red line marks the start of the repairs, while the continuous one marks the date of the collapse.

Sudden changes are detected using the following algorithm [6]: (i) compute the linear prediction over a time interval of several acquisition dates; (ii) at every step compute the deviation from the prediction of the current model; (iii) update the model with new data; (iv) when the deviation exceeds a threshold, the deformation profile is considered to exhibit sudden changes.



(a) (b)

Figure 6: (a) Deformation profile from a PS on the Luţca bridge **(b)** The deviation from the prediction of the current model in the change detection algorithm. The dashed green line marks the threshold for which we consider a PS to have a significant change in its deformation profile

3. Conclusion and future work

One of the most important applications of persistent scatterer inteferometry is monitoring infrastructure such as bridges, buildings, rail roads and so on. The PSTool platform provides the means to analyze deformation maps and deformation profiles in order to detect possible structural problems in urban and road infrastructure.

Currently, we are developing algorithms for modeling deformation profiles with piece-wise linear functions. This will allow for detecting breakpoints and deformation at specific time intervals. For instance, in Figure 7, we present the same profile from Luţca, modeled with piece-wise linear functions (the black segments). Notice the change in the piece-wise linear deformation pattern after August 2020 (the dotted red line). Using the piece-wise linear model, we can detect unusual behavior in infrastructure movement, as we proposed in [11].

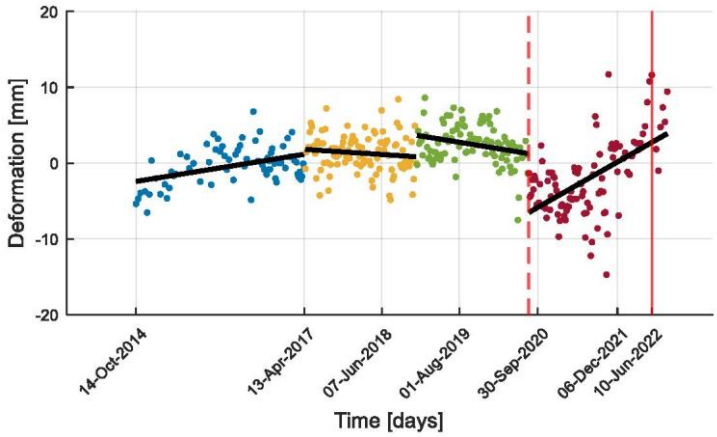


Figure 7: Deformation profile from a PS on the Luţca bridge and the associated piece-wise deformation model. Notice the change in displacement velocity starting from the begging of the repair/maintenance work, marked by the dashed red line

We are also developing algorithms for searching online mass-media reports for landslide events and bridge collapses. We extract information from news articles and reports regarding the place and the time of disasters using natural language processing algorithms (e.g., named entity recognition). We plan to correlate the mass media-reported events with the deformation maps available in PSTool from 2016 to the present.

Acknowledgments

This work was supported by a grant of the Ministry of Research, Innovation and Digitization, CCCDI - UEFISCDI, project number PN-III-P2-2.1-PTE-2021-0513, within PNCDI III.

References

1. Michele Crosetto, Oriol Monserrat, María Cuevas-González, Núria Devanthéry, Bruno Crippa, (2016). Persistent Scatterer Interferometry: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, volume 15, pages 78-89, ISSN 0924-2716,doi: https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.10.011.
2. OBSERVER: Introducing the Copernicus Land Monitoring Service's "European Ground Motion Service". Internet: https://www.copernicus.eu/en/news/news/observer-introducing-copernicus-land-monitoring-services-european-ground-motion-service [24 January 2021].

3. Y. Larsen et al. "European Ground Motion Service: Service Implementation Plan and Product Specification Document". Internet:https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/egms-specification-and-implementation-plan [24 January 2021].
4. Valentin Poncos, Daniel Cusson, Andrew Welch, Delia Teleaga, Stefan-Adrian Toma (2023). C-GMS - The Canadian ground motion service. 2023 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS.
5. Poncoş, V.; Stanciu, I.; Teleagă, D.; Majenco, L.; Bozsó, I.; Szakács, A.; Birtas, D.; Toma, Ş.-A.; Stănică, A.; Rădulescu, V. (2022) An Integrated Platform for Ground-Motion Mapping, Local to Regional Scale; Examples from SE Europe. *Remote Sensing*, 14, 1046. https://doi.org/10.3390/rs14041046.
6. Toma, S., Teleaga, D., Poncos, V.I., & Grozea, C. (2021). Ground Motion Patterns Analysis from the National Persistent Scatterer Deformation Map of Romania. *2021 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS*, 6237-6239, doi: 10.1109/IGARSS47720.2021.9553835.
7. S14Ro - Service for nation-wide infrastructure monitoring. (2020 - 2022) Web site: http://www.terrasigna.com/projects/S14Ro/ [10 September 2023].
8. AI4PSInSAR - Smart exploatation of infrastructure monitoring results (2022 - 2023) Web site: http://www.terrasigna.com/projects/AI4PSInSAR/ [10 September 2023]
9. Scargle, Jeffrey D. (1982) Studies in Astronomical Time Series Analysis. II. Statistical Aspects of Spectral Analysis of Unevenly Spaced Data. *Astrophysical Journal.* vol. 263, pp. 835-853.
10. Percival, Donald B. and Andrew T. Walden. (1993) *Spectral Analysis for Physical Applications.* Cambridge, UK: Cambridge University Press.
11. Stefan-Adrian Toma, Bogdan Sebacher, Valentin Poncos, Delia Teleagă (2023). Deformation Profiles Analysis Using Linear Piecewise Functions: Detection Of Infrastructure Instability. *2023 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium IGARSS.*

TECHNICAL CHALLENGES FOR BUILDING THE FIRST GENERATION QKD NETWORKS

Constantin Grumăzescu*, Ştefan Arseni, Emil Bureacă, George-Codrin Hariga, Andrei Brînzea

Military Technical Academy "Ferdinand I", Bucharest, Romania
**Corresponding author: constantin.grumazescu@mta.ro*

***Abstract**: Quantum computing, with its foreaseable capability of breaking current cryptographic algorithms and compromising all information security for both stored and in transit data, generated the need for developing new post-quantum (quantum resistant) cryptographic algorithms and new methods for cryptographic keys generation and distribution. By transmitting series of entangled photons, quantum communications are enabling the theoretically secure way for distributing (generating) new, quantum resistant, cryptographic keys that can be used by classic encrypting equipment. Quantum key distribution (QKD) networks require special optical fiber infrastructures or satellite links and complex photon distribution equipment. This paper presents the current progress on the development of a proprietary key management system (KMS) for a QKD network that will be part of a national research center in Romania.*

***Keywords**: quantum, key, network, KMS, QKD*

Introduction

Quantum computing is a groundbreaking technology that will most likely remap our digital world in ways previously thought impossible. By using the properties of quantum mechanics, quantum computers manage to process information at absurd speeds and scales that traditional or even supercomputers can only dream of. At the heart of quantum computing lies the quantum bit or qubit. Unlike classical bits, which can be either 0 or 1, qubits can exist in a superposition of both states simultaneously. This property enables quantum computers to perform complex calculations by considering multiple possibilities at once, significantly speeding up computations for certain tasks, and, inherently threatens the security of the classical cryptosystems. While symmetric key cryptosystems might be adjusted to be more secure by using larger keysizes, asymetric cryptosystems are considered to be broken in the next few years [1][2].

Research has been developed in two main directions - post-quantum cryptography and quantum key distribution.

One of the most remarkable features of quantum computing is entanglement. When two qubits become entangled, their properties become interconnected in such a way that the state of one qubit instantly affects the state of the other, regardless of the distance between them. This phenomenon has profound implications for secure communication and encryption, as it allows for the creation of unbreakable quantum encryption systems, and is the actual basis for quantum key distribution. Several protocols have been developed over time for the quantum distribution of encryption keys. Such an example is the BB84 protocol that's being depicted in Figure 1.

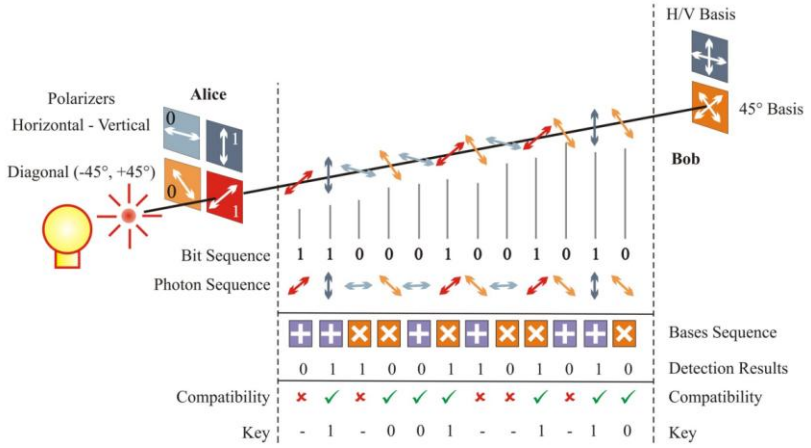


Figure 1: Key exchange in the BB84 protocol implemented with polarization of photons [2]

1. Quantum Key Distribution

In each and every QKD system, a pair of devices is needed in order to transfer photons and establish cryptographic keys. Usually named, Alice and Bod are the two QKD equipments that are interconnected through several channels – dark fiber for carying photons, usual fiber for key refinement, public channel for management or other operations. Alice holds a quantum random number generator that initiates they key establishment process. By using randomly chosen values, Alice emits a series of photons towards Bob. Bob receives photons and negotiates with Alice which of them it will keep for the key. The properties of quantum entanglement ensure that the communication channel and this method of establishing a session key are 100% theoretically secure. (Figure 2)

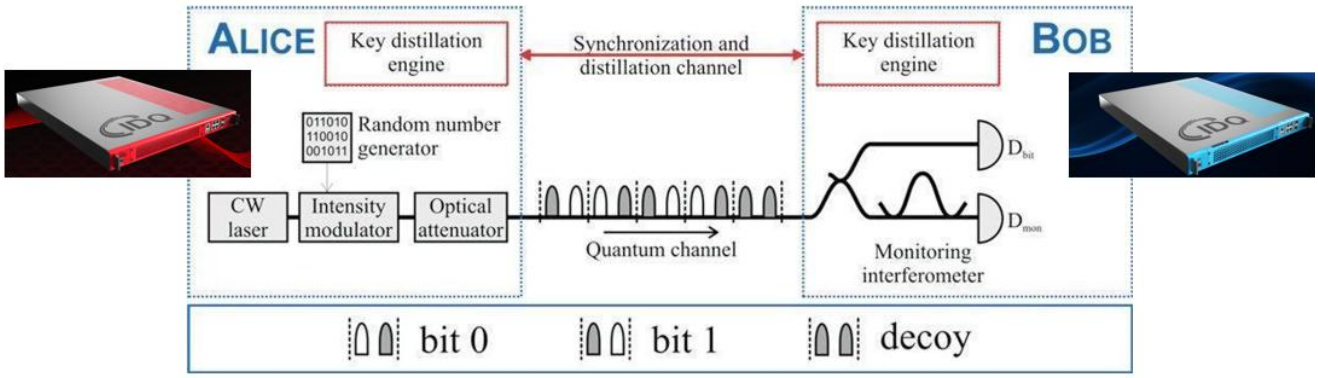


Figure 2: QKD system overview

2. Key Management Systems and QKD topologies

From a client perspective, the most important aspect when interacting with a QKD system, is to safely get an encryption key that can be usd afterwards to secure traffic going through public links. In order for this to happen, some sort of key retrieval mechanism must be implemented by the vendor in order to pass encryption keys from the QKD device to the encryptor. Due to the fact that the retrieval mechanism could differ from one vendor to another, standards organizations had to take over and settle a single, yet simple and effective way of doing this – a QKD retrieval standard available for every QKD system manufacturer. While the International Telecommunication Union - Telecommunications (ITU-T) addresses the issue of communications in QKD systems, both for quantum and classical channels, and the the International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission (ISO/IEC) focuses its efforts on the hardware and software components of QKD systems (security level assessment and determination), the European Telecommunications Standards Institute

(ETSI) has generated significant results regarding the interfacing of modern QKD systems with classic equipment consuming cryptographic keys.

Another important aspect of QKDs is the network topology. Curently, QKD equipment is relatively expensive, bulky and really difficult to interconnect – two fiber channels are necessary, one of which is a dark fiber channel, meaning it should stretch from one device to another without any interruption or intermediary devices. This is why QKD nodes are being implemented in real life testbeds and nation wide infrastructures between network nodes that belong to certain stakeholders, usually datacenters or large data procesors. In case of a mesh network of sites that need quantum level encryption, for each and every link in the mesh, a pair of QKD devices will be needed.

3. Technical challenges

The ETSI GS QKD 014 v1.1.1 (2019-02) specification defines a communication protocol and data formats involved, ensuring the transfer of cryptographic keys between the QKD channel and applications requesting those keys. To simplify the use of this protocol, the specification introduces a REST API interface that uses HTTPS as the communication medium and JSON as the format of the transferred data, and having the following methods exposed - *Get_status* (returns the status of the QKD device), *Get_key* (returns cryptographic material in a Key_container type structure from the QKD device), *Get_key_with_key_ID*s (returns cryptographic material in a Key_container type). Thus, the KMSs that are being developed by every QKD system vendor should follow the ETSI standard in order to correctly provide quantum established keys to encryption devices[3].

As it can be seen from the ETSI specification, there is not much flexibility in this standard in order to deeply experiment various configurations and technical scenarios between al components of the QKD system – the client can't evaluate how many keys are getting produced/stored/consumedo or what is the performance of the QKD nodes when the quantum channel (dark fiber) undergoes modifications or performance fluctuations. In our research projects, we are building our own, proprietary KMS (Figure 3), that sits on top of the manufacturer middleware, in order to have more flexibility in handling encryption keys. Our KMS is being developed twofold:

- it can pull keys from the device using the latest ETSI standard, thus ensuring that we are building one KMS that can work on top of multiple vendor devices;

- it can pull keys from the device by using a vendor specific protocol that offers a lot more and granular information about the device; since we are working with IDQuantique manufactured devices (Cerberis XGR), we are leveraging the IDQ4p protocol in order to get this type of information.

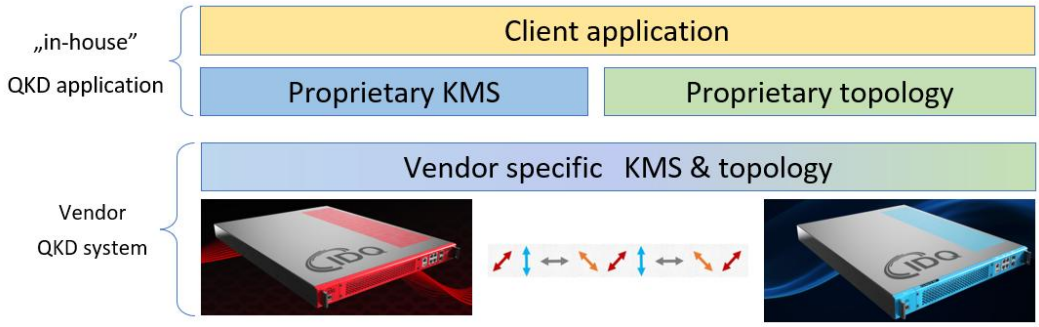


Figure 3: Key Management Systems

In a QKD topology, if two nodes that are far from eachother, a combined quantum secure end to end link should be implemented through the same infrastructure. This means that the QKD manufacturer must supply a method of keeping track of every node in the QKD system topology, and quantum secure keys are to be established between such nodes. In a vendor agnostic type of infrastructure, the QKD topology must pe handled through some method that should be available for every manufactur-

er/client. This translates to the need of building a proprietary KMS alongside a proprietary topology handler [4].

In our project, we are building a network topology handling software module that should easily connect to every node. By using our own topology handler, we are able to check and establish end to end encryptions by using quantum secure keys which we are able to control and distribute in the network topology.

In order to build this type of service, we would need to build and test our topology handling software component in an environment with a significant amount of QKD links. As this is rarely possible, we have build two other software components:

- a software component that perfectly simulates the QKD device in its relation to the client application;
- a software component that mimics the quantum channel, with the advantage of being able to modify certain parameters in order to be able to simulate quantum communications issues.

Conlusions

Despite the efforts made and the progress made, there are currently a number of issues that have not been sufficiently addressed or for which there are specifications under development:

- evaluation and certification of QKD equipment and modules (security requirements, test-evaluation methodologies, certification procedures, etc.) through independent evaluation laboratories or national/international certification authorities;
- clear specifications and evaluation methodologies for QKD transmitter and receiver modules;
- interoperability of QKD infrastructures with existing fiber optic networks (specifications regarding physical interfaces, network control, etc.);
- integration of quantum distributed keys into existing cryptographic solutions;
- the integration of satellite systems within QKD infrastructures is a relatively new approach that currently does not enjoy the existence of standards or interoperability specifications.

Acknowledgement

This paper is being supported by the national research project – "Development of the National Research Center for Quantum Communications - QUANTEC", funded by the Romanian Ministry for Research, Innovation and Digitalization. [5]

References

1. Bernstein, D. J. (2009). Introduction to post-quantum cryptography. In Post-quantum cryptography (pp. 1-14). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
2. Mavroeidis, V., Vishi, K., Zych, M. D., & Jøsang, A. (2018). The impact of quantum computing on present cryptography. arXiv preprint arXiv:1804.00200.
3. Länger, T., & Lenhart, G. (2009). Standardization of quantum key distribution and the ETSI standardization initiative ISG-QKD. New Journal of Physics, 11(5), 055051.
4. Alleaume, R., Roueff, F., Diamanti, E., & Lütkenhaus, N. (2009). Topological optimization of quantum key distribution networks. New Journal of Physics, 11(7), 075002.
5. https://www.spacescience.ro/projects/quantec/

ANALYTICAL MODEL FOR EXAMINATION OF SHOTS GROUPING ALTERATION IN SINGLE FIRE SHOOTING

Yana D. Dimitrova

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems,
National Military University „Vasil Levski", Shumen, Bulgaria, dimitrovax2yana@gmail.com

Abstract: *The grouping of shooting is one of the main indicators for evaluation of combat efficiency at weapons systems. Theoretical analises of shots grouping changing is crucial for the weaponry systems researchers. The article presents analytical model for examination of shots grouping alteration depending of influence of any factors.*

Keywords: *small arms; shots grouping; single fire*

Introduction

Under ideal shooting conditions, the bullets have the same trajectory and their point of hit (meeting the target) is the same and is called the control point. However, those ideal shooting conditions are not existing.

In real conditions, even with strict observance of the shooting rules, under the influence of various factors, each bullet describes its trajectory, which has a different point of fall. This phenomenon is called bullet scattering.

The boundary values of the bullets trajectories of the shots series determine the grouping of shooting.

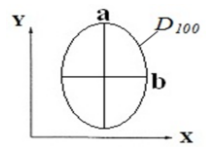


Fig. 1. *Ellipse of scatter.*
a – major axis of ellipse; b – minor axis of ellipse;

Research of the grouping variation as a result of the influence of various factors is necessary in the development or modernization of weapon systems and ammunition. That can be explained by the fact that grouping is one of the main indicators for assessing the combat effectiveness of small arms.

In order to achieve high combat effectiveness of small arms, it is necessary to achieve a certain value of grouping. To assess the value of the grouping of the small arms, it is accepted to consider it as a circle with a diameter – D_{100} in which 100% of the hits fall.

In this report, in order to more precisely examine the grouping variation, an analytical model is proposed in which grouping is considered, not as a circle, but as an ellipse of scatter, which consists of a major and a minor axis (Figure 1). For values of the circle diameter of the grouping (D_{100}), the value of the larger of the two axes is taken.

Purpose

The purpose of this report is to presented an analytical model to examine the shots grouping variation, as a result of the influence of various factors, in a single firing.

Explanation of the analytical model for examination of shots grouping variation

In order to achieve good shots grouping, it is necessary for the bullet to have approximately the same values of forward and angular velocity. But, achieving the same one initial forward velocity of

the bullet it is impossible, as it depends on the mass of gunpowder charges, charge density, physics-chemical properties of gunpowder, bullet mass, shape and size, air-air, chamber and barrel temperatures and many other factors.

Initial forward velocity of the bullet, in turn, alter its angular velocity on which many other factors also have an influence, such as: length and angle of inclination of the furrows, structural parameters of the bullets, etc. Those factors depend on the structural characteristics and technical condition of the weapon systems and ammunition.

Accordingly, in order to determine the influence of the researched factor on the grouping of the shooting, it is necessary to first determine the coordinates of the hit points in the vertical and horizontal planes of the target at different initial angular and forward velocity of the bullet. In additionally of that, this it must be accomplished in two cases - first one without the influence of the examine factor and the second with its influence.

Second, it is necessary to calculate the value of the distance between the coordinates of the hit points in the presence of the examine factor and the coordinates without its influence. This can be achieved through the formulas:

for the vertical plane:

$$\Delta Y_{V_{dmax_i}} = y_{V_{dmax}} - y_{V_{dmaxF_i}} \quad \text{[m]}, \tag{1}$$

$$\Delta Y_{V_{dmin_i}} = y_{V_{dmin}} - y_{V_{dminF_i}} \quad \text{[m]}; \tag{2}$$

for the horizontal plane:

$$\Delta X_{\omega_{max_i}} = x_{\omega_{dmax}} - x_{\omega_{dmaxF_i}} \quad \text{[m]}, \tag{3}$$

$$\Delta X_{\omega_{dmin_i}} = x_{\omega_{dmin}} - x_{\omega_{dminF_i}} \quad \text{[m]} \tag{4}$$

where:

$i = 1 \div f$ – i-th shot [m];

f – number of shots;

$y_{V_{dmax}}$ – hit coordinate in the vertical plane without the presence of the examine factor's and maximum muzzle forward velocity [m];

$y_{V_{dmaxF_i}}$ – hit coordinate in the vertical plane with the presence of the examine factor's and maximum muzzle forward velocity [m];

$y_{V_{dmin}}$ – hit coordinate in the vertical plane without the presence of the examine factor's and minimum muzzle forward velocity [m];

$y_{V_{dminF_i}}$ – hit coordinate in the vertical plane with the presence of the examine factor's and minimum muzzle forward velocity [m];

$x_{\boldsymbol{\omega}_{dmax}}$ – hit coordinate in the vertical plane without the presence of the examine factor's and maximum muzzle angular velocity [m];

$x_{\boldsymbol{\omega}_{dmaxF_i}}$ – hit coordinate in the vertical plane with the presence of the examine factor's and maximum muzzle angular velocity [m];

$x_{\boldsymbol{\omega}_{dmin}}$ – hit coordinate in the vertical plane without the presence of the examine factor's and minimum muzzle angular velocity [m];

$x_{\boldsymbol{\omega}_{dminF_i}}$ – hit coordinate in the vertical plane with the presence of the examine factor's and minimum muzzle angular velocity [m].

By performing calculations according to formulas 1, 2, 3 and 4, results are derived for the amendment in the value of the hit coordinates at maximum and minimum forward and angular velocity

of the bullet and the influence of the examined factor. As a result, the maximum values of the amendment of the hit coordinates in the vertical and horizontal planes can be determined – ΔY_{max} и ΔX_{max}.

Third, through the obtained values – ΔY_{max} and ΔX_{max}, it is necessary to determine the maximum and minimum value of the amendment of the minor and major axes of the ellipse of scatter, with the presence of the studied factor, from the base axes. The formulas that can be used to achieve this purpose are:

- for the vertical plane:

$$\mathrm{Y}_{100_{\max}} = \mathrm{Y}_{\mathrm{tab}} + \Delta\mathrm{Y}_{\max} \quad [\mathrm{m}], \tag{5}$$

$$\mathrm{Y}_{100_{\min}} = \mathrm{Y}_{\mathrm{tab}} - \Delta\mathrm{Y}_{\max} \quad [\mathrm{m}]; \tag{6}$$

- for the horizontal plane:

$$\mathrm{X}_{100_{\max}} = \mathrm{X}_{\mathrm{tab}} + \Delta\mathrm{X}_{\max} \quad [\mathrm{m}], \tag{7}$$

$$\mathrm{X}_{100_{\min}} = \mathrm{X}_{\mathrm{tab}} - \Delta\mathrm{X}_{\max} \quad [\mathrm{m}], \tag{8}$$

where: $Y_{100_{max}}$ – maximum value of the major axis of the ellipse of hit scatter in the vertical plane, which accommodates 100% of the hits, with the presence of the examined factor [m];

$Y_{100_{min}}$ – minimum value of the major axis of the ellipse of hit scatter in the vertical plane, which accommodates 100% of the hits, with the presence of the examined factor [m];

Y_{tab} – the accepted for base value of the major axis of the ellipse of hit scatter of the hit coordinate in the vertical plane, without the presence of the examined factor [m];

$X_{100_{max}}$ – maximum value of the minor axis of the ellipse of hit scatter in the horizontal plane, which accommodates 100% of the hits, with the presence of the examined factor [m];

$X_{100_{min}}$ – minimum value of the minor axis of the ellipse of hit scatter in the horizontal plane, which accommodates 100% of the hits, with the presence of the examined factor [m];

X_{tab} – the accepted for base value of the minor axis of the ellipse of hit scatter in the horizontal plane, without the presence of the examined factor [m].

The results obtained will show the value amendment of the minor and major axes of the ellipse of scatter, in the presence of the examined factor, from the accepted for base axes. It should be accepted that these results could be obtained only in case of single fire shooting.

The value of the of the minor and major axes of the ellipse of scatter without the presence of the examined factor its been accepted for the base value. For more precise determination of these base value of the minor and major axes of the ellipse of scatter its necessary to be conducted experimental fire shootings. In this way results will be obtained for their value for concrete batch of ammunitions.

After determining the base values of the major and minor axes of the ellipse of scatter, according to the proposed analytical model, using formulas 5, 6, 7 and 8, the estimated value of the diameter of shots grouping (D_{100}), it can be determined.

Conclusion:

The proposed analytical model provides the opportunity for theoretical examination of amendment of shots grouping, influenced of different factors, in virtual environment.

The use of the analytical model requires the elaboration of analytical models to determine the coordinates of the hit points in the vertical and horizontal planes for the researched shooting system and the ammunition intended for it. The models should output results for the coordinates of the hits with and without the influence of the examined factor at different bullet velocities.

Data collection from theoretical analyzes and subsequent results from empirical research will provide an opportunity to assess the adequacy of the proposed model through the methods of mathematical statistics.

References:

1. МНО. 1953. Външна балистика. София: ДВИ.
2. Равдин, И. Ф. 1972. Външна балистика на неуправляемите ракети и снаряди. София: ДВИ.
3. Carlucci D. E., & Jacobson S. S. 2007. Ballistics. Theory and design of guns and ammunitions. N.Y. CRC.
4. Heard B. J. 2008. Handbook of firearms and ballistics. Examining and nterpreting forensic evidence. John Wiley & Sons.

Докладът е в изпълнение на Национална научна програма „Сигурност и отбрана“, приета с РМС No 731 от 21.10.2021 г. и съгласно Споразумение No Д01-74/19.05.2022 г.

COMMUNICATION AND COMPUTER TECHNOLOGIES

THE ROLE AND FUTURE OF AI IN EDUCATION

Delyan S. Slavov

Foreign languages department, National military universiry, 1 Karel Shkorpil Street, Shumen, Bulgaria
slavovd@yahoo.com

***Abstract**: Artificial intelligence (AI) is evolving and its applications are becoming more prevalent at an alarming rate. In actuality, AI has altered how individuals learn. However, there have been difficulties and moral problems with its implementation in the educational field. This study's goal is to examine how AI and education are related. In order to determine the present research focus, give educators a comprehensive grasp of AI technology in education, and suggest future research directions, an evaluation of the existing literature was conducted using the systematic review approach. The paper discusses these issues as well as additional difficulties and recommendations.*

***Keywords**: Artificial intelligence (AI), education*

Introduction

At a workshop held at Dartmouth College in 1956, the phrase "artificial intelligence" was first used. Since then, AI has had moments of intense interest and lofty expectations, interspersed by what are known as "AI winters," in which the lofty expectations did not come true and the funding all but dried up. AI researchers have been drawn to two parallel strategies since its infancy. First, there is the "symbolic" AI method, which produced "expert systems" and was centered on knowledge engineering (encoding expert information) and human reasoning principlesThe phrase "rule-based" or "good old-fashioned AI" (GOFAI) is frequently used to describe this strategy. Second, and starting around the same time, was AI, which draws conclusions from typically vast amounts of data and is motivated by the way the human brain is organized (its neurons). This artificial neural network (ANN) method is one of many data-based strategies referred to as machine learning (ML), along with support vector machines (SVM),

Bayesian networks, and decision trees. The majority of symbolic AI's advancements in the latter half of the 20th century involved bottlenecks, which caused the AI winters. Early in the twenty-first century, ML gained dominance due to the availability of vast amounts of data (mostly derived from the internet) and considerably faster processors. It is ML that has contributed to the majority of the spectacular developments in AI in recent years. Interestingly, some researchers now argue that ML is soon to hit its own development ceiling, such that significant further progress will only happen if there is a new paradigm (which might involve bringing together GOFAI

and ML) (Marcus 2020). [2]

A wide range of industries, including commerce, finance, and medical, are quickly adopting artificial intelligence (AI) as a standard tool. Due to the many different types of AI platforms and applications available, the possibilities for their use are endless. For example, AI can be used to detect anomalies in bank transactions to help spot fraudulent activities[8]. Additionally, AI platforms can be utilized as diagnostic tools, to assist pharmaceutical companies in the creation of new drugs, and to help physicians find cancers that they might otherwise miss. And that is only the start.

The introduction of first generation computers and its updated iterations set the stage for the use of technology in education (Schindler et al., 2017). Teachers were seen utilizing computers for a varie-

ty of tasks, including teaching, conducting research, recording student grades, and more. Similar to this, students used computers for learning, researching, and problem-solving, among other things. Additionally, computers have been employed as a teaching tool (similar to a library or lab) and as a way to keep student data databases. (Jones, 1985). With the development of artificial intelligence (AI), which is a system that allows machines to be programmed to resemble humans, the use of technology in education has evolved significantly.. Artificial Intelligence is "*the science and engineering of making intelligent machines*" or "*a machine that behaves in a way that could be considered intelligent if it was a human being*." [1]

1. Examples of AI in education

1.1. Personalized learning

One of AI's advantages is its speedy ability to analyze massive volumes of data and identify patterns, which makes it the ideal tool for creating tailored learning. AI can be used to swiftly create customized lectures for a given subject. AI-based learning systems may also be able to provide teachers with comprehensive data on their students' aptitudes, progress, and learning styles as well as advice on how to adapt their teaching strategies to meet the needs of each student. Providing some kids with more difficult assignments while giving others additional attention is one example.

AI might also be used to forecast outcomes with more accuracy, assisting teachers in determining whether the learning objectives they have set for their lessons will be met.

Additionally, it aids in creating, arranging, and scheduling classes for students, making the experience wholly original and extraordinarily fulfilling. Additionally, this can provide teachers more time so they can focus on important responsibilities like dealing with pupils.

1.2. Adaptive learning

Using artificial intelligence (AI), adaptive learning, also known as adaptable teaching, allows resources and learning activities to be tailored to the particular needs of each student. This is very helpful for online education.

This is accomplished by carefully examining a student's performance statistics, following which the pace and level of the course material are modified by the AI algorithm to enhance learning.

By eliminating pointless repetition and concentrating on the ideas or subjects that a student might be having trouble with, this strategy not only maximizes learning but can also save time and resources. The student can learn at a speed that is comfortable for them while the teacher can offer support wherever they need it.

Adaptive learning is being used by many businesses to enhance the way knowledge is presented. Duolingo, a language-learning program that offers listening, reading, and speaking exercises for learning about 40 different languages, is one well-known example. The software makes use of AI to make sure that classes are leveled and pace for each learner based on performance.

1.3. Automated grading

One of the most time-consuming duties in school is marking papers and exams. AI tools can evaluate essays, multiple-choice exams, and programming assignments very accurately and effectively, saving teachers a ton of time thanks to machine learning algorithms.

In addition to saving time, using a machine to perform these activities provides uniformity in scoring, potentially removing teachers' biases, including unconscious prejudice, and minimizing human mistake in the correction procedure. The AI tool may also give teachers and pupils individualized feedback. As a result, students can take control of their learning and make progress in areas where they are having difficulties.

Although AI-powered automated grading offers many benefits, bias may still occur. This is due to the fact that machine learning algorithms are trained using data, which may also be biased. In order to make the technology impartial, further study is still needed in this area.

2. Intelligent tutoring systems

Intelligent tutoring systems (ITS) are computer programs that use machine learning algorithms to create individualized lesson plans that adjust to the learning styles and rates of each student. Similar to earlier AI tools, ITSs examine student data to identify learning patterns, which it utilizes to deliver individualized suggestions, criticism, and activities that are appropriate for every learner.

Teachers can use ITSs to track students' progress and adjust their teaching strategies for more effective lesson delivery, which benefits both students and teachers. With support when needed and a challenge when they are prepared to grasp more complex ideas, ITSs can assist students in learning at their own speed.

2.1. Smart content creation

One of the biggest issues a teacher faces is coming up with lesson plans because every student has different needs depending on how they learn and comprehend things. The process of automating and improving the creation of educational information using AI is known as "smart content creation." By examining student data to produce individualized and interesting educational materials, the AI systems may offer in-depth analysis.

Based on different learning goals, this is then used to construct environments that are specifically tailored. The lesson plan that best suits their needs can then be selected by the students. Through chatbots, augmented reality, or virtual reality, AI may help create interactive tests, simulations, and experiments that can be used in the tailored environment to improve learning.

2.2. Learning analytics

Although sorting through a lot of student data can be tiresome, it can also provide important information about a student's progress and performance. Large amounts of student data can be analyzed more easily utilizing automated analytics, and this process can be sped up using AI. It facilitates the difficult and time-consuming process of data analysis.

The data can be used by teachers to monitor student engagement and performance as well as to conduct timely interventions and give extra support to students who need it. Students can utilize it in a similar way to keep tabs on their performance and learning as well as to request more assistance if necessary. Students at the University of Michigan can view and track their grade distribution, assignments, planning, and resources via a dashboard called My Learning Analytics.

2.3. Natural language processing

Making computer systems that can comprehend and interpret human languages is the focus of the branch of artificial intelligence known as natural language processing (NLP). There are numerous uses for NLP, including information extraction, chatbots, and text production. Large language models like OpenAI's ChatGPT are one of the most well-liked applications of NLP.

Students can utilize ChatGPT to complete their schoolwork, get ready for tests, or just to pique their curiosity. Additionally, teachers can utilize ChatGPT to create lesson plans and proofread papers for accuracy and language. As the popularity of the software has risen, more and more students are using this resource. And although it may seem like there are no downsides to this technology, many people think otherwise.

Students should not see ChatGPT as their answer to all the homework questions, and similarly, teachers should not see ChatGPT as the absolute of human knowledge. As mentioned in this study, it should be viewed more as an assistive technology that responds to societal values and needs. Other concerns also exist, such as the existence of bias, the knowledge not being current, plagiarism, its use as an aid in cheating, etc.

Other technologies, such automatic essay grading systems, which were previously discussed in the article, utilise NLP. The many issues with the technology when applied in the education sector should be addressed in future advances involving the usage of NLP technologies.

2.4. Augmented and virtual reality

Over the past few years, immersive technologies like augmented reality (AR) and virtual reality (VR) have gained popularity. AR is an immersive technology that enhances a user's impression of reality by superimposing computer-generated content onto real-world objects. On the other side, virtual reality (VR) allows users to experience a virtual environment as if it were real. Although employed for gaming and metaverse, these technologies have enormous potential in the field of education.

To better understand difficult ideas and enhance their learning overall, students can employ immersive technologies to interact with the course material. Applications for virtual reality in particular are quite promising, including the creation of labs where students can carry out science experiments or digitally dissect animals. AR can be used to study stars and galaxies up close, allowing students to engage with physical things and giving them more hands-on and experiential learning. [8]

Other uses of AI in education

- Classroom/Behavior Management
- Lesson Planning
- Classroom Audio-Visual
- Parent-Teacher Communication
- Language Learning
- Test Prep
- Assessment
- Learning Management Systems
- Gamification for Enhanced Student Engagement
- Staff Scheduling and Substitute Management
- Professional Development
- Transportation
- Maintenance
- Finance
- Cybersecurity
- Safety and Security

Examples of how artificial intelligence is currently being used in higher education include[9] :

- Plagiarism Detection
- Exam Integrity
- Chatbots for Enrollment and Retention
- Learning Management Systems
- Transcription of Faculty Lectures
- Enhanced Online Discussion Boards
- Analyzing Student Success Metrics
- Academic Research
- Connected Campuses

2.5. Benefits and Challenges Of Incorporating AI Into The Classroom

Giving pupils a more individualized learning experience is one of the main advantages of implementing AI in the classroom. AI algorithms are able to assess student data, adjust to their learning preferences, and provide feedback and suggestions that are specific to each student's needs and aptitudes. This can maintain students' interest and motivation, which will benefit their academic achievement. Deepening students' comprehension of this quickly-evolving technology is another advantage of using AI in the classroom.

Teachers may assist students build a critical understanding of AI by introducing it into the curriculum. This will also help them get ready for the opportunities and problems of the digital age. Finally, integrating AI into the classroom can assist students in acquiring crucial 21st-century skills like teamwork, critical thinking, and problem-solving. These abilities can be cultivated through practical use of AI tools and applications and are crucial for success in the digital age.

While implementing AI in the classroom has many advantages, teachers must also overcome a number of obstacles. The requirement for technical skills is one of the main obstacles. Teachers who are not familiar with AI may find it difficult to integrate this technology into their teaching practices, and they may need support and training to get started. Another challenge is the cost of AI tools and applications[7] Many colleges and universities lack the funds to buy and maintain the equipment required to implement AI in the classroom, therefore they may need to look for outside funding or collaborations to help them. Last but not least, introducing AI into the classroom raises ethical issues. As AI develops, there are worries about how it will affect employment markets, security, and privacy. Teachers need to

be aware of these issues and do their part to protect their pupils as they experiment with this fascinating and quickly developing technology.

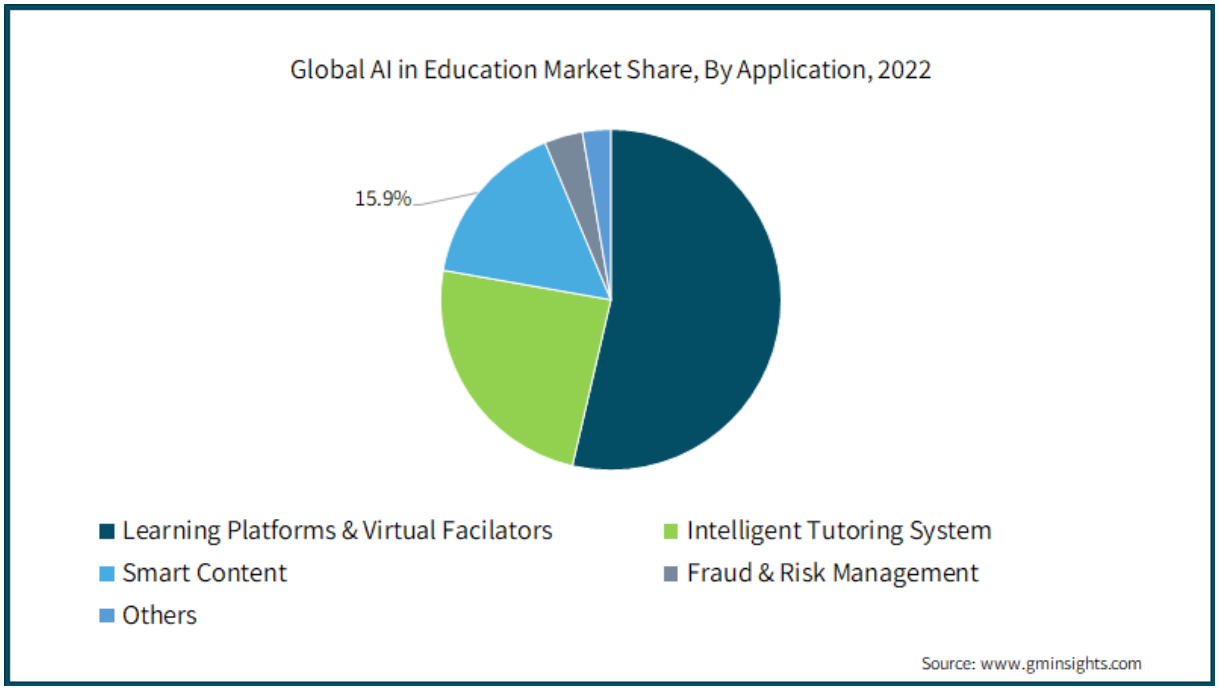


Figure 1. Global AI education market

3. Future of AI in education

Artificial intelligence in education is here to stay. It's best to join the trend sooner rather than later because it will only become more prevalent in classrooms and schools.

Although we can't forecast exactly how artificial intelligence in education will develop, we may draw some conclusions from how it is now being used. The current application of AI will be improved upon and made more precise as the technology advances.

For instance, to be able to analyze data more successfully, the way students study with AI apps will advance in sophistication and depth, giving students an even more tailored experience.

In addition to AI programs, virtual reality software and games are likely to proliferate in schools. AI in virtual reality can give students hands-on experience, which facilitates and enhances learning. These technologies enable science investigations, creating a more secure and interesting learning environment for pupils.

AI will be employed in schools to design intelligent classrooms and structures. The ability for AI-powered apps to remotely operate appliances like thermostats, alarms, and lights already exists. By implementing this technology, educational facilities can become both more secure for students and more manageable for staff.

3.1. The one-on-one model becomes popular.

Previously, only the wealthy could access one-on-one help for things like tutoring, coaching, mentorship, and even therapy. AI may be able to serve as a live tutor for anyone, with human assistance for in-depth information, emotional support, and behavioral guidance.

3.2. Individualized education becomes a reality

With AI, it will be feasible to customize everything from curriculum to learning modes and demands (e.g., visual versus text versus audio). It will also be possible to simply incorporate a child's or adult's favorite character or hobby/genre. Additionally, one will be able to learn more specifically depending on their skill level and knowledge gaps thanks to software that can monitor their progress, repeat or reformat customized content for them based on their knowledge and gaps. This ought to increase engagement.

3.3. There will be a new generation of AI-first solutions for both educators and students –

We can readily imagine students and teachers joining a new generation of early adopters for software that makes use of chat-based conversational interfaces as AI continues to become more "human-like" through enhanced intelligence, just as they did with early productivity applications. With the advent of innovative AI-driven resources like Photomath and Numerade, children may now solve and comprehend challenging math and scientific challenges. A popular product can spread swiftly thanks to student organizations, social clubs, events, or even professors who utilize them in classes with hundreds of students because colleges in especially are dense places.

3.4. The need for fact-checking will increase as the "truth" is corrupted.

In the era of AI, "truth" is another major area of concern. Although available data is used to train algorithms, all of this information is still now vulnerable to human opinion and behavior.

4. Recommendations on use of AIED

All individuals, sources, and tools that shape the concepts or produce the content must be duly credited. As a result, if an AI tool is utilized, it should be disclosed. The manner of acknowledgement

may vary depending on the situation, institutional policies, or other demands. The input provided to the AI tool should be specific whenever possible.

It is often allowed to make appropriate use of resources, tools, and services that merely affect the form (such as thesaurus, spell checkers, and proofreading programs).

Because it cannot accept ownership of the information and conclusions given, an AI tool cannot be identified as a co-author in a paper. The person (human being or legal entity) is always accountable for the content, whether or not it was generated by AI (see COPE Guidelines for Authorship and AI by Levene 2023). [5]

Users need to be aware that the outputs of AI tools may contain biased, erroneous, or incorrect content. The bias in the training data, algorithms, filters, etc., may be the source of this.

All pupils should receive instruction in artificial intelligence, and teachers should receive training on the topic as well. If students don't given the chance to learn about the ethical use of AI, they will be more inclined to use it improperly, which may be regarded as academic misconduct.

Students should be included and educated on the following:

- The goal of all learning and assessment-related activities, as well as the rationale behind having students create (for instance, write) their individual or group work assignments.
- How to improve their ability to produce content ethically.

Teachers should obtain instruction on the moral use of AI, including the creation of pertinent learning objectives, activities, and evaluation methods.

Institutional-level policies and national guidance should be created or revised to incorporate AI. Overarching recommendations on what institutions should incorporate in their policies should be provided by national guidelines.

Institutional policies should:

- Establish default guidelines for the usage of various AI tools by students, instructors, researchers, and other educational stakeholders. At the course level, there should be room for special rules. All interested parties should receive a clear explanation of the policy and the rules.
- Provide instructions to users on how to accurately and clearly acknowledge the use of AI technologies in a project, dissertation, thesis, paper, article, book chapter, computer program, graphic, or other sort of artifact.

5. Conclusion

It's simple to become enthusiastic about the promise of AI in education, but it's crucial to be aware of the technology's constraints and the ways in which it can be used in the classroom.The use of AI and VR in education has the potential to transform the sector and enhance student learning. But for implementation to be successful, there must be serious thought given to questions of ethics, equity, and privacy, as well as a focus on interpersonal communication and conventional teaching techniques. Businesses and educators may assist students in realizing their full potential and preparing them for the workforce of the future by tackling these issues and collaborating.

References

1. AI in Education: A Systematic Literature Review Fati Tahiru, Ho Technical University, Ghana
2. Artifical inteligence and education A critical view through the lens of human rights, democracyand the rule of law.
3. Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning Insights and Recommendations.

4. Artificial Intelligence in Education and Schools Ahmet Gocen,a Fatih Aydemirb.
5. https://edintegrity.biomedcentral.com/articles/10.1007/s40979-023-00133-4.
6. https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s41239-021-00292-9.
7. https://elearningindustry.com/incorporating-artificial-intelligence-into-classroom-examination-benefits-challenges-and-best-practices.
8. https://interestingengineering.com/lists/examples-how-artificial-intelligence-improving-education.
9. https://onlinedegrees.sandiego.edu/artificial-intelligence-education/.
10. https://orcid.org/0000-0003-0874-0428.

CYBER ASPECTS OF THE MODERN CONFLICTS (RUSSIA- UKRAINE)

Delyan S. Slavov

Foreign languages department, National military universiry,
1 Karel Shkorpil Street, Shumen, Bulgaria slavovd@yahoo.com

***Abstract**: Since 2014, there have been severe relations between Russia and Ukraine, which has led to violent incidents. Cyberattacks, together with the border dispute and the separatist movement in Ukraine, have become essential components of this conflict. In 2021, tensions between the two nations escalated, and in the first months of 2022, there was a serious cyberattack on the website of the Ukrainian government. The conflict between the two nations has intensified as a result of the Ukrainian government's accusations that Russia was the mastermind behind the cyberattack. Based on the timing of the wars and cyber attacks related to Ukraine, the goal of this study is to examine the impact of cyber assaults for both countries toward the conflicts that occur. It also describes how significant the role of cyber attacks in hybrid wars is.*

***Keywords**: Russia, Ukraine, Cyber aspects , Cyber threats, conflict*

Introduction

Ukraine proclaimed its independence from the Soviet Union in 1991. Until recently, Ukraine was closer to the center of Russia than other regions of the Soviet Union. Nevertheless, Ukrainian culture is seen as a part of Russian culture. But the partnership is by no means equal. Russia has been waging war against Ukraine for many years. Tensions between Russia and Ukraine flared in March 2014, when Russian troops seized control of Ukraine's Crimea region and annexed the peninsula after Crimeans opted to join the Russian Federation in a disputed local referendum[2]

According to Russian President Vladimir Putin, the rights of the Russian people and those who speak Russian in Crimea and southeast Ukraine must be upheld.

Key events:

- 12 May 2014: Pro-Russia separatists in Ukraine's easternmost areas, Donetsk and Luhansk, announce landslide victories in referendums on "self-rule". Ukraine and Western countries condemn the vote.
- 25 May 2014: Petro Poroshenko is elected president of Ukraine.
- 14 June 2014: Pro-Russia separatists shoot down a military transport plane in eastern Ukraine, killing all 49 Ukrainian service personnel on board.
- 27 June 2014: The EU signs a landmark partnership agreement with Ukraine.
- 17 July 2014: Malaysia Airlines flight MH17 is shot down over eastern Ukraine with the loss of 298 lives. A 15-month investigation by the Dutch Safety Board (DSB) later finds the plane was hit by a Russian-made Buk missile.
- 5 September 2014: Ukraine's government and pro-Russia rebels sign a truce in Minsk (referred to as the first Minsk Agreement) to end almost five months of fighting. The ceasefire collapses within days.
- 24 January 2015: A series of rocket attacks leave 30 people dead and many more injured in the city of Mariupol ineastern Ukraine.

- 12 February 2015: The second Minsk Agreement is signed.
- 9 July 2016: NATO and Ukraine sign a Comprehensive Assistance Package.
- 8 June 2017: The Ukrainian Parliament votes to restore NATO membership as the country's strategic foreign policy objective.
- 1 September 2017: Ukraine's association agreement with the European Union enters into force. Conflict in Ukraine: A timeline (2014 - present)16 Commons Library Research Briefing, 24 February 2023
- 15 May 2018: President Putin opens a 12-mile bridge between the Russian mainland and Crimea, tightening Russia’s hold over the annexed peninsula.
- 20 November 2018: The UK Government joins calls for Russia to stop delaying or preventing access for ships to the Sea of Azov. Restrictions on freedom of passage have been accompanied by an increase in Russia’s military presence in the sea.
- 21 February 2019: An amendment to Ukraine’s constitution, setting NATO membership as a strategic foreign and security policy, enters into force.
- 21 April 2019: Volodymyr Zelenskyy is elected president of Ukraine in a landslide victory.
- 7 September 2019: Russia and Ukraine exchange dozens of prisoners captured in the wake of Moscow's annexation of Crimea and intervention in the Donbas. It is the first prisoner exchange since 2014.
- 12 June 2020: Ukraine is granted NATO Enhanced Opportunity Partner status.
- 14 September 2020: President Zelenskyy approves Ukraine’s new National Security Strategy, with the aim of joiningNATO.
- 6 April 2021: Russia announces the start of mass militarydrills, raising tensions with Ukraine amid Western concern over the risk of renewed fighting.
- 14 April 2021: Ukraine’s defence minister says 110,000 Russian troops are massing on the border in 56 battalion-sized tactical groups[4]

Figure 1. Map (beginning of the conflict).Wall street journal. [3]

The Russian Federation began an invasion of Ukraine on February 24, 2022. This is the first instance of contemporary combat utilizing cyberwarfare skills. During this war around 800 cyber-attacks have been witnessed targeting to Ukraine alone. This created a possibility to research cyber warfare and its different methods used along-side with traditional warfare in armed conflict[5]

Since the start of the conflict with Russia, cyberattacks against Ukraine have occurred often. The most frequent cyberattacks targeted Ukrainian power firms, resulting in more than 225,000 power outages nationwide in December 2015 and another power outage in parts of Kiev in December 2016 after a similar attack. Cyber attacks were not unheard of in Ukraine's business and government computer networks. The NotPetya cyberattack, which originated in Russia and spread to computer systems worldwide in June 2017, resulted in losses amounting to billions of dollars.

4. Types of cyber attacks in the conflict

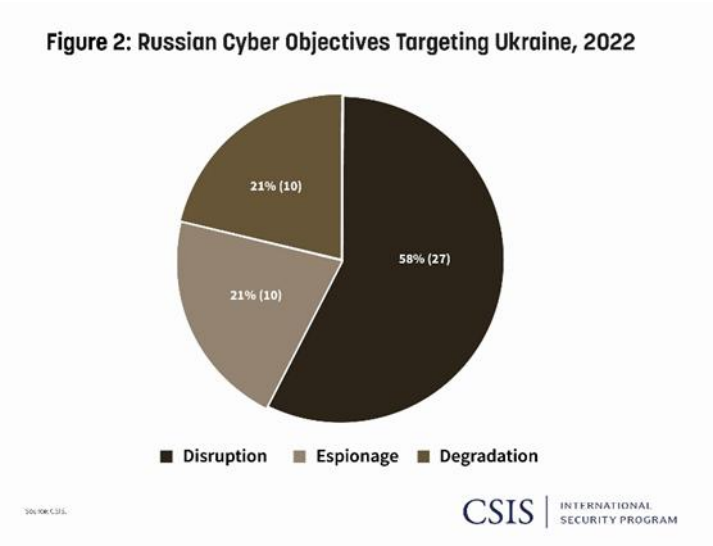


Figure 2. Types of cyberattacks [7]

Figure 2. shows the number of attacks in sectors and branches and the leading numbers are in National government, followed by other types and IT services. We should stress here that some sectors are of paramount importance, e.g., nuclear, and any interference in it could lead to extremely dangerous consequences [7].

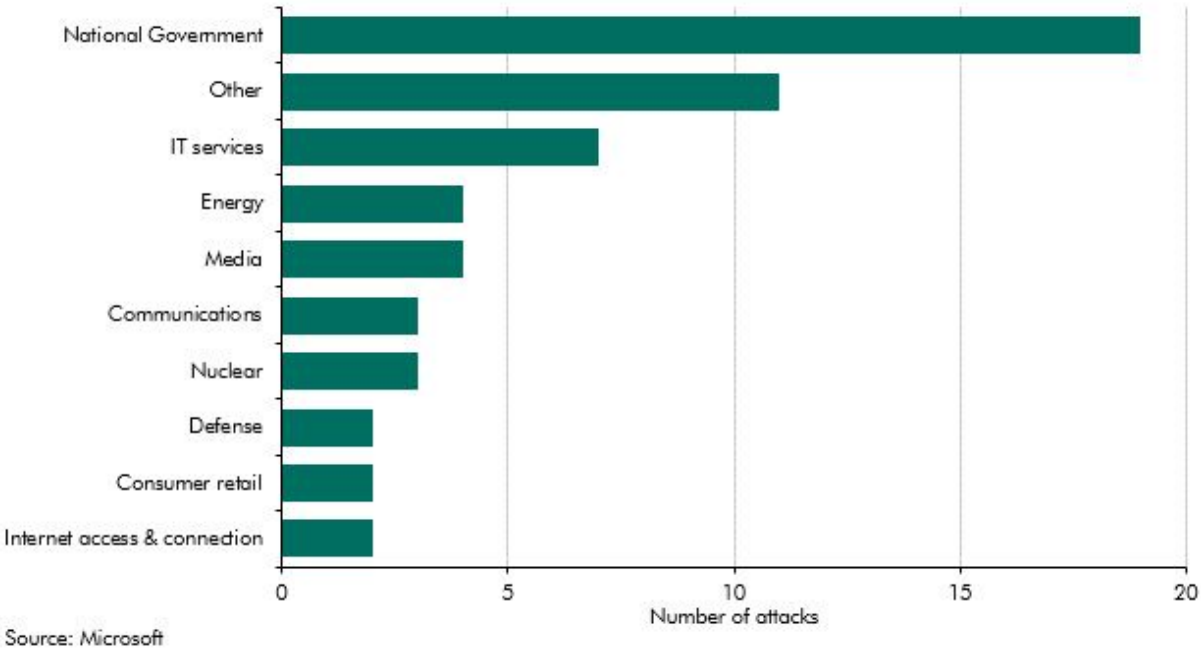


Figure 3. Chart A: Cyber-attacks on Ukraine by Russia since the invasion began, by sector [2]

As of April 2022, Microsoft reported more than 200 Russia-attributed cyber-attacks launched against Ukraine during the war, including 40 discrete cyberattacks targeting hundreds of systems across multiple organizations [6].

The majority of attacks were just disruptive, but they still happen today and the quantity is substantial. Notable is Ukraine's capacity to bounce back quickly from several destructive cyberattacks that occurred one after the other.

Figure 4. [1]

Although Ukrainian agencies took the lead in defense, Ukrainian or even state resources were not the exclusive source of support for defense. Before and after the invasion, Ukraine had a network of allies—both governments and private businesses—who could offer guidance and support, including remote monitoring and mitigation. Tech firms offered invaluable support. Collective action that included public and private, national and international, offered Ukraine an advantage in monitoring and quick response to stop assaults and fix or remove weaknesses. Russian attacks were frequently met with failure, and even when they did succeed, it was fleeting. The lesson is to prepare ahead and engage in exercises and preparation well in advance of meetings and seminars in order to foster relationships and integrate partners.

5. Lessons learned:

The Russian cyberattacks and Ukrainian responses have major implications for this war and for wars to come. But they also provide guidance for global cybersecurity beyond warfare. RSA experts on our Federal and Security teams have identified several trends resulting from the conflict that have broader implications for organizations across government and the private sector. These trends include the criticality of secure communications, the spread of disinformation, the elevation of cyber hygiene, and the high costs of technical debt.

5.1. Secure communications: cornerstone of cybersecurity—in war and peace

The main obstacle in a conventional land conflict has always been protecting communications infrastructure. For the Allies, cracking the Enigma code was a crucial turning point in World War II.

In today's world, communications security and resilience determine who prevails and who fails—whether in a shoot-out between enemy forces on the ground or a cyberwar between CISOs and threat actors.

The fundamental components of a secure communications infrastructure are identification, more especially access control and authentication. These features can verify that the person requesting access is who they say they are and that they are authorized to use particular resources.

For the protection of its people, resources, and communications, every business needs access control and authentication. They are just as important in keeping the appropriate people from getting access to what they need as they are in stopping an adversary or other danger actor from intercepting or interfering with secure communication.

5.2. Disinformation: Why it's more important than ever to have trusted identities

Trusted communication differs from secure communication. And in light of the recent global upsurge in misinformation, developing trust is becoming even more crucial.

A prime example is the recently stated disinformation campaign that backs Russian cyberattacks on Ukraine's vital infrastructure. The disinformation campaign's goal was to give the impression that companies and Ukrainian officials were to blame for power outages that, in actuality, were caused by Russian strikes.

Disinformation, however, is not limited to use in international wars; earlier this fall, we witnessed a wave of MFA fatigue and quick bombing attacks, all of which attempted to mask their true intent with communications that appeared to be valid demands.

According to Kevin Orr, president of RSA Federal, "trusted identities and trusted access are essential because there is so much misinformation out there today." "You cannot possibly hope to distinguish fact from fiction unless you have complete faith in the identity of the person providing the information. Identity therefore becomes crucial in the fight against misinformation.

Schmalz, Orr's colleague, points out that assuming identities through AI is a common tactic in the dissemination of misinformation. However, he also makes the point that AI has two sides, and businesses should use it to strengthen their cybersecurity defenses.

"An emerging trend in countering AI-assisted identity takeovers is the utilization of AI technologies," Schmalz says. "I believe artificial intelligence will become much more common in both attack and defense systems."

5.3. Cyber hygiene: elevating threat prevention in government and beyond

The necessity to counter AI threats in kind has been highlighted by the emergence of natural language algorithms such as ChatGPT, which could result in more precise and potent phishing lures.

To be more precise, integrating AI into an organization's cybersecurity posture could end up serving as the cornerstone of fundamental cyber hygiene for both government and private enterprises, much like demanding multi-factor authentication (MFA) and cybersecurity awareness training.

AI is starting to become a useful tool for cybersecurity at a time when cyber hygiene is receiving more attention than ever before. Orr notes that "we're seeing more emphasis on preparedness, including a whole new set of US federal mandates," since the start of the conflict in Ukraine. "It's good news that personal and corporate cyber hygiene is increasing."

5.4. The high costs of technical debt

While there is value in the increased emphasis on cyber cleanliness, according to John Messinger, principal security architect at RSA, executives need to go above and beyond:

Setting a "baseline" for cybersecurity is a positive first step, but Messinger emphasizes that it's not the final. "It is necessary to eliminate insecure technical debt in critical infrastructure and other

systemically important businesses. Organizations who don't invest in security and contemporary technologies need to answer for their actions.

According to Messinger, "we learned during the pandemic that technology is a function of every company, no matter what they do or make." "If your company relies heavily on technology and your employees require it to function and generate income, then it is your duty as a business to protect that investment."

“I would urge leaders to invest in the security capabilities that give them the biggest return: moving to a modern and zero-trust architecture, requiring multi-factor authentication, and having the identity intelligence needed to secure every user across their technology estates [5]

Conclusion:

Regardless of whether the cyberattack in Ukraine was state-sponsored by Russia or not, it benefited Russia’s interests amid rising tensions with Ukraine and pressure from the US and NATO. Such cyber operations play a vital role in modern conflicts and we often witness similar interferences in the so-called cyber warfare. The events in Ukraine highlight the necessity for nations to bolster efforts for careful study of the capabilities and the cyber defense technology by increasing their efforts and funding in the field. Cybersecurity protects against unauthorized access to critical data, and with the increase of digital conflicts, cyber defense and resilience should be the leading factors in any cybersecurity framework.

References

1. Microsoft, “Special Report: Ukraine.”
2. Ujang P. 2022, Cyber warfare as part of Russia and Ukraine conflict, Jurnal Diplomasi Pertahanan, Volume 8, Nomor 2, E-ISSN 2746-8496.
3. Wall street journal ,March 2022.
4. https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/CBP-9476/CBP-9476.pdf.
5. https://www.rsa.com/zero-trust/cybersecurity-lessons-from-the-war-in-ukraine/.
6. https://www.theseus.fi/handle/10024/780757.
7. https://www.csis.org/analysis/cyber-operations-during-russo-ukrainian-war.

ANALYSIS OF CURRENT STANDARDS FOR MOBILE CELLULAR COMMUNICATION

Miroslav G. Nedelchev, Dimitar I. Raev

Computer Systems and Technologies Department, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University „V. Levski", Shumen, Bulgaria nedel4ew@abv.bg, divanovraev@gmail.com

***Abstract**: Mobile cellular communication is essential to our daily lives. The development of new technologies and the increasing number of mobile devices require the availability of up-to-date standards for effective and reliable communication. Analysis of these standards provides an overview of protocols, technologies and directives governing communication between mobile devices and the networks that serve them. Current standards not only ensure the reliability of the connection between users and mobile operators, but also play a key role in the development of new technologies and services, such as increased data speed, better voice communication quality and improved energy efficiency. The current analysis includes the advantages, challenges and opportunities for future development in the field of mobile cellular communication.*

***Keywords**: cellular, communication, 5G, 6G*

АНАЛИЗ НА АКТУАЛНИТЕ СТАНДАРТИ ЗА МОБИЛНА КЛЕТЪЧНА КОМУНИКАЦИЯ

Мирослав Г. Неделчев, Димитър И. Раев

Катедра „Компютърни системи и технологии", Факултет „Артилерия, противовъздушна отбрана, комуникационни и информационни системи", гр. Шумен, България nedel4ew@abv.bg, divanovraev@gmail.com

***Резюме**: Мобилната клетъчна комуникация е съществена за ежедневието ни. Развитието на нови технологии и увеличаващият се брой на мобилните устройства изисква наличие на актуални стандарти за ефективна и надеждна комуникация. Анализът на тези стандарти предоставя преглед на протоколи, технологии и директиви, регулиращи комуникацията между мобилни устройства и мрежите, които ги обслужват. Актуалните стандарти не само осигуряват надеждност на връзката между потребителите и мобилните оператори, но и играят ключова роля в развитието на нови технологии и услуги, като увеличена скорост на данните, по-добро качество на гласовата комуникация и подобрена енергийна ефективност. Актуалният анализ включва предимствата, предизвикателствата и възможностите за бъдещо развитие в областта на мобилната клетъчна комуникация.*

***Ключови думи**: клетъчна, комуникация, 5G, 6G*

Въведение

Мобилната клетъчна комуникация става все по-важна и неотменна част от ежедневния живот на хората по цял свят. С развитието на нови технологии и нарастващият брой на мобилните устройства, не е изненадващо, че съществува огромен интерес и нужда от актуални стандарти, които да гарантират ефективна и надеждна мобилна комуникация.

Актуалните стандарти за мобилна клетъчна комуникация не само гарантират надеждна връзка между потребителите и мобилните оператори, но също така играят ключова роля в развитието на нови технологии и услуги. Новите стандарти включват напредничави функции като повишена скорост на данните, по-добра качествена гласова комуникация, разширена цифрова обработка на сигнали и подобрена енергийна ефективност.

Анализът на актуалните стандарти за мобилна клетъчна комуникация предоставя детайлен преглед на съществуващите протоколи, технологии и директиви, които регулират комуникацията между мобилни устройства и мрежите, които ги обслужват. Тези стандарти определят начина, по който мобилните устройства комуникират помежду си и със сървърите, които управляват тези комуникации.

В настоящия доклад ще се разгледат актуалните стандарти за мобилна клетъчна комуникация и ще се анализират техните възможности и технологичните предизвикателства пред тях. Ще бъдат разгледани основните технологии и протоколи, които управляват комуникацията в мобилните мрежи, както и възможностите за бъдещо развитие в тази област.

1. Области на приложение на мобилните клетъчни мрежи от пето поколение

Мобилните клетъчни комуникации (МКК) предоставят необходимата свобода и възможност на потребителите да работят и да се забавляват по всяко желано време. За своята над 40-годишна история само първото поколение на мобилните мрежи не се използва .

Останалите наследствени цифрови архитектури, като 3G и 4G, се използват широко, а инфраструктурата им ще стане част от 5G - мобилните мрежи от пето поколение. Постоянно нарастващото търсене на такива услуги е основният стимул за разработчиците да патентоват и предлагат нови технологии и услуги. Очаква се комуникационните мрежи от пето поколение 10, съчетани с анализ и систематично извличане на информация от големи набори от данни (Big Data), да станат един от основните стълбове на дигиталната икономика и основна движеща сила на:

Индустриална автоматизация - свързването на мрежа 5G с IoT технология, използвайки индустриални сензори (Индустриален интернет на нещата), анализиране на големи обеми от разнообразни данни (Big Data) и използване на машинно и дълбоко обучение, включени в системите на изкуствения интелект (AI), цели да се постигне значително повишаване на степента на автоматизация в производството. Към тези приложения могат да включват, например, електронната медицина (e-Health), комуникации при спешни ситуации, тактилен интернет (Tactile Internet) и други.

Безпилотни превозни средства - безпилотните превозни средства могат да функционират като част от "умни градове" - безпилотни влакове (метро и извънградски железопътни линии), публичен транспорт, безпилотни трактори за селски ферми, дронове, системи за подпомагане на водача и други.

Гигабитови скорости - осигуряването на значително по-високи скорости чрез различни технологии за радиодостъп (RAT) и използването на нови честотни ленти.

Умен дом и град - включване на широк спектър от услуги като видеонаблюдение, контрол и автоматизация на домашни уреди, управление на системи за сигурност, климатичен контрол и

други. Това също включва и електронно правителство, електронно здравеопазване (e-Health), образование, банкиране, сметосъбиране и други.

4K/8K видео услуги - предоставяне на услуги за видео с висока дефиниция и съраунд звук.

Работа в облака - възможността не само за съхранение на данни в облачно съхранение и тяхното извличане, но и за използване на приложения и програми, които работят директно в облака, достъпни на всякакви устройства от всяко място.

Виртуална реалност (VR/AR) - тези услуги не само са подходящи за развлечение, игри и "телевизионно присъствие", но могат също да подобрят значително образователния процес. Това е особено налице в страни, популяризиращи високите технологии, като Китай, Япония, Корея, САЩ, и допринася за повишаване на ефективността и ефикасността на производството чрез съчетаване на мобилни и фиксирани комуникационни услуги с високи скорости, достъп до интернет с ниска латентност, специализирани и корпоративни мрежи за електронна индустрия и икономика.

1.1. Характеристики на мрежите от пето поколение

Основните параметри характеризиращи мрежите за мобилна комуникация **Error! Reference source not found.** от пето поколение са:

Пикова скорост : 5G мрежата осигурява 20 пъти по-голяма скорост в сравнение с 4G, тоест около 20 Gbps ;

Средна потребителска скорост на - 100 Mbps или повече;

Ефективност при използването спектър - представлява количеството информация, което може да се трансферира за 1 Херц -поне 3 пъти по-висока отколкото при 4G .

Мобилност на потребителя – скоростта на придвижване на потребител с 5G терминал в зоната на мрежово покритие без загуба на предаване -достига до 500 км/ч, което дава възможност за предоставяне на услуги с висока скорост във високоскоростни влакове .

Закъснение - намалено е до 1 ms или по-малко , докато в 4G мрежата можете постигнете минимум 10 милисекунди забавяне. Това позволява използване 5G технология за критични услуги;

Плътност на използваните терминали - в 5G мрежата се увеличава с един порядък и може да достигне до няколко милиона устройства на 1 кв. км, тоест на 1 квадратен метър повърхност може за се разположат десетки или дори стотици миниатюрни устройства.

Енергийната ефективност – подобрена в сравнение с мрежа от предходно поколение.

Капацитет на трафика за единица площ - скорост за предаване на данни на квадратен метър - с два порядъка по-висока от 4G мрежа.

Разширяване на диапазона от използвани радиочестоти - съгласно изисквания за скорост на предаваните сигнали, увеличения брой устройства и предоставяне на множество приложения с критично значение за дигиталната икономика варират от 2,5 до 40 GHz . Дискутира се относно използване спектър до 100 GHz .

Оптимизирана OFDM технология – използва се широко като наследствена технология от 4G/LTE-A мрежите и улеснена съвместимост с WiFi 6.

Формиране на насочени лъчи (Beamforming) - концепция позволяваща реализация на много от предимствата на 5G посредством формиране на лъчи от базова станция към определени както движещи се така и неподвижни устройства, без това да оказва влияние към други лъчи, насочвани към същите устройства.

Фигура 1. Параметри на мрежата IMT2020 (5G) в сравнение с IMT- Advanced (4G). 2

Фигура 2. Съотношения между отделните параметри подредени по реда на важност.2

Фигура 3. Сформиране на лъч.

MIMO (multiple-input and multiple-output) - метод за умножаване на капацитета на радиовръзка с помощта на множество предавателни и приемащи антени посредством използване на много лъчево разпространение Същият е основен елемент на стандартите за безжична комуникация от семейство IEEE 802.11. За мрежите от пето поколение това дава възможност за подобряване на нивото на сигнала за бетонни сгради, като същевременно минимизира въздействието на този сигнал върху другите потребители.

Споделяне на честотни ресурси – позволява динамичен достъп до честотни ресурси и използване на слабо натоварени или не натоварени такива. Посредством обединяване на ресурсни елементи от различни диапазони е възможно максимизиране на параметрите посочени на фиг. 1. и 2. Освен това е унифицирано и взаимодействието между базовите станции в режим на хендоувър.

1.2. Предизвикателства пред мрежите от пето поколение

Ограничения в набора от свободни честотни ленти –

Честоти за мрежите от пето поколение е договорено на Световната конференция по радио комуникации WRC (WRC-15 и WRC-19 през 2019 г.

Взаимодействието между мрежите от четвърто и пето поколение оказва съществена роля върху ранното внедряване на 5G, която се основава на принципите на 4G и следва да се възприема, като основна база за улесняване на мобилността между технологиите за радио достъп (RAT). Например, в режим на съвместно ползване (NSA), потребителското оборудване ще бъде закотвено към архитектура от четвърто поколение. Услуги, като радио комуникации и наблюдение до голяма степен зависят от наличието на радиочестотен спектър, през който се предават сигналите. Въпреки че 5G технологията има силна изчислителна мощност за обработка на огромния обем данни, идващи от различни и отделни източници, тя се нуждае от разширена инфраструктурна поддръжка.

Сигурност и поверителност – Това е едно от най-важните предизвикателства, пред които 5G трябва да гарантира защитата на личните данни. Необходимо е ясно да се дефинират заплахите, уязвимите точки и предприемат мерки за управление на риска. Към това спадат и нормативните международни и национални инициативи за съвместна помощ при разследване на инциденти.

2. Шесто поколение мобилни телефони комуникации

Още с първите опити за комерсиално използване на мрежите от пето поколение се говори за научни изследвания за следващото шесто поколение, като поставените цели за предаване на данни със скорост до 1 Tbps и латентност от порядъка на микро секунди.

През 2020 г. и 2021 г. Китай, Япония, Южна Корея, Германия, САЩ, Европейски съюз са обявили готовност за финансиране на изследванията за следващото поколение мобилни мрежи 10 (NGMN). Известни са предимствата на приложение в спектроскопия, радиационни изследвания, създаване на на образи но се проучват възможности за практическо приложение в телекомуникациите.

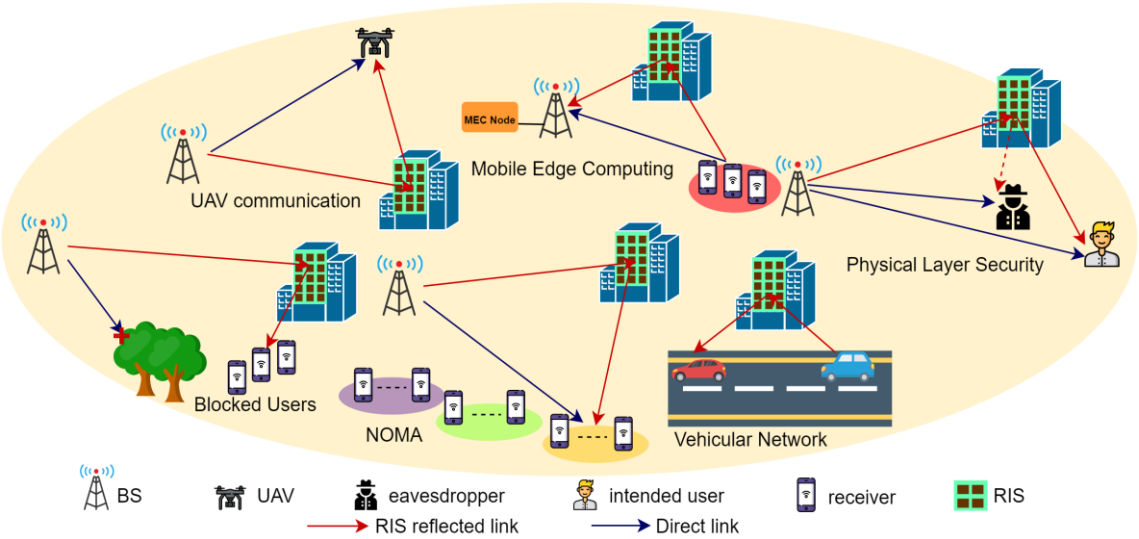
Въпреки, че съществени резултати за овладяването на THz обхват 8 в областта на телекомуникациите не се обявяват, изследванията направени в 3,9 представят някои решения.

Счита се, че Китайската космическа академия извършва опити 7 в космоса за наблюдение на пожари и наводнения, но и разработване на детектори за мм вълни.

Сред характеристиките на електромагнитните вълни са спинален и орбитален ъглов момент. Към настоящият момент приложение в областта на комуникациите намира само спиналния (поляризацията на вълните), но не и орбиталния ъглов момент. Проучват се възможности за приложение на му чрез съчетаване с интелигентни повърхности.

- Интелигентна заобикаляща среда – към тях спадат реконфигурируемите интелигентни повърхности (RISs).
- Пространствено-времево фокусиране – към настоящият момент намира приложение в подводните комуникации и радиолокация. Изразяват се в подобряване на отношението сигнал / шум в канали с много лъчево разпространение и продължителност на предаваните символи равна или сравнима с време закъснението за съответния канал.

В 1 са описани реконфигурируемите интелигентни повърхности (RISs) За да се постигнат обявените цели и функционалност на приложенията за безжичната комуникация от шесто поколение (6G), се правят проучвания за възможностите на реконфигуруеми интелигентни повърхности (RIS) да преобразуват пространството за разпространение в интелигентна радио среда (SRE). Изследва се пасивното изменение на фазата на електромагнитните (EM) вълни, за да подобри производителността на системата чрез внимателно настройване на огромния брой елементи чрез централен контролер. Безжичните мрежи от следващо поколение все по-активно ще използват RIS като енергийно и финансово ефективна опция, тъй като не изисква радиочестотни (RF) вериги.



Фигура 4. Стандартна комуникационна инфраструктура.1

За безжични приложения изискващи висока скорост, като виртуална/добавена реалност и онлайн игри mm вълни и THz обхват представляват интерес от гледна точка на изключително широката налична честотна лента във високочестотния спектър.

Наред с това се явяват и ограниченията в разпространението на мм вълни 8 и някои техни недостатъци, като:

- чувствителност към смущения;
- затихване във въздуха;
- влияние на чистотата на въздуха и абсорбция от молекулния състав на някои съединения;
- силна зависимост на обхвата и надеждността на изградените комуникационни съединения от всякакъв вид препятствия.

Възможно е смекчаване на проблема с обхвата и увеличаване на производителността 6 се постига чрез използването на по-голям брой базови станции , но това е свързано със значителни разходи по отношение на потреблението на хардуер и енергия.

На фиг. 4 е показан сценарий за използване на реконфигурируеми интелигентни повърхности, които биха могли да осигурят физическа възможност за използване на мм вълни и преодоляване на проблема с ограниченията им при разпространение посредством формиране на

ефективни алтернативни канали за комуникация, когато директните връзки от базовите станции към потребителите са забранени или невъзможни за осигуряване по друг начин.

Освен това, в случаи на лоши условия на разпространение, усилването на пасивното формиране на лъча на RIS може да подобри производителността на комуникацията, позволявайки надеждна и енергийно ефективна комуникация 1 по рентабилен начин.

Ефективността на 60 GHz реконфигуруема повърхност с 224 отразяващи елемента е описана в 5, където директните връзки са забранени и показва, че е един от инструментите за постигане на интелигентна заобикаляща среда.

Заключение

От една страна мрежите от пето поколение намират все по – широко приложение в ежедневието ни и са предпоставка за постигане на по-висока производителност и реализиране на концепцията за дигитално производство и икономика, но за да достигнат необходимото ниво на оперативност е необходимо да се подобрят системите им за сигурност и управление на радиочестотните ресурси. От друга страна много държави и организации полагат усилия за изследване, разработване и внедряване на мрежите от шесто поколение. Предизвикателствата пред тези мрежи са все още големи и се търсят нови технологични решения за прилагане на натрупаните знания и опит от изследванията на мм обхват в областта на телекомуникациите.

Литература

1. Basharat S., Khan M., Iqbal M., Hashmi U., Raza S., Robertson I. 2022,Exploring Reconfigurable Intelligent Surfaces for6G: State-of-the-Art and the Road Ahead.
2. Emerging Trends in 5G/IMT2020,2016, Geneva Mission Briefing Series.
3. Liaskos, C., Nie, S., Tsioliaridou, A., Pitsillides, A., Ioannidis, S., Akyildiz, I. , 2018 'A New Wireless Communication Paradigm through Software-Controlled Metasurfaces', IEEE Communications Magazine, 56, (9), pp. 162–169.
4. Ling-Feng Shi, 2023, The perspectives and trends of THz technology in material research for future communication - a comprehensive review.
5. Tan, X., Sun, Z., Koutsonikolas, D., & Jornet, J. M. (2018, April). Enabling indoor mobile millimeter-wave networks based on smart reflect-arrays. In IEEE INFOCOM 2018-IEEE Conference on Computer Communications (pp. 270-278). IEEE. https://arxiv.org/pdf/2207.01843.pdf.
6. Chafii, Bariah, Muhaidat, & Debbah. (2023, February 8). Twelve Scientific Challenges for 6G: Rethinking the Foundations of Communications Theory. IEEE. https://arxiv.org/pdf/2207.01843.pdf.
7. https://money.bg/inovations/v-razgara-na-kosmicheskata-nadprevara-kitay-izstrelya-testov-6g-satelit.html.
8. https://www.nectec.or.th/en/research/ssdrg/ssdrg-trt.html.
9. https://www.sussex.ac.uk/physics/epic/research/terahertz.
10. https://www.tadviser.ru/index.php.
11. https://www.qualcomm.com/5g/what-is-5g.

SUPPORTING MILITARY UNIT MANAGEMENT PROCESSES THROUGH THE USE OF NEW TECHNOLOGIES - SELECTED EXAMPLES

Dawid Orłowski

War Studies University,al. Gen. Chruściela – Montera 103, 00-910 Warsaw, Poland,
d.orlowski@pracownik.akademia.mil.pl

Abstract: *Modern armies, and in particular military units, are facing increasing operational challenges that require effective management by optimising everyday operations and responding promptly to a changing environment. This article focuses on the potential of modern technologies in the context of supporting the current operations of military units, as well as optimising management processes in a military unit. The importance of modern tools in data analysis and in optimising management processes was highlighted. In addition, it is presented how new technologies allow identifying trends, detecting problems, and exploiting opportunities to improve the efficiency of military units and the human resources and unit management branch. The automation of certain activities contributes to facilitating the management of administrative processes by relieving personnel of routine tasks and focusing on key decisions. New communication technologies enable military units to exchange information quickly and efficiently and to coordinate actions instantly, which is crucial in a dynamically changing national and international environment. Virtual reality platforms, simulators and educational tools that enable the delivery of training to soldiers in various operational scenarios were discussed. All of these minimise cost, time while achieving impactful and measurable results. The article shows that new technologies have a significant impact on the daily activities of modern military units and the management processes that take place within them. Their effective use can contribute to increasing the effectiveness of operations and preparing subunits for the modern warfare environment. The implementation of innovative technologies into the military is now becoming inevitable. This requires the implementation of systemic solutions that will consider the achievement of strategic objectives, give competitiveness while fully ensuring security.*

Keywords: *new technologies, military unit management, process management, management*

Introduction

In today's dynamically changing environment, the effective management of an organisation is key to achieving that organisation's purpose. The development of new technologies provides the opportunity to make far-reaching changes in the functioning of many areas of organisational life, including military units[92]. Modern technologies can have a significant impact on the management processes of military units, increasing their effectiveness and efficiency, as well as improving security and resilience to potential disruptions[93].

The focus of the article is on analysing how new technologies can significantly assist daily operations and optimise management processes in military units. The aim of the article is to analyse the

[92] https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-military-technology-trends-2022/ (access September 2023).
[93] A. Falkowski, Metody badań naukowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2019.

opportunities and limitations of using new technologies in the management of military units. The article focuses on two selected areas: the management of human resources and the management of other processes of a military unit. The research problem defined by the author is: How can new technologies support the management of military units? On the other hand, he formulated the research hypothesis in the form of the statement: New technologies can support the management of military units in the following areas: human resource management and process management. Innovative technologies can be used to automate recruitment and selection processes, training and development of soldiers, and performance management of a military unit. Technological advances and software development can be used when supporting the organisations' processes and contributing to increased situational awareness, decision-making and coordination of selected activities. Moreover, the development of new technologies every day allows more areas of the organisation's functioning to be implemented into virtual reality. For the purposes of this article, the focus is limited to three areas: human resource management, logistics process management and process management. The research objective is to discuss selected areas of the use of recent technologies in the management of military units based on scientific literature. The solution of the research problem and the achievement of the research objective were pursued on the basis of the methodology of scientific research in management of the following authors: R. Sułkowski, R. Lenart-Gansiniec, K. Kolasińska-Morawska[94], M. Grobelny[95], M. Easterby-Smith[96] and S. Clegg[97]. Quantitative and qualitative methods[98] suitable for management sciences[99] were used to solve the main research problem[100]. An analysis of the literature on the use of new technologies in the management of military units was carried out[101]. The article contains case reports of the use of new technologies in military units or organizations. Theoretical considerations on the possibility of using new technologies in the management of military units are presented. The article is divided into an introduction, two thematic chapters devoted to descriptions of selected cases and theoretical considerations based on the literature on the subject, summary and bibliography.

The article uses the method of reviewing the literature on the subject. Books, scientific articles and monographs published in the years 2010-2023, as well as journalistic materials, were selected for the analysis.

Supporting Human Resource Management in a military unit

The RAND publication clearly demonstrates the possibility of using big data and artificial intelligence to support human resources management activities in the army in the following processes: analysis of data on recruitment, training and the course of military service. Thanks to this, it is possible, among other things, to identify areas where staff shortages occur and take immediate corrective actions[102]. For this type of tasks, the structure of the marketing process based on data, which is shown in Figure 1., is used.

[94] R. Sułkowski, R. Lenart-Gansiniec, K. Kolasińska-Morawska, Metody badań ilościowych w zarządzaniu, Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk, Łódź, 2021.
[95] M. Grobelny, Metodologia badań naukowych w zarządzaniu, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego, No 1019, Wrocław, 2016.
[96] M. Easterby-Smith, J. Smith, P. Minichiello, Doing Business Research: A Practical Guide, fifth edition, Sage Publications, 2018.
[97] M. Ciesielska and D. Jemielniak, Qualitative Methodologies in Organization Studies, Springer, 2017.
[98] P. Brzeziński, Quantitative methods in scientific research, Management and Finance, 2017.
[99] A. Wojnarowicz, Qualitative methods in scientific research, Economic Studies. Scientific Journals of Wrocław University of Economics, 2018.
[100] A. Falkowski, Methodology of scientific research, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2019.
[101] J. Czubaj, Research methodology in management sciences, Lódź University of Technology Press, Lódź, 2018.
[102] N. Lim, B. R. Orvis, K. Curry Hall, Leveraging Big Data Analytics to Improve Military Recruiting, California, 2019, https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1083956 (access September 2023).

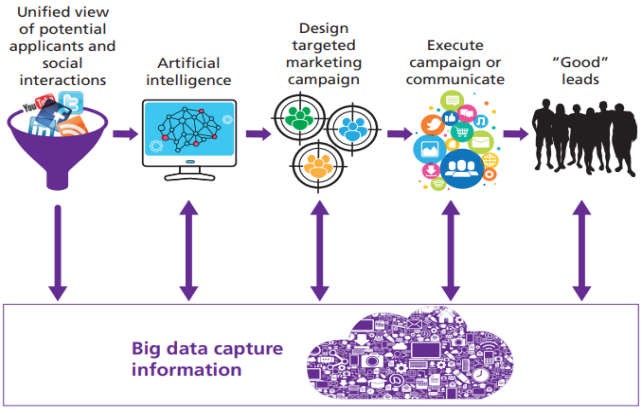


Figure1. Structure of Data-Enabled Marketing Process.
Source: Material from the N. Lim, B. R. Orvis, K. Curry Hall, Leveraging Big Data Analytics to Improve Military Recruiting, California, 2019, https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1083956 (access September 2023).

This approach is based on obtaining a large amount of desired data about potential candidates and subjecting them to processing using artificial intelligence so as to increase the effectiveness of recruiters' work. It should be noted, however, that the handling of both big data technology and artificial intelligence must be subject to special attention of specialists and this alone is a big challenge both in terms of infrastructure and staff[103]. Currently, a lot of attention in the literature on the subject is devoted to the phenomenon of black box[104], which may also apply to recruitment processes. Figure 2 shows a diagram of the black box phenomenon, manifested by a lack of knowledge about the exact course of the decision-making process, or the key according to which the data is processed.

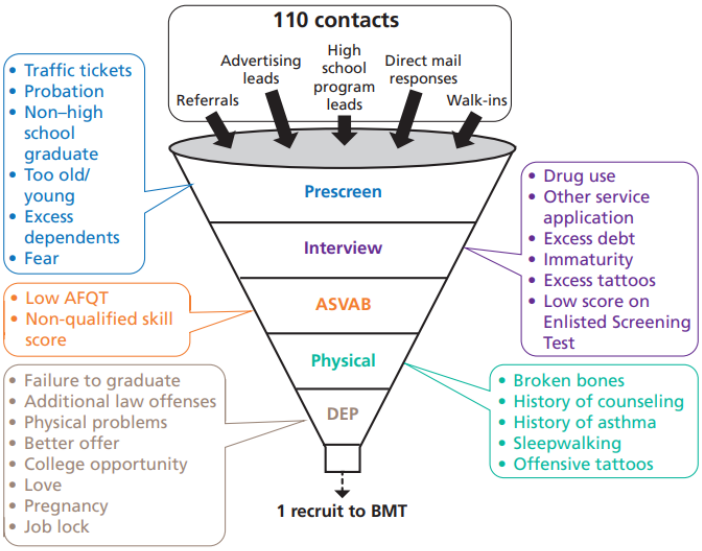
Figure 2. Structure of Data-Enabled Marketing Process.
Source: Material from the How black boxes work in AI, https://control.com/news/mitsubishi-electric-pushes-new-initiatives-toward-eliminating-black-boxes-in-ai-controls/ (access September 2023).

The threat of a black box is a risk associated with artificial intelligence systems that are so complex that it is impossible to fully understand how they work. This can lead to a number of problems, such as: wrong decisions, discrimination, lack of adequate safeguards and the possibility of interference from the external environment. To reduce the risks associated with black box systems, it is important to increase the transparency of these systems so that you can better understand how they work. This can be done by publishing information about the data on which the systems are trained, as well as the algorithms they use. It is recommended to conduct more research on black box systems to better understand their limitations and capabilities. The literature on the subject states that regulations should be introduced that will regulate the use of black box systems. These rules must specify how these systems can be used and how they should be protected from cyber-attacks. It should be noted that not all AI systems are black box systems. Some of them are designed to be easy to understand and explore.

Key factors are identified to ensure better results in recruitment both in terms of its reach and in personalising this message. In addition, this technology allows niche targeting in such a way as to reach

[103] W. Knight, The Dark Secret at the Heart of AI, MIT Technology Review, April 11, 2017. https://www.technologyreview.com/s/604087/the-dark-secret-at-the-heart-of-ai/ (access September 2023).
[104] C. Rudin, Why black box machine learning should be avoided for high-stakes decisions, Nature Reviews Methods Primers, volume 2, Nr: 81, 2022.

a narrow group of specialists, as well as adapt and personalize recruitment strategies in a given area based on regional or local factors. The given example of a U.S. Army Air Force recruitment funnel (Figure 3) shows how much data is processed and how the various stages of data analysis can be designed, resulting in a candidate who meets a number of specific and identified conditions.



SOURCE: U.S. Air Force, 2018.
NOTES: ASVAB = Armed Services Vocational Aptitude Battery. Bubbles contain reasons for falling out of the funnel (i.e., the recruiting process).

Figure 3. Air Force Recruiting Funnel.
Source: Material from the N. Lim, B. R. Orvis, K. Curry Hall, Leveraging Big Data Analytics to Improve Military Recruiting, California, 2019, https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1083956 (access September 2023).

The results of data-driven information and recruitment activities monitored by the U.S. Department of Defense show that continuous development of analytical tools and feedback are required. There are requirements for continuous expansion of the range of recruitment and fine-tuning this message. The consequences of using big data technology in reaching potential candidates as well as during the recruitment process were also demonstrated. These mainly include restrictions in the IT infrastructure, as well as legal restrictions on data acquisition[105].

Publications by Joseph P. Kernan and Robert A. Manning, [106]Michael L. Gross, David J. Radack, and Eric A. Miller[107]give examples of the use of big data in the United States Army, among others. They analyze staffing needs, emphasizing that big data can be used, among other things, to identify trends and dependencies that are not visible to the human eye. This allows you to make smarter decisions in the field of human resource management. Military institutions can also use big data to analyze training data to identify areas where soldiers have difficulty acquiring knowledge and skills. Thanks to this, it is possible to improve training programs and ensure proper preparation of cadets, soldiers for military service at all levels.

[105] N. Lim, B. R. Orvis, K. Curry Hall, Leveraging Big Data Analytics to Improve Military Recruiting, California, 2019, https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1083956 (access September 2023).
[106] R. D. Fogg, GCSS-Army: Providing big data for readiness, 2017, https://www.army.mil/article/195545/gcss_army_providing_big_data_for_readiness (access September 2023).
[107] M. L. Gross, D. J. Radack, E. A. Miller, Big Data in the United States Army: A Review of Current and Potential Applications, Rand Corporation, California, 2019.

Another example of the use of big data is the analysis of military service data, in order to identify areas where the most frequent personnel turnover occurs. Thanks to this, it is possible to take actions to motivate soldiers to stay in service.

All of the above-mentioned functionalities of new technologies are not without challenges and limitations. These include:

- Requirements for high computing capabilities and storage of enormous amounts of data. It can be a challenge for the organization due to technical deficiencies, as well as the need to create new positions, among others, for specialist staff.
- Restrictions resulting from the specificity of personal data, which is sensitive data and requires adequate protection. Therefore, they must be stored and processed in a secure manner.
- Creating surveillance and control systems that protect the integrity of citizens' privacy. Therefore, great caution should be exercised in the use of, for example, big data, in order to inviolate human rights.

Despite these challenges, the use of big data and artificial intelligence in military institutions has immense potential, which can undoubtedly contribute to improving the efficiency of human resource management. Thanks to them, the army can better understand the needs of its soldiers and make more accurate decisions that are beneficial for both sides.

Nowadays, new technologies are implemented and used, among others, in the field of training NATO troops. They were used, among others, for e-learning[108] and training troops using virtual reality[109]. These solutions are helpful, among others, in making the conditions of operations on the battlefield more realistic. Thanks to these solutions, you can improve the effectiveness of training, increase access to it and supervise the course and results of this training[110].

E-learning is mainly used to train soldiers in basic skills, such as weapon handling or tactics. Researchers say e-learning may be more effective than traditional training methods because it allows soldiers to learn at their own pace and on their own terms. Virtual reality, on the other hand, can be used to train soldiers in more complex skills, such as piloting aircraft or conducting special operations. Virtual reality provides soldiers with a realistic training environment that is safe and cheap compared to the real battlefield.

Of course, the use of e-learning and virtual reality in military training is not without its challenges. E-learning and virtual reality require access to appropriate technical infrastructure. Which can be a challenge for troops, which are often not properly equipped. These solutions require high-quality content that complies with military requirements. These technologies can also make it difficult to assess the progress of soldiers. They still need to develop appropriate assessment methods to ensure that soldiers reach the required skill level[111]. Currently, we are observing dynamic progress in the use and use of specialized simulators offered by external suppliers. These solutions also include the use of augmented reality through the use of various types of sensors or dedicated VR glasses. These solutions strive for the most realistic mapping of the battlefield and for live viewing of the activities trained by controllers. An example of this is shown in Figure 4.

---

[108] L. W. Bailey, Digital Natives, Media, and Learning: Implications for the Future of Army Training, Military Review, Army Press Online Journal Nr 16-22, 2016, https://www.armyupress.army.mil/ Journals/Military-Review/Online-Exclusive/2016-Online-Exclusive-Articles/Digital-Natives-Media-and-Learning/ (access September 2023).

[109] M. Mayfield, Virtual, Augmented Reality Tech Transforming Training, National Defense, 2021, https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2021/2/17/virtual-augmented-reality-tech-transforming-training (access September 2023).

[110] M. Koźlak, A. Kurzeja, A. Nawrat, Virtual Reality Technology for Military, and Industry Training Programs. In: Nawrat, A., Kuś, Z. (eds) Vision Based Systems for UAV Applications. Studies in Computational Intelligence, vol 481. Springer, Heidelberg, 2013. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00369-6_21 (access September 2023).

[111] E. M. Forrest, R. S. Cohen, Military Trends, and the Future of Warfare: The Changing Global Environment and Its Implications for the U.S. Air Force, RAND Corporation, RR-2849/3-AF, 2020. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2849z3.html (access September 2023).

Figure 4. Cyber Institute Probes All Dimensions Of Extended Reality.
Source: https://sdr.news/latest/cyber-institute-probes-all-dimensions-of-extended-reality/ (access September 2023).

Examples of such advanced solutions in the training of soldiers may be flight simulators of individual aircraft, shooting simulators, battlefield simulators, or simulators of specialized operations (e.g. medical, sapper)[112] .

Support for process management in a military unit

The implementation of integrated process management information systems enables automation and coordination of activities in various functional areas of the organization, even such as a military unit. In the Polish Armed Forces, an example of such software is the ZWSI RON system developed based on SAP. The creators of SAP ERP software systematically strive to create new functionalities compatible with each other and ensure multidirectional data exchange (Figure 5.).

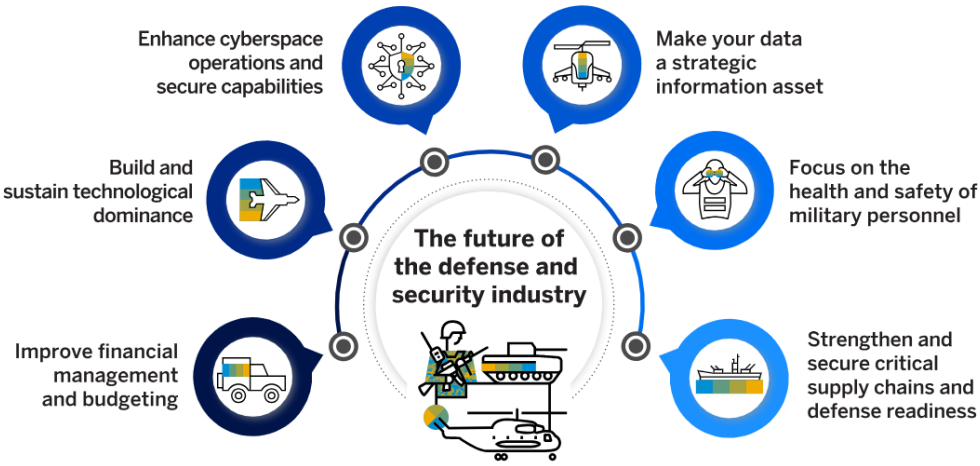


Figure 5. Innovative defense and security solutions from SAP.
Source: https://www.sap.com/industries/defense-security.html (access September 2023).

[112] A. G. Bruzzone, M. Massei, Simulation-Based Military Training. In: S. Mittal, U. Durak, T. Ören, (eds) Guide to Simulation-Based Disciplines. Simulation Foundations, Methods, and Applications. Springer, Cham, 2017. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61264-5_14 (access September 2023).

Previous solutions caused discrepancies, which led, among others, to disruptions in the functioning of military units, delays in the development of reporting documentation, or incorrect planning[113]. The implemented integrated system enabled automation and coordination of activities in such areas as:

- Logistics by automating logistics processes such as transport, warehousing, and material handling. Thanks to this, delivery times were shortened, logistics costs were reduced, the availability of materials and the technical condition of military equipment were improved.
- Human resource management: enabled the automation of human resource management processes such as recruitment, training, and promotions. This has led to increased efficiency and transparency in human resource management.
- Financial management: enabled the automation of processes related to financial management: budgeting, accounting, and auditing. This consequently increased the efficiency and transparency of financial management114.

It is worth mentioning the problems related to the integration of new tools with existing IT systems, both in terms of data migration in the event of their withdrawal, as well as with the exchange of data between parallel systems[115]. Various concepts are being developed on many aspects of the functioning of the armed forces, which can be supported by integrated software. The implementation of ZWSI RON, combining individual areas of functionality of a military unit, is undoubtedly a progress in the field of modernization and improvement of efficiency in the area of process management in the Polish army.

A modern concept of supporting decision-making processes in the armies of many countries is the use of artificial intelligence[116]. The Israeli Armed Forces has published the use of artificial intelligence to make cybersecurity decisions or set goals[117]. Today, new technologies, when properly adapted, can be used for early detection and dynamic response to various threats. Artificial intelligence is used to analyze large amounts of data from various sources, such as network systems, IoT devices and sensors. Thanks to data analysis, artificial intelligence can detect anomalies and threats that may not be visible to humans.

Examples of the use of artificial intelligence by military organizations can be, for example, malware detection, where artificial intelligence is used in network systems and IoT devices. Thanks to this application, it is possible to detect early, neutralize malware and reduce losses. Artificial intelligence is also used to identify cyber threats such as DDoS attacks and phishing. This allows you to prepare for attacks and take appropriate action.

Restrictions on the use of new technologies in the army

New technologies such as artificial intelligence, big data, automation, and robotics have the potential to significantly improve the efficiency and effectiveness of military unit management. However, the use of these technologies also comes with some limitations. The most important limitations of the use of innovative technologies in the management of military units include:

- Technical limitations;

[113] R. Milewski, Integrated IT support system for military budget units, Zeszyty Naukowe WSOWL, Nr 2 (168) 2013.
[114] https://www.altkomakademia.pl/baza-wiedzy/qna/discussion/8543/sap-w-wojsku/p1 (access September 2023).
[115] A. Pegani, Anatomia systemu ERP. Rynek, praktyczne zastosowanie oraz bezpieczeństwo systemów enterprise resource planning, The anatomy of ERP system. Market, practical use and security of ERP systems, Journal: Civitas et Lex, No 4, 2022.
[116] CHI '19: Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems May 2019 Paper No. 238Pages 1–11https://doi.org/10.1145/3290605.3300468 (access September 2023).
[117]https://ithardware.pl/aktualnosci/izrael_coraz_bardziej_wykorzystuje_ai_w_systemach_uzbrojenia-28342.html (access September 2023).

- Integration problems;
- Security problems;
- Ethical problems;

New technologies such as artificial intelligence and big data require access to large amounts of data and advanced analytical tools. This can be a challenge for armies that do not have adequate technical infrastructure. For example, the army may not have enough computing power to process enormous amounts of data, or it may not have access to appropriate analytical tools. Technologies often need to be integrated into existing systems and processes. This can be difficult and time-consuming as it requires changes to existing systems and processes. For example, to integrate an AI system with a logistics management system, it may be necessary to adapt the logistics management system to the needs of the AI system. In addition, new technologies may be vulnerable to cyberattacks, which can pose a threat to military security. For example, an AI system can be hacked to make wrong decisions or cause the system to crash. Modern technologies can also be used to make decisions that affect people's lives, which can lead to ethical problems. For example, an AI system can be used to decide which soldier will be sent on a combat mission, which can be seen as discrimination.

The implementation of new technologies may require significant financial outlays. It can be complex to use and require specialist knowledge and skills. What is more, the implementation of modern technologies requires an appropriate level of knowledge and skills of personnel. New technologies undoubtedly contribute to the creation of new security threats: cyberattacks or attacks on critical infrastructure.

Summary

The analysis of the literature on the subject showed that new technologies can have a positive impact on the effectiveness and efficiency of military unit management processes in the area of human resources management and process management.

However, it should be remembered that the use of new technologies in the management of military units is associated with certain limitations. The implementation of modern technologies requires significant financial outlays. New technologies are often complex to use and require specialist knowledge and skills in both implementation and operation. Therefore, their implementation should be combined with the level of appropriate knowledge and skills among the staff. It is also important to remember about the new threats to the security of the organization that new technology brings cyber attacks, attacks on critical infrastructure.

In summary, new technologies have a significant impact on the processes of managing military units, increasing their effectiveness and efficiency, as well as improving safety and functioning. However, before implementing them, it is necessary to consider the limitations, make a balance of advantages and disadvantages, and then determine to what extent it will be profitable to implement them. Based on the analysis of the literature on the subject, it can be concluded that new technologies have great potential to improve the processes of managing military units.

To obtain more detailed information on the possibilities and limitations of the use of new technologies in the management of military units, research in the following areas would be authoritative:

- Analysis of the effectiveness of the use of new technologies in the management of military units
- Research on factors influencing the effectiveness of the use of new technologies in the management of military units.
- Development of new technologies dedicated to the management of military units.

New technologies, such as artificial intelligence, big data, automation and robotics, have great potential to support activities in military units in the areas of its operation. They play a key role in

optimizing day-to-day operations and management processes in military units. Their effective use contributes to a faster response to changing conditions and better adaptability to new challenges. The integration of modern tools is becoming a key element of operational success but requires consideration of training aspects and cybersecurity. Despite these limitations, new technologies have great potential to improve the functioning of military units. Armies that can overcome these limitations will have an advantage over armies that fail to develop in this regard.

References

1. L. W. Bailey, Digital Natives, Media, and Learning: Implications for the Future of Army Training, Military Review, Army Press Online Journal Nr 16-22, 2016.
2. A. G. Bruzzone, M. Massei, Simulation-Based Military Training. In: S. Mittal, U. Durak, T. Ören, (eds) Guide to Simulation-Based Disciplines. Simulation Foundations, Methods, and Applications. Springer, Cham, 2017.
3. P. Brzeziński, Quantitative methods in scientific research, Management and Finance, 2017.
4. M. Ciesielska and D. Jemielniak, Qualitative Methodologies in Organization Studies, Springer, 2017.
5. J. Czubaj, Research methodology in management sciences, Lódź University of Technology Press, Lódź, 2018.
6. M. Easterby-Smith, J. Smith, P. Minichiello, Doing Business Research: A Practical Guide, fifth edition, Sage Publications, 2018.
7. A. Falkowski, Metody badań naukowych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2019.
8. E. M. Forrest, R. S. Cohen, Military Trends, and the Future of Warfare: The Changing Global Environment and Its Implications for the U.S. Air Force, RAND Corporation, RR-2849/3-AF, 2020.
9. R. D. Fogg, GCSS-Army: Providing big data for readiness, 2017.
10. M. Grobelny, Metodologia badań naukowych w zarządzaniu, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego, No 1019, Wrocław, 2016.
11. M. L. Gross, D. J. Radack, E. A. Miller, Big Data in the United States Army: A Review of Current and Potential Applications, Rand Corporation, California, 2019.
12. W. Knight, The Dark Secret at the Heart of AI, MIT Technology Review, April 11, 2017.
13. M. Koźlak, A. Kurzeja, A. Nawrat, Virtual Reality Technology for Military, and Industry Training Programs. In: Nawrat, A., Kuś, Z. (eds) Vision Based Systems for UAV Applications. Studies in Computational Intelligence, vol 481. Springer, Heidelberg, 2013.
14. N. Lim, B. R. Orvis, K. Curry Hall, Leveraging Big Data Analytics to Improve Military Recruiting, California, 2019, https://apps.dtic.mil/sti/citations/AD1083956 (access September 2023).
15. M. Mayfield, Virtual, Augmented Reality Tech Transforming Training, National Defense, 2021.
16. R. Milewski, Integrated IT support system for military budget units, Zeszyty Naukowe WSOWL, Nr 2 (168) 2013.
17. A. Pegani, Anatomia systemu ERP. Rynek, praktyczne zastosowanie oraz bezpieczeństwo systemów enterprise resource planning, The anatomy of ERP system. Market, practical use and security of ERP systems, Journal: Civitas et Lex, No 4, 2022.
18. C. Rudin, Why black box machine learning should be avoided for high-stakes decisions, Nature Reviews Methods Primers, volume 2, Nr: 81, 2022.
19. R. Sułkowski, R. Lenart-Gansiniec, K. Kolasińska-Morawska, Metody badań ilościowych w zarządzaniu, Wydawnictwo Społecznej Akademii Nauk, Łódź, 2021.

20. A. Wojnarowicz, Qualitative methods in scientific research, Economic Studies. Scientific Journals of Wrocław University of Economics, 2018.
21. Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, Paper No. 238 2019, https://doi.org/10.1145/3290605.3300468 (access September 2023).
22. https://ithardware.pl/aktualnosci/izrael_coraz_bardziej_wykorzystuje_ai_w_systemach_uzbrojenia-28342.html (access September 2023).
23. https://www.startus-insights.com/innovators-guide/top-10-military-technology-trends-2022/ (access September 2023).
24. https://www.altkomakademia.pl/baza-wiedzy/qna/discussion/8543/sap-w-wojsku/p1 (access September 2023).
25. https://www.armyupress.army.mil/ Journals/Military-Review/Online-Exclusive/2016-Online-Exclusive-Articles/Digital-Natives-Media-and-Learning/ (access September 2023)
26. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR2849z3.html (access September 2023).
27. https://www.army.mil/article/195545/gcssarmyprovidingbigdataforreadiness (access September 2023).
28. https://www.technologyreview.com/s/604087/the-dark-secret-at-the-heart-of-ai/ (access September 2023).
29. https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2021/2/17/virtual-augmented-reality-tech-transforming-training (access September 2023).

TECHNOLOGIES FOR PROTECTION AGAINST DDISINFORMATION IN ELECTRONIC COMMUNICATION CHANNELS

Zhaneta N. Savova[1], Rosen A. Bogdanov[2]

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University "Vasil Levski", Computer systems and tehnology, zh.savova@yahoo.com
Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University "Vasil Levski", Communication networks and systems, R61@abv.bg

***Abstract**: Online fake news is currently a serious concern due to the expansion of social networking sites, online news portals and other online media. Automated false news identification has been the subject of numerous studies employing deep learning and machine learning techniques. The researchers developed models for specific datasets that match topic of interest. This paper focused on a new methods and models for detection and classification a fake news and disinformation.*

***Keywords**: Fake News, Disinformation, Machine Learning*

„ТЕХНОЛОГИЧНИ РЕШЕНИЯ ЗА ЗАЩИТА ОТ ДЕЗИНФОРМАЦИЯ В ЕЛЕКТРОННИТЕ КОМУНИКАЦИОННИ КАНАЛИ"

Росен Атанасов Богданов, Жанета Николова Савова

Въведение

Дезинформацията и фалшивите новини могат да бъдат определени като вид пропаганда, която се състои от умишлена лъжа, подправяне, изкривяване или подмяна на информацията, която се разпространява чрез традиционните печатни и новинарски медии или онлайн социални медии. С разрастването на онлайн новинарски портали, сайтове за социални мрежи и други онлайн медии, онлайн фалшивите новини се превърнаха в сериозна заплаха в наши дни. Потребителите не могат да бъдат сигурни в достоверността на новините. Следователно, като се има предвид мащабът на потребителите и участниците в онлайн медиите, автоматизираното откриване на фалшиви новини е вероятно единственият начин за предприемане на коригиращи мерки и затова той получава огромно внимание в изследванията.

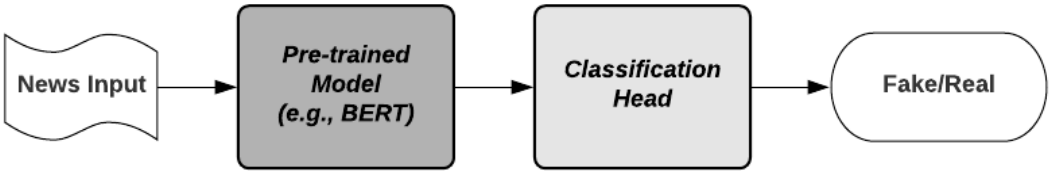
Проведени са редица изследователски работи за технологично откриване на фалшиви новини. Разработени са модели за конкретни множества от данни, които отговарят на темата, която интересува заявителите и изследователите. Проблем на този подход е, че е възможно множеството от данни да се характеризира с пристрастия към конкретната тема и да се предоставя лоши резултати за новини от друга тема. Следователно е важно да се проучи дали тези множес-

тва са достатъчни за различни видове публикувани новини в онлайн медиите чрез оценяване на различни модели върху различни множества от данни и сравняване на резултатите от тяхното представяне.

Съществуващите сравнителни проучвания на технологичните решения за откриване на фалшиви новини и дезинформация са фокусирани върху конкретен тип множество от данни или модели от данни. Особено важен е случаят когато се разполага с ограничени електронни ресурси, където колекциите от множество от данни за фалшиви новини са малки по размер. В такива случаи, предварително обучени модели са най-добрият вариант за постигане на висока производителност и добър резултат.

1. Състояние на проблема за технологично откриване и класификация на дезинформация и фалшиви новини

Общата схема, по която функционират откривателите и класификаторите на фалшиви новини и дезинформация, включва множество от входни данни (Dataset), компютърен модел, който трябва да бъде предварително обучен по принципите на машинното обучение (Pre-trained model) и класификатор или решаващо устройство (Classification head), което трябва да извърши определянето на информацията като истинска или фалшива (Real-Fake) (виж. Фиг. 1).



Фиг. 1. Обща схема на функциониране на откривателите и класификаторите на фалшиви новини и дезинформация [3].

Съществуват и са изследвани два основни типа модели за откриване на фалшиви новини: модели, базирани на традиционно машинно обучение (Machine learning based detection) и модели базирани на дълбоко обучение (Deep learning based detection).

В [4] авторите предлагат да се използват лингвистични характеристики на текста като общ брой думи, знаци на дума, честоти на думи, честоти на фрази, т.е. подходи n-грами (n-grams) и bag-of-words, маркиране на части от речта за откриване на фалшиви новини.

Простото маркиране на n-грами и част от речта, свързано със съдържанието, е доказано недостатъчно за класификационната задача [5]. Предложен е синтактичен анализ с помощта на вероятностен граматика със свободен контекст (PCFG - Probabilistic Context-Free Grammar) за разграничаване на категории правила за откриване на фалшиви новини с 85-91% точност [7].

Много изследователски работи [1, 4, 5] предлагат използването на анализ на „настроението" за откриване на измама като търсят някаква корелация, която може да се намери между настроението на новинарската статия и нейния тип. Предлага се разширяване на възможностите за анализ на ниво дума чрез измерване на полезността на характеристики като честота на част от речта и семантични категории като обобщаващи термини, положителна и отрицателна полярност (анализ на настроението).

Други изследователски работи използват модели на дълбоко обучение за откриване на фалшиви новини. В [8] е показана хибридна конволюционна система, която превъзхожда традиционните модели за машинно обучение. В [5] е предложена йерархична мрежа с три нива, по едно за думи, изречения и заглавие на новинарска статия.

В работата [1] авторите представят мултимодален вариационен автокодер чрез използване на бимодален вариационен автоматичен енкодер, съчетан с двоичен класификатор за задачата за откриване на фалшиви новини. Авторите са описали подход за съвместно улавяне на семантично ясни изречения, заслужаващи проверка и потребителски коментари за откриване на фалшиви новини.

1.1. Сравнителни проучвания на използваните модели за откриване и класификация на дезинформация

Докато повечето от съществуващите изследвания са фокусирани върху определянето на видовете фалшиви новини и предлагането на различни подходи за откриване и класификация, много малко проучвания се провеждат за сравняване на подходи, независими от различни множества от данни. Wang и др. сравняват производителността на моделите SVM, LR, Bi-LSTM и CNN на техния предложен множество от данни „LIAR" [8]. Oshikawa и др. сравняват различни модели за машинно обучение (SVM, CNN, LSTM) за откриване на фалшиви новини на различни множества от данни [4]. Gravanis и др. сравняват няколко традиционни модела за машинно обучение (т.е. k-NN, дърво на решенията, Naive Bayes, SVM, AdaBoost, Bagging) за откриване на фалшиви новини в различни множества от данни [2]. Публикувани са проучвания относно различни методи за откриване на фалшиви новини [6].

2. Достъпни множества от данни за обучение и настройка на моделите за откриване и класификация на дезинформация

В проведените изследвания са използвани три достъпни в глобалната мрежа множества от данни.

- Множество от данни **„Liar Dataset"** [9]

Liar е публично достъпно множество от данни, който включва 128000 маркирани от хора кратки изявления от POLITIFACT.COM. Състои се от пет етикета за оценки на истинността: абсолютна лъжа, невярно, едва вярно, полувярно, предимно вярно и вярно. Фокусът е основно върху класифицирането на новини като истински и фалшиви. За двоичната класификация на новините изследователите ги трансформират в групи с два етикета: „pants on fire counts", „false counts" се разглеждат като *фалшиви*, а „barely true counts", „half true counts" и „mostly true counts" като *верни*. Множеството от данни съдържа 56% верни и 44% фалшиви твърдения. Това множество от данни се занимава предимно с политически въпроси и значително количество публикации от онлайн социални медии.

Множеството от данни предоставя някои допълнителни метаданни като тема, говорител, работа, състояние, партия, контекст, история. Въпреки това, в сценария от реалния живот може да не се разполага с тези метаданни винаги.

- Множеството данни **„Fake or Real News"** [10].

Множеството от фалшиви или истински новини е разработен от Джордж Макинтайър. Частта от фалшивите новини на това множество от данни е събрана от „Множество от данни за фалшиви новини на Kaggle". Хранилището в GitHub включва около 6,3 хиляди новини с еднакво разпределение на фалшиви и истински.

- Комбинирано множество от данни "**Combined Corpus**" [3]

Освен другите две множества от данни, е изграден комбинирано множество, което съдържа около 80 000 новини, сред които 51% са истински, а 49% са фалшиви. Едно важно свойство на това множество е, че то включва множество теми, включително национална и международна политика, икономика, разследване, здравеопазване, спорт, развлечения и други. Тематичното разнообразие се демонстрира чрез разстоянията между темите в комбинираното множество, с

използване на LDA (Latent Dirichlet Allocation) тематично моделиране. Въз основа на емпиричния анализ на разстоянията между темите, множеството от данни е разделено на десет клъстера, където всеки клъстер представлява тема. Координатите на всяка тема са измерени следвайки алгоритъма MDS (Multidimensional Scaling). Най-подходящите термини са определени въз основа на честотата на поява. Припокриването на клъстери (напр. Икономика и политика) показва съвместно използвани думи (напр. „Правителство", „Хора"). Събрани са новини от няколко източника в един и същ времеви интервал, като от особена важност е истинските новини да са събрани от доверени източници.

3. Модели за откриване и класификация на дезинформация и фалшиви новини

3.1. Традиционни модели базирани на машинно обучение (Machine Learning Models)

От известните модели за машинно обучение подходящи за използване при откриване на дезинформация са три модела: SVM (Support Vector Machine), LR (Logistic Regression), модела на k-NN (k-nearest neighbors algorithm), класификатор на Бейс (Naive Bayes) и дървото на решенията (Decision Tree).

3.2. Модели за дълбоко обучение (Deep Learning Models)

Описани са и са изследвани шест модела на дълбоко обучение за откриване на фалшиви новини: CNN, LSTM, Bi-LSTM, C-LSTM, HAN и конволюционен HAN. Моделите са описани накратко, като са представени и техните по-важни експериментални настройки.

Convolutional Neural Network - **CNN**: Едномерната конволюционна невронна мрежа може да извлича функции и да класифицира текстове след трансформиране на думите в множеството на изречението във вектори. Едномерният конволюционен модел се инициализира със 100-размерни предварително обучени вектори. Съдържа 128 филтъра и максимиращ обединяващ слой. Получена е вероятност за откриване 0,8.

Long Short Term Memory - LSTM: Моделът LSTM е предварително обучен със 100-мерни елемента. Използван е оптимизатор със скорост на обучение 0,001 за минимизиране на двоичната крос-ентропия.

Bi-LSTM: Обикновено новините, които се считат за фалшиви, не се състоят изцяло от невярна информация, а по-скоро са смесица с вярна информация. За да се открие аномалия в определена част от новината, трябва да се разгледа едновременно с предишната информация и следващите събития. За изпълнение на тази задача е конструиран Bi-LSTM модел. Bi-LSTM е инициализиран със 100-размерни предварително обучени вектори. Използван е оптимизатор със скорост на обучение от 0,001 за минимизиране на загубата на двоичната крос-ентропия. Размерът на партидата за обучение е зададен до 128. Степента на обучение е намалена с коефициент 0,1. Използвано е ранно спиране за наблюдение на точността на валидиране, за да се провери дали точността се влошава за 5 цикъла.

Convolution Long Short Term Memory C-LSTM: Базираният на C-LSTM модел съдържа един конволюционен слой и един LSTM слой. Използвани са 128 филтри с размер на филтъра 3, върху който е зададен максимален обединяващ слой с размер 2. Захранването с данни е със 100 изходни измерения и отпадане 0.2.

Hierarchical Attention Networks HAN: Използва йерархична мрежа за внимание, състояща се от два механизма за внимание на ниво дума и кодиране на ниво изречение. Преди обучението се задава максималния брой изречения в новинарска статия и максимален брой думи в изречение.

Convolution HAN: Представлява едномерен конволюционен слой преди всеки двупосочен слой в HAN.

3.3. Разширени езикови модели (Advanced Language Models)

Bidirectional Encoder Representations from Transformers (BERT) е семейство езикови модели, въведени през 2018 г. от изследователи в Google [11]. Проучване на литературата от 2020 г. заключава, че за малко повече от година BERT се е превърнал в повсеместна основа в експериментите за обработка на естествен език (Natural Language Processing NLP), като има над 150 изследователски публикации, анализиращи и подобряващи модела.

Първоначално BERT е внедрен на английски език в два размера на модела:

- BERTBASE: 12 енкодера с 12 двупосочни глави за самоконтрол с общо 110 милиона параметъра;
- BERTLARGE: 24 енкодера с 16 двупосочни глави за самоконтрол общо 340 милиона параметъра.

И двата модела са предварително обучени в Toronto BookCorpus (800 милиона думи) и английската Wikipedia (2500 милиона думи)

Обикновено се използва BERTBase предвид огромното време и изисквания към паметта на модела BERTLarge. Моделът BERT-Base има 12 слоя с 12 глави за внимание и 110 милиона параметъра.

Robustly optimized BERT approach RoBERTa: RoBERTa [3] е предварително обучен модел, който постига по-добра производителност от оригиналните модели BERT чрез използване на по-големи партиди за обучение на модела за по-дълго време върху повече данни. Той също така премахва загубата на NSP (Next Sentence Prediction) в BERT и продължава по-дълги последователности. Освен това той динамично променя модела на маскиране, приложен към данните за обучение.

DistilBERT: DistilBERT [3] е по-малка, по-бърза, по-евтина и по-лека версия на оригиналния BERT, който има 40% по-малко параметри от модела BERT-Base. Въпреки че оригиналните модели BERT се представят по-добре, DistilBERT е повече подходящ за използване на производствено ниво поради ниските си изисквания за ресурси. Имайки предвид потенциалните потребители с нестопанска цел, блогове и онлайн медии, може да се каже, че моделите с ниски ресурси са по-привлекателни.

Efficiently Learning an Encoder that Classifies Token Replacements Accurately ELECTRA: ELECTRA [3] е трансформаторен модел за самоконтролирано изучаване на езиково представяне. Този модел е предварително обучен с използването на друг (малък) маскиран езиков модел. Първо, езиковият модел взема въведен текст и го маскира на случаен принцип. След това моделите на ELECTRA се обучават да различават „истински" входни токени от „фалшиви" входни токени генерирани от предишния езиков модел. В малък мащаб ELECTRA може да постигне силни резултати.

Embeddings from Language Models ELMo: ELMo [3] е дълбок двупосочен езиков модел, който се обучава върху голямо текстово множество от данни. Предложен е ELMo модел, който има 2 bi-LSTM слоя и 93,6 милиона параметъра.

4. Метрики за оценка

За да могат да бъдат оценени на една и съща основа различните модели се използват едни и същи вече създадени множества за обучение и тестове за всяко множество от данни. Отчита се ефективността на всеки модел по отношение на прецизност и точност.

Приета е класификация на основата на истинността на новината и нейното определяне от модела като истинска или фалшива. Истинска положителна True Positive (TP) означава, че нови-

ната действително е реална и също така е класифицирана като истинска, докато фалшиво положителна False Positive (FP) показва, че новината всъщност е фалшива, но прогнозирана като истинска. Истинска отрицателна True Negative (TN) означава правилно определена фалшива новина и фалшиво отрицателно False Negative (FN) означава неправилно определена фалшива новина. Точност е броят на правилно определените случаи от всички ситуации.

5. Резултати от проведени експериментални изследвания

От изключителна важност е да се отговори на въпроса: „Колко точни са традиционните модели и моделите за дълбоко обучение за откриване на фалшиви новини в работните набори от данни?"

Проведените проучвания за откриване на дезинформация са фокусирани главно върху традиционните модели на машинно обучение (SVM, Naive Bayes, Decision Tree) и сравнението им с модели за дълбоко обучение (напр. CNN, LSTM, Bi-LSTM).

Често срещан проблем за всеки модел с контролирано обучение е ограничението на етикетираните данни. Интуитивно, колкото повече производителност може да се постигне с по-малко количество етикетирани данни, толкова по-лесно би било да се изследват и развиват модели на машинно обучение за улесняване на откриването на фалшиви новини. Ето защо е важно да се отговори каква е ефективността на моделите при по-малки извадки от набори от данни.

Изследванията показват, че сред традиционните модели за машинно обучение, Naive Bayes с n-gram функции се представя най-добре с 93% точност. За лексикални и настроени характеристики SVM и LR моделите се представят по-добре в сравнение с други традиционни модели за машинно обучение. Генерираните от функции моделиращи настроение не показват висока производителност за откриване на фалшиви новини.

Базовият модел на CNN показва най-добри резултати сред моделите базирани на дълбоко обучение. Базираните на LSTM модели са най-уязвими към пренастройване на набора от данни, което се отразява на неговата производителност. Bi-LSTM също е чувствителен към пренастройване на набора от данни. Моделите, успешно използвани за класификация на текст като C-LSTM, HAN трудно преодоляват проблема с пренастройването на набора от данни. Хибридният модел Conv-HAN показва най-добра производителност сред невронните модели с 0,59 точност.

Базираните на LSTM модели показват добри резултати, като както Bi-LSTM, така и C-LSTM постигат 0,95 точност. CNN и всички йерархични модели, включително Conv-HAN поддържат добра производителност с повече от 0,90 точност. Този резултат показва, че въпреки, че моделите, базирани на невронни мрежи страдат от пренастройване за малък набор от данни (LIAR), те показват висока точност върху умерено голям набор от данни.

Разликата е забележима при голям набор от данни, което подчертава факта, че дълбоките модели за обучение са склонни към пренастройване на малък набор от данни. Въпреки че е традиционен модел, моделът Naive Bayes (с n-грам) показва голяма точност в откриването на фалшиви новини, което почти достига ефективността на дълбокото обучение и постига 93% точност на комбинираното множество. Допълнителен анализ обаче показва, че ефективността на Naive Bayes достига насищане в даден момент (2,5K данни за обучение) и след това се подобрява много бавно с увеличаването на размера на извадката, докато производителността на модела за задълбочено обучение, т.е. Bi-LSTM, има по-голяма степен на подобрение с увеличаването на данните за обучение. Може да се направи заключение, че с достатъчно тренировъчни проби, моделите с дълбоко обучение са в състояние да надминат модела Naive Bayes. Моделите на дълбокото обучение като цяло превъзхождат традиционните модели на машинно обучение. Разликата в производителността между дълбокото обучение и традиционните модели на машинно обучение зависят от дължината на набора от данни. С увеличаването на дължината на набора от данни, производителността на моделите за дълбоко обучение също се подобрява и в резултат на

това, моделите за дълбоко обучение превъзхождат традиционните модели върху голям набор от данни.

Могат ли напредналите предварително обучени езикови модели (Advanced Language Models) да надминат традиционните модели на машинно обучение и модели с дълбоко обучение?

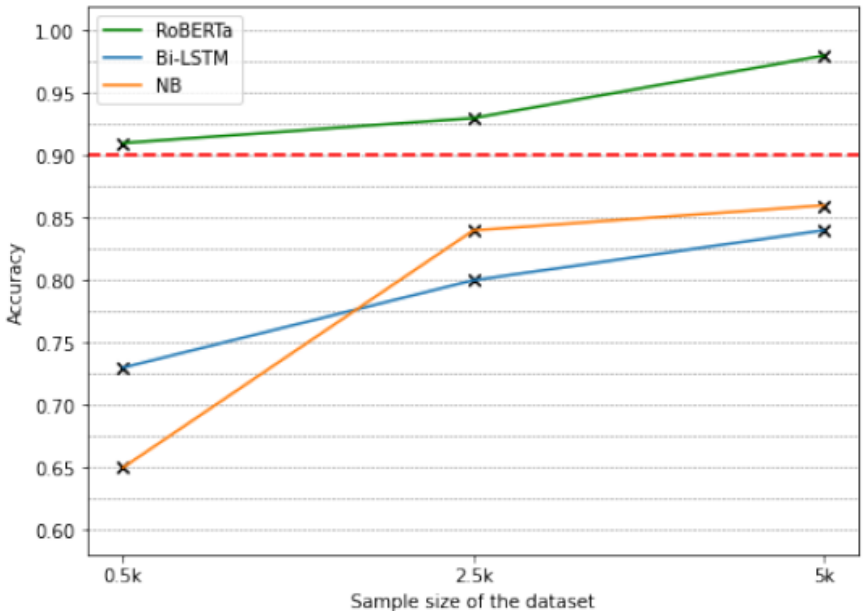
Тъй като тези модели включват по-сложни архитектури, те не зависят от пренастройване на по-малък набор от данни толкова, колкото моделите с дълбоко обучение. Това е така, защото тези модели използват предварително обучени тежести във всички слоеве, с изключение на окончателните класификационни слоеве. В резултат на това те не се нуждаят от голям набор от данни за фина настройка на тяхната сложна архитектура.

Следователно всички Advanced Language Models модели превъзхождат другите традиционни модели за машинно обучение и модели, базирани на дълбоко обучение.

Предвид големия набор от данни (т.е. комбинирано множество), тези предварително обучени модели постигат по-добра производителност при задачата за откриване на фалшиви новини.

Моделите BERT, BERT, RoBERTa, DistilBERT, ELECTRA обикновено са по-добри от модел ELMo. Например, DistillBERT (66M параметри), BERT (110M параметри), Electra (110M параметри), RoBERTa (125M параметри), постигат съответно 0,93, 0,95, 0,95 и 0,96 точност на комбинирания набор от данни, докато ELMo (93,6 милиона параметри) постига 0,91. Производителността на моделите, базирани на преобразования, е пропорционална на техния брой предварително обучени параметри.

Предварително обучените BERT модели могат да работят много добре с малки набори от данни (фиг. 2). Ако се вземе най-добрия модел от всеки от трите типа, т.е. Naive Bayes с n-грам, Bi-LSTM, RoBERTa (базиран на BERT) и се сравни тяхното представяне, те са с много ясни граници. RoBERTa постига значително по-добра производителност от другите два модела. RoBERTa достига повече от 90% точност само с 500 тренировъчни данни и продължава да се подобрява с увеличаването на размера на извадката. Достига 98% точност с размер на извадката от 5000. От друга страна, както Naive Bayes, така и Bi-LSTM не успяват да постигнат 90% точност, когато размерът на извадката е под 5000.



Фигура 2. Сравнение на резултатите от модели RoBERT, Naive Bayes и Bi-LSTM [3].

RoBERTa продължава да показва точност (84%), дори когато размерът на набора от данни е 300. Това е така, защото предварително обучените тегла на RoBERTa вече са научили семантичното представяне от големи текстови множества. Работата на модела започва да се влошава бързо, след като дължината на набора от данни е намалена до по-малко от 300. [3]

Необходимо е да се отбележи, че различните езици, като например испански, италиански, арабски и т.н. имат предварително обучени BERT модели, които могат да бъдат фино настроени с малки фалшиви набори от новини за разработване на инструмент за откриване.

Заключение

Разработени са и са изследвани множество технологични решения за откриване на фалшиви новини и дезинформация. Предложените модели функционират на базата на принципите на машинното обучение и самообучение, на дълбокото обучение. Разработват се усъвършенствани модели и хибридни схеми, които показват подобрени резултати в сравнение с традиционните модели на машинно обучение, особено в случая на малки по обем набори от входни данни.

Литература:

1. Dhruv K., Jaipal S., Manish G., and Vasudeva V. Multimodal variational autoencoder for fake news detection. In The World Wide Web Conference, pages 2915–2921, 2019.
2. Georgios G., Athena V., Konstantinos D., and Panagiotis K. Behind the cues: A benchmarking study for fake news detection. Expert Systems with Applications, 128:201–213, 2019.
3. Junaed, Y. K, Tawkat I. K., Sadia A., Anindya I., A Benchmark Study of Machine Learning Models for Online Fake News Detection, Machine Learning with Applications journal, 2021.
4. Kai S., Amy S., Suhang W., Jiliang T., Huan L. Fake news detection on social media: A data mining perspective. ACM SIGKDD Explorations Newsletter, 19(1):22–36, 2017.
5. Niall J. C., Victoria L. R., and Yimin C.. Automatic deception detection: Methods for finding fake news. In Proceedings of the 78th ASIS&T Annual Meeting: Information Science with Impact: Research in and for the Community, page 82. American Society for Information Science, 2015.
6. Sanjeev M. D. and Sunil B. W. Survey on fake news detection techniques. In International Conference on Image Processing and Capsule Networks, pages 342–348. Springer, 2020.
7. Shlok G. Evaluating machine learning algorithms for fake news detection. In Research and Development (SCOReD), 2017 IEEE 15th Student Conference on, pages 110–115. IEEE, 2017.
8. William Y. W.. ” liar, liar pants on fire”: A new benchmark dataset for fake news detection. arXiv preprint arXiv:1705.00648, 2017.
9. LIAR Dataset. Retrieved from https://www.cs.ucsb.edu/˜william/data/liar_dataset.zip.
10. BERT Model. Retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/BERT_(language_model).
11. Fake or Real News Dataset. Retrieved from https://www.kaggle.com/mrisdal/fake-news.

Докладът е в изпълнение на Национална научна програма „Сигурност и отбрана“, приета с РМС No 731 от 21.10.2021 г. и съгласно Споразумение No Д01-74/19.05.2022 г.

RESEARCH OF LOW - PROFILE PRINTED 77-GHZ ANTI-COLLISION RADAR ANTENNAS IMPLEMENTED IN SMART VEHICLES

Stanimir H. Parvanov, Georgi A. Kozarev

Communication Networks and Systems Department, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University „V. Levski", Shumen, Bulgaria, ssparvanov@gmail.com, goshakis@abv.bg

ИЗСЛЕДВАНЕ НА НИСКО ПРОФИЛНИ ПЕЧАТНИ 77GHZ РАДАРНИ АНТЕНИ ПРОТИВ СБЛЪСЪК ВНЕДРЯВАНИ В УМНИ ПРЕВОЗНИ СРЕДСТВА

Станимир Хр. Първанов, Георги Ат. Козарев,

Катедра „Комуникационни мрежи и системи" факултет „Артилерия, противовъздушна отбрана, комуникационни и информационни системи", гр. Шумен, България ssparvanov@gmail.com, goshakis@abv.bg

Abstract: *Automobiles are increasingly being equipped with radar sensors that support drivers in critical situations, helping to reduce the number of accidents. Radar makes it possible to quickly and precisely measure the radial velocity, range, azimuth angle and elevation angle of multiple objects. That is why the automobile industry is widely using this technology in advanced driver assistance systems (ADAS).*

Keywords: *radar sensors, driver assistance systems, automotive radar, object detection*

Introduction

For modern comfort, vehicle safety, and drone-monitoring systems, automotive radar is a critical technological module. Advancing and enabling the autonomous-driving functions and drone monitoring systems associated with camera-involved sensor systems. For collision avoidance, more than ten radar elements or sensors are needed in driverless vehicles or next-generation drones to have a 360-degree surrounded view. Consequently, there is a higher demand from the aerospace, defense sectors, and automotive industry for radar systems with multifunctional capabilities and high precision. Hence, these radar systems with multiple features required modern integrated antennas to capture or sense the surroundings to perform the necessary action, which is essential to avoid the collision in an autonomous drone or assist the driver in an autonomous vehicle, respectively. However, the increased requirements led to a focus on research and development in the automotive or anti-collision radar antenna systems in both academia and industrial sectors [1]. Automotive radar is used to detect the range and speed of objects near the vehicle or drone. The automotive radar consists of a transceiver, which is a

combination of a transmitter and a receiver. The transmitter emits radio waves that knock the body of the object and spring back to the receiver, determining the speed, distance, and direction of the object. Sensors and low-profile antennas are required for ubiquitous automotive Radar applications such as:

- Safer passenger transport systems: road, rail, and water;
- Bio-signal detection for healthcare and elderly/baby monitoring;
- Security systems in airport; and urban areas;
- Civil engineering (structural-health monitoring, land-slide monitoring, and ground penetration to detect pipelines, electrical wires, etc.);
- Disseminated surveillance system (smart city, airport, bank, and school);
- Millimeter-wave body scanner to ensure safety;
- Environmental-monitoring and civil defense through anti-collision drones;
- Monitoring industrial measurements in harsh environments without interaction; and
- Groove wall target detection.

I. Low-cost automotive radar technology

Brief description of the operation of vehicle architecture with automotive radar sensors.

Fig. 1. shows an upcoming vehicle architecture. Automotive radar is used in many applications. Typically, blind spot detection (BSD) radars operate in the 24.05 GHz to 24.25 GHz range (radio resource allocation: ISM, RR 5.150, ITU references: WRC 19, AI1.13, Res. 238, resolves 2), while most automotive radars operate in the 76 GHz to 81 GHz range as part of the radiolocation service.

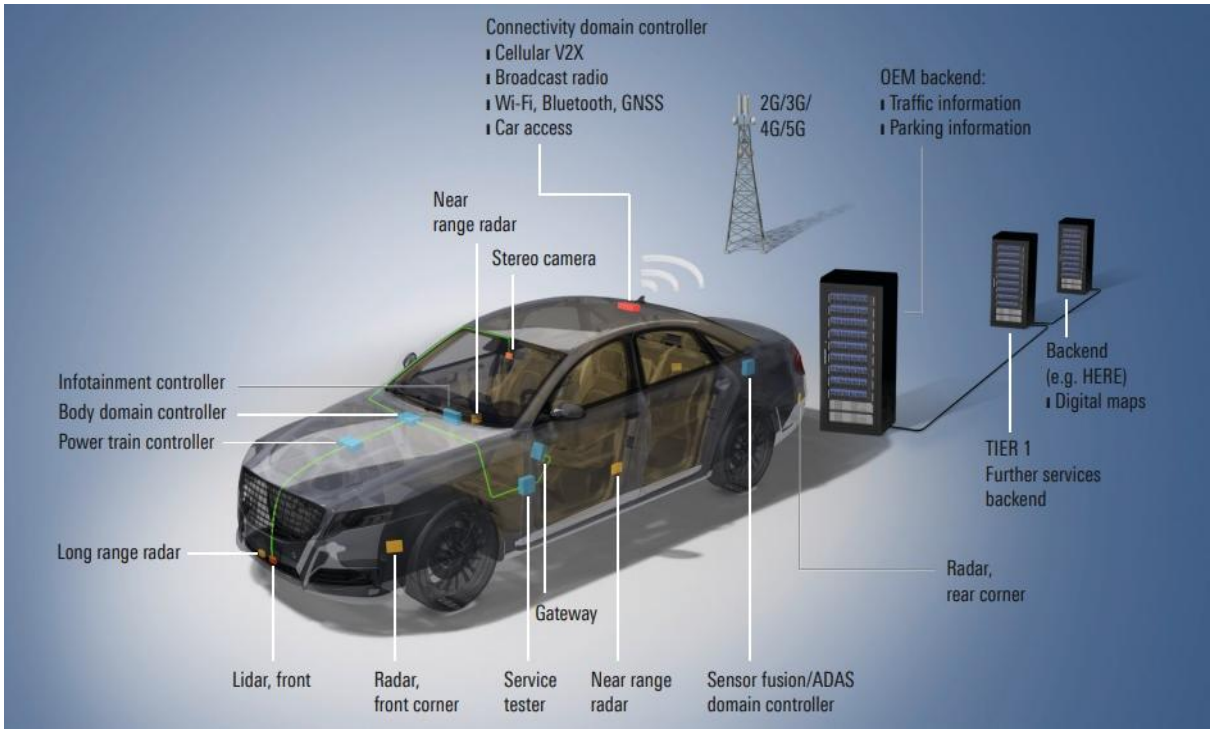


Figure 1. Vehicle architecture with automotive radar senosrs for greater vehicle safety

The 76 GHz to 81 GHz frequency band is of major interest since:

- Only automotive radar in the 76 GHz to 81 GHz range can claim protection from interference due to its regulatory status;
- The sensor package is smaller;
- Radar chips are less expensive;

- More bandwidth is available (resulting in higher range resolution);
- Measurements at 77 GHz give better Doppler resolution than at 24 GHz for the same signal transmit duration;
- It offers more antenna space.

For a system designer, all these new techniques play an important role. Next to the selection of the radar waveform, test and measurement accuracy is critical in the development and launch of a new radar system. New radar designs need to ensure that all hardware and software components work in the desired manner under all considered conditions. This creates specific measurement needs and tasks for the measurement equipment. A technical understanding of waveform design is fundamental. To reduce design uncertainty, test solutions are required that deliver the performance, precision and insight to solve these advanced design challenges.

Automotive radar uses waveforms such as linear frequency modulated continuous wave (LFMCW), frequency shift keying (FSK), multiple frequency shift keying (MFSK), chirp sequence (CS) and many others. Fig. 2 shows an example transmit signal (chirp sequence):

- f_{sweep}f sweep describes the signal bandwidth, which can be up to 5 GHz in the 76 GHz to 81 GHz frequency band
- T_{chirp} is the transmit duration of a single FMCW chirp, typically in the domain of 10 us to 40 ms
- T_{CPI} is a block of chirps that is several milliseconds up to 100 ms long The radar transmits and receives at the same time. By mixing the receive signals with the transmit signals, the so-called beat frequency (f_B) is measured. Each object (each echo) contributes to a beat frequency. After fast Fourier transformation, the estimated beat frequencies can be used to calculate range and radial velocity.

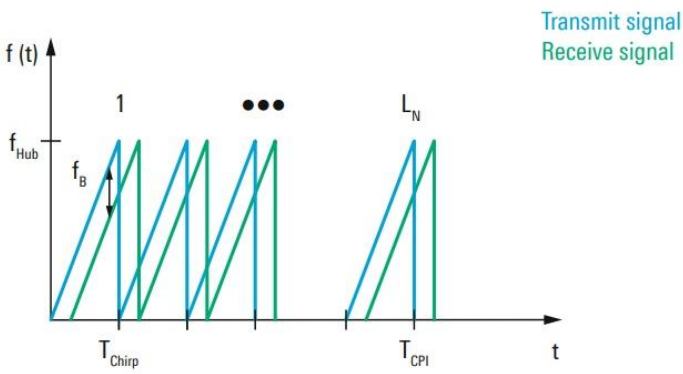


Figure 2. Chirp sequence

Many radar sensors also use a variety of these signals, which are transmitted in several different modes and selected by the radar scheduler based on the application and, for example, the required unambiguities and resolutions. For example, in one transmit burst, the signal bandwidth is selected to be low, which offers increased maximum range but lower range resolution. In order to resolve and classify the targets, the next measurement cycle might use a high signal bandwidth, which reduces the maximum unambiguous range. Another application could be the mitigation of interference from other automotive radar sensors. A radar sensor scheduler can apply frequency hopping or waveform diversity (and select those with less IF bandwidth). An automotive radar sensor therefore has to switch between frequencies after T_{chirp} or T_{CPI} depending on the implementation of the algorithms

Azimuth and elevation

Azimuth and elevation angle are measured by using several transmitting and receiving antennas. Depending on the number of antennas, resolution in azimuth and elevation is also possible. To estimate

the angle, a radar generally measures the phase difference of a received signal at multiple antennas. Using a uniform linear array consisting of at least two receiving antennas, the angle α can be estimated by $\Delta r = \sin(\alpha)$, where d is the distance between the antenna elements spaced by λ/2. By increasing the number of antenna elements, azimuth resolution becomes possible and the accuracy of the angular measurement improves.

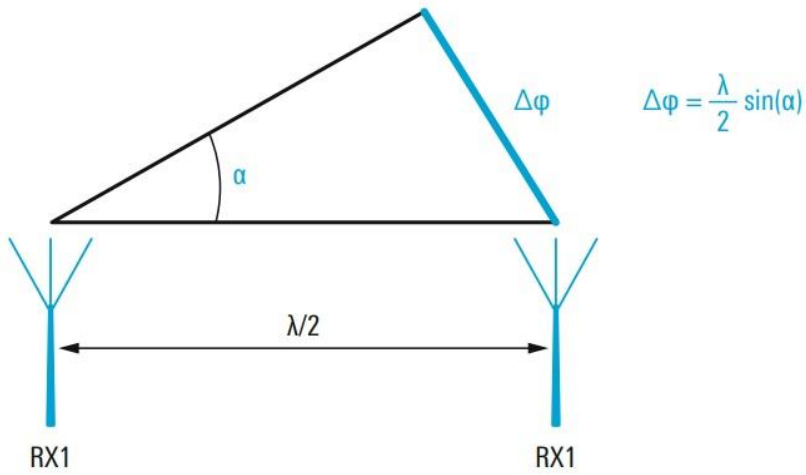


Figure 3. Angel estimation using two receiving antennas

Due to the standards and spectrum regulations, 24 GHz's ultra-wideband are not accessible from 1 January, 2022. Henceforth, this nonexistence of wide bandwidth, which is needed for high-performance radar applications, makes 24 GHz unpleasant for emerging novel radar systems. Further, the 77 GHz band categorized into narrow bandwidth (used for LRR) of 1 GHz (76 – 77 GHz) and attractive wide bandwidth (used for SRR) of 4 GHz (77 GHz – 81 GHz). It has gained significant attraction for both the worldwide scientific community and industrial adoption. The 77 GHz band with wide 4 GHz bandwidth is attractive for applications that needed high-range resolution and accuracy. It is the reason that the 77 GHz band is likely to replace most 24 GHz automotive radar systems [3].

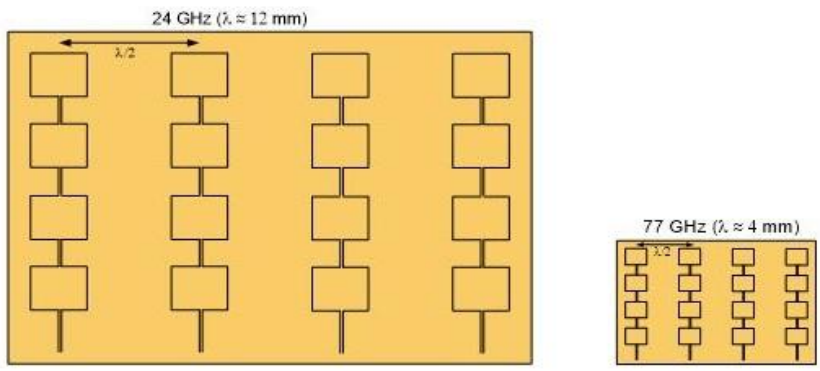


Figure 4. Schematic of relative 24 GHz and 77GHz series fed microstrip array configurations.

Results for Low-Profile 77 - 81GHz Antennas and Arrays

Planar elements can form array structures by merging simple microstrip patches and forming flexible and phased arrays. These simple integrations of planar elements can be used for sensing applications such as 77 GHz and more, for example, automotive radar. The other advantages of planar elements are low cost and low profile. Quasi-periodic and periodic-structures printed on dielectric substrates are

used to design the folded reflector antennas. This antenna's dual-polarization characteristics, plus a polarization grid or slot array, can be used to implement a compact, thin, folded reflective antenna. Examples of such antennas are given for covering the 60 GHz ISM band and 76 – 77 GHz range for automotive radar applications. The folded reflector antennas show excellent radiation with low losses and comparably lower height. Composed to only two printed substrates, they can be a capable alternative to conventional printed or slotted-waveguide antenna arrays [4]. A different selection of planar antenna configurations appropriate for millimeter-wave radar applications, frequency range starting from 60 GHz to 140 GHz has been reported the importance of Rotman lenses and Beam-forming with power dividers presented in detail [5]. A low-profile 77 GHz automotive radar lens antenna fed by an array of 2 × 2 microstrip-path, etched on 10μm thick single-layer substrate. Beam tilt phenomenon and radiation properties of low-profile lens antenna are measured and verified experimentally [6]. Since 1999, automotive radars commercialized in two frequency bands, around 24 GHz and 77 GHz. Several factors influence the design and the radiation performance (high gain, low-loss, and small size) of the sensor antennas for automotive, commercial applications. General millimeter-wave automotive radar antenna concepts (including multi-beam and beam-forming aspects), radar-system aspects, and three antenna configurations (reflector, planar, and lens antennas) are discussed in this contribution [7]. The market for autonomous and driver assistance systems built on millimeter wave-based radar sensor technology is booming, and this enabled mass production and low-cost automotive radar systems. Various advanced radar-antenna packaging concepts and planar antenna systems with their performances are demonstrated [8].

Table 1. A 77-GHz antenna type, feed technique, dielectric material properties, and application

Reference	Type of the Antenna	Feed Technique	Frequency Band GHz	Substrate Type	Dielectric Constant (ϱr)	Dielectric Thickness (mm)	Application
[4]	Folded Reflector Antennas	Circular waveguide horn	55–64 76-77	Roger RT/Duroid	2.22 4.5	0.254 1.02	ISM Automotive Radar
[6]	Lens Antenna (2 × 2 array)	single-end microstrip line	76.4–76.6	Taconic Taclam Plus	2.1	0.1	Automotive Radar
[9]	LTCC Patch Array Antenna	Laminated Waveguide-Based Vertical Parallel	77–81	low-temperature co-fired ceramics	7.3	0,27	Automotive Radar (SRR/MRR)
[10]	Integrated Lens Antennas	Microstrip line	73–94	RO4003C	3.5	-	Automotive Radar/mm-wave radio backhaul systems
[12]	Dual-Layer Transmit-Array	SIW	75–78	RO4003C	3.38	0.203	Automotive Radar WPAN
[13]	Dielectric Flat Lens Antenna	Microstrip-feed	57–64 76-80	Rogers TMM6	6	7	Automotive Radar
[15]	Hybrid Thin-Film Antenna	SIW GCPW MS	76.3–82.5 76.3–85.5 75.7–84.8	Rogers RO3003	3	0.381	

[16]	Series fed patch antenna array	SIW	75–80	Taconic TLY-5	2.2	0.254	
[18]	Planar Grid Array	Microstrip line	77–81	Roger 3003	3	0.254	Automotive Radar
[19]	Antenna on LTCC substrate	Microstrip line	75.53–77.75	LTCC substrate	7.54	0.1	
[20]	Microstrip	SIW	75.6–78.5	Rogers 5880	2.2	0.508	
[21]	Microstrip Patch antenna array	Proximity Coupled Feed	76–81.4	Ceramic Substrate	-	-	
[22]	Circular Shaped Patch Antenna Array (1 × 8 and 4 × 8)	Slotted SIW	76–79.5	Taconic TLY-5	2.2	0.481	
[23]	Microstrip Planar Antenna Array	Microstrip Line	76.5–81.5	Rogers RO3003B	3	0.127	
[24]	Patch Antenna Array	Double Indirect Coupled Feed	76–81	TSMDS3 substrate	3.12	0.13	

A microstrip-based array antenna combined with three-stage power dividers with Low-Temperature Co-fired Ceramics (LTCC) technology presented for a wide bandwidth of 4 GHz in the frequency band of 77–81 GHz. The measured gain is 13 dBi with an E-plane HPBW of ≤ 7, and it is appropriate for SRR/MRR applications [9]. An experimental study of integrated electronic beam-scanning lens antennas reported for E-band (77 GHz and 85 GHz) applications. Aperture coupled technique used as feed along with the beam switching circuit and a hemispherical quartz lens (7.5 mm and 12.5 mm) provides a beam coverage of < 27° (for 7.5mm lens) and < 18 (for 12.5mm lens) and the directivity and the directivity is 16 and 20 dBi, respectively. These lens antennas are appropriate for automotive radar, WLAN/WPAN imaging, and millimeter-wave backhaul radio systems [10]. A 77 GHz flexible and thin microstrip antenna array for reflectors integrated into plastic side screens, and lining of the jackets used at the road's construction, and various experimental design aspects are studied. A total number of 30 patches are combined in a reflector to get a fixed beam, and an array of these reflectors are applied to various objects (jackets and side screens) to improve the radar cross-section (RCS) [11]. The unit cells of coplanar patches are carved on both sides. The printed circuit board (PCB) and coupled through via is proposed for 77 GHz automotive radar applications. When the transmit array is united via four substrate-integrated-waveguide (SIW) antennas as the primary feeds, it can produce four beams with coverage of ± 15 with a gain of more than 18.5 dBi [12]. Two novel low-profile and low-cost inhomogeneous graded-index dielectric flat lens antennas are reported at millimeter-wave resonating frequencies of 60 GHz and 77 GHz. The 60 GHz graded flat lens antenna prototype has 18.3 dB broadside gain with a beam steering in E and H planes from −30 to +30. The other graded lens antenna at 77 GHz prototype produces 18.9 dB broadside gain with a beam steering from −30 to +30 [13]. A study of beam scanning performance and effects of the anti-reflective coatings on integrated lens antennas fabricated with a denser dielectric was presented. The advantage of a denser dielectric coating allows excellent transfer efficiency of power through the lens, enabling compact and low-cost fabrica-

tion. Nevertheless, due to this dense material, numerous strong inner-reflections take place inside the lens. These multiple reflections weaken the return loss as well as the radiation performance, which in turn affects the wide scan-angle performance. Suppose one or more matching dielectric layers are coated on the lens. In that case, the above-said effects will be reduced significantly, and it is proved with a 77 GHz hemi-spherical lens made of alumina coated with various types of anti-reflective layers (corrugations, quarter-wave, and multiple layer transformers) [14]. A hybrid approach of multi-layer antennas using a thin single layer PCB and multilayer thin films with three feed configurations (SIW slot, grounded CPW, and strip-line feed) is presented for automotive SRR/MRR applications. The performances of these three feed configurations of 1 × 4 arrays are recorded in Tables 1 and 2 [15].

Table 2. A77 GHz antenna performance parameters and comparison.

Reference	Operating Frequency GHz	Impedance Bandwidth (%)	10 dB RL Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	HPBW (Degree) E / H Plane	Cross Polarization (dB)	Radiation Efficiency (%)
[4]	60 76.5	11.66 1.3	7 1	34 35	3.2/3.4 2.9/3	<−24 <−20	-
[6]	77	5.23	4	28	4/4.4	<−19	-
[9]	79	6.33	4	13	7	-	-
[10]	77	25	11	16 (small lens) 20 (large lens)	27 (7.5 mm lens) 18 (12.5 mm lens)	<−25	-
[12]	77	3.89	3	18.5	15	-	-
[13]	60 77	11.66 5.18	7 4	15 18.9	21 20	<−18 <−20	70 80
[15]	SIW 79 GCPW MS	7.8 11.3 11.3	6.2 9.2 9.1	9.2 10.7 12.1	12/40	<−30	19.1 34 37.2
[16]	77	6.46	5	15.9	4.5/12(LRR) –40(MRR)	-	70
[18]	79	5.19	4	15	5	<−22	96
[19]	77	2.89	2.22	27.6	17.5	<−25	-
[20]	77	3.76	2.9	21.7	15 (LRR)–80 (MRR)	-	63.1
[21]	79	6.83	5.4	14.8	-	-	-
[22]	77 Linear (1 × 8) Planar (4 × 8)	5.5 4.37	2.75 3	16.992 20.98	53 (XOZ)/9.5 (YOZ) 19 (XOZ)/9.5 (YOZ)	<−20	>80
[23]	78	6.41	5	10	-	<−10	-
[24]	77/79	6.32	5	11.5	8.1	-	-

Many linear series-fed patch arrays with SIW based distributed feed network presented for 77 GHz medium and long-range automotive radar applications with a flat-shoulder-shaped beam of radiation. The proposed antenna array is fabricated and measured [16]. An illustration of substrate integrated waveguide based 77 GHz microstrip antenna array is shown in Figure 3. A reliability study from the antenna to complete physics of automotive radar sensor case simulation workflow using high-

frequency-structure-simulator (HFSS). Finite Element Method (FEM) solver is discussed [17] for antenna optimization, design, and analysis of random effects. A novel planar grid antenna array with small loop elements operating in the automotive radar band of 77–81 GHz is presented [18]. The grid array provides improved beam scanning with a wide bandwidth of 4 GHz in E-band. This design was fully compliant with on-chip antennas, and it is verified experimentally. A planar antenna array was printed on an LTCC substrate for 77-GHz automotive LRR applications consisting of two transmitting and three receiving microstrip patch antennas. A broad band-width of 2 GHz and a gain of 27.1 dBi achieved with LTCC as a high substrate dielectric constant ($\varepsilon r = 7.54$). The gain can be enhanced by adding a resistive metal sheet, thus, an unwanted ripple in the pattern can be reduced [19]. A new SIW based slot array is designed for both 77-GHz automotive MRR and LRR applications. A mixed optimization approach was introduced [20], which includes aggressive space mapping and non-linear fitting to achieve a flat shoulder radiation pattern. The experimental peak gain obtained for the array antenna is 21.7 dBi.

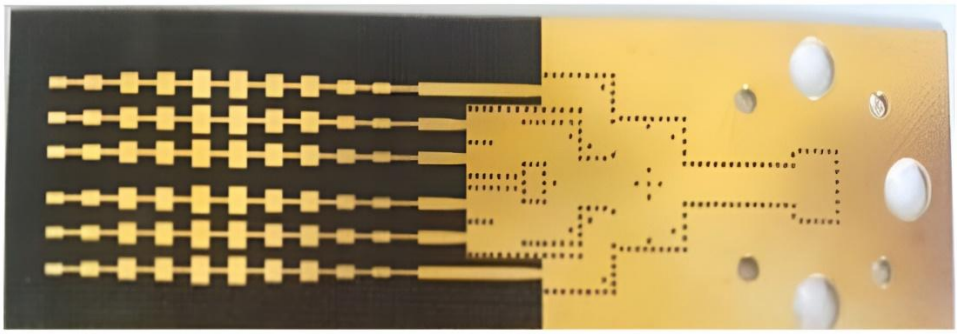


Figure 5. Illustration of substate-integrated-waveguide (SIW) based series fed microstrip array antenna at 77 GHz

An electromagnetically coupled microstrip antenna array discussed with reduced mutual interference, enhanced impedance bandwidth, and gain. Besides, consistent radiation pattern among 10 dB return-loss bandwidth from 76 to 81.4 GHz [21]. A slotted SIW used as a feed for linear array patch antenna consisting of circular patches is designed for 77 GHz automotive radar applications. The proposed 1 × 8 linear, circular patch array antenna produces higher gain due to additional slots at the circular patch center. The performance of 4 × 8 planar arrays is also tested and validated by combining four 1 × 8 planar antenna arrays [22]. Distinct planar array antennas for transmission and reception are designed on a substrate consisting of an array column of 10 square patch elements that produces a fan beam, radiating widely in azimuth and narrows in elevation planes. A single circularly polarized wave is excited by the microstrip quadrature power-divider network, and the several array columns are organized parallel for digital beam-forming in the azimuthal plane. A prototype of receiving columns has been fabricated and measured at 78 GHz automotive radar frequency band [23]. A novel feed method of the double indirect-coupled structure is used for planar antenna arrays to achieve wide bandwidth and gain for automotive radar applications. A combination of a stripline, curved rectangular radiator, and a waveguide feed mechanism is used to design the planar antenna array. Further, to enhance the broad impedance matching and the gain, indirectly-coupled feed is used as the shift between the stripline and the waveguide feed structure [24]. The 77 GHz low-profile automotive radar planar antennas are presented in Table 1, with a view of the type of the antenna, feed configuration, frequency range, dielectric material properties, and specific application. The detailed performance parameters of the 77 GHz printed automotive radar antennas are presented in Table 2 by specifying the impedance bandwidth, gain, 3 dB beamwidth, cross-polarization, radiation efficiency.

Conclusions

This work emphasized the key concepts of the autonomous vehicles concerning the power electronic converter topologies and communication aspects. In this report, various convertor topologies and condition monitoring aspects concerning electric vehicles were enumerated and reported. In the present paper, recent developments and challenges of low profile 77 – 81 GHz printed antennas for automotive radar applications are reviewed and summarized. The design methodologies, feed techniques, and other antenna parameters (antenna type, frequency range, bandwidth, size, and intended application) are presented comprehensively concerning the available literature in the form of Tables 1 – 2. The antenna performance concepts, like beam scanning techniques, gain, and cross-polarization levels, are discussed broadly.

References

1. Neresh D., Chan-Wang Park, Fofana I., Anant K., Sujatha M. – "Perspectives of Convertors and Communication Aspects in Automated Vehicles, Part 2: Printed Antennas and Sensors for Automotive Radars, Jaipur, Rajasthan (India), 2021;
2. Pohde&Schwarz – "Automotive radar technology, market and test requrements", Munich, Germany, 2018;
3. Ramasubramanian, K.; Ramaiah, K. Moving from legacy 24 GHz to state-of-the-art 77-GHz radar. ATZelektronik Worldw. 2018, 13, 46–49. [CrossRef]
4. Menzel, W.; Pilz, D.; Al-Tikriti, M. Millimeter-wave folded reflector antennas with high gain, low loss, and low profile. IEEE Antennas Propag. Mag. 2002, 44, 24–29. [CrossRef]
5. Schoebel, J.; Herrero, P. Planar Antenna Technology for mm-Wave Automotive Radar, Sensing, and Communications. Radar Technol. 2010. [CrossRef]
6. Hallbjorner, P.; He, Z.; Bruce, S.; Cheng, S. Low-Profile 77-GHz Lens Antenna with Array Feeder. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett. 2012, 11, 205–207. [CrossRef]
7. Menzel, W.; Moebius, A. Antenna Concepts for Millimeter-Wave Automotive Radar Sensors. In Proceedings of the IEEE; Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE): Piscataway, NJ, USA, 2012; Volume 100, pp. 2372–2379.
8. Hasch, J.; Topak, E.; Schnabel, R.; Zwick, T.; Weigel, R.; Waldschmidt, C. Millimeter-Wave Technology for Automotive Radar Sensors in the 77 GHz Frequency Band. IEEE Trans. Microw. Theory Tech. 2012, 60, 845–860. [CrossRef]
9. Wang, X.; Stelzer, A. A 79-GHz LTCC Patch Array Antenna Using a Laminated Waveguide-Based Vertical Parallel Feed. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett. 2013, 12, 987–990. [CrossRef]
10. Artemenko, A.; Mozharovskiy, A.; Maltsev, A.; Maslennikov, R.; Sevastyanov, A.; Ssorin, V. Experimental Characterization of E-Band Two-Dimensional Electronically Beam-Steerable Integrated Lens Antennas. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett. 2013, 12, 1188–1191. [CrossRef]
11. Hallbjorner, P.; Cheng, S. Improvement in 77-GHz Radar Cross Section of Road Work Jacket and Side Screen by Use of Planar Flexible Retrodirective Reflectors. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett. 2013, 12, 1085–1088. [CrossRef]
12. Yeap, S.B.; Qing, X.; Chen, Z.N. 77-GHz Dual-Layer Transmit-Array for Automotive Radar Applications. IEEE Trans. Antennas Propag. 2015, 63, 2833–2837. [CrossRef]
13. Imbert, M.; Papio, A.; De Flaviis, F.; Jofre, L.; Romeu, J. Design and Performance Evaluation of a Dielectric Flat Lens Antenna for Millimeter-Wave Applications. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett. 2014, 14, 342–345. [CrossRef]

14. Sönmez, N.T.; Tokan, N.T. Effects of anti-reflective coatings on scanning performance of millimetre-wave lenses. IET Microw. Antennas Prop. 2016, 10, 1485–1491. [CrossRef]
15. Khan, O.; Meyer, J.; Baur, K.; Waldschmidt, C. Hybrid Thin Film Antenna for Automotive Radar at 79 GHz. IEEE Trans. Antennas Propag. 2017, 65, 5076–5085. [CrossRef]
16. Xu, J.; Hong, W.; Zhang, H.; Wang, G.; Yu, Y.; Jiang, Z.H. An Array Antenna for Both Long- and Medium-Range 77 GHz Automotive Radar Applications. IEEE Trans. Antennas Propag. 2017, 65, 7207–7216. [CrossRef]
17. Chipengo, U.; Krenz, P.M.; Carpenter, S. From Antenna Design to High Fidelity, Full Physics Automotive Radar Sensor Cor-ner Case Simulation. Model. Simul. Eng. 2018, 2018, 1–19. [CrossRef]
18. Arnieri, E.; Greco, F.; Boccia, L.; Amendola, G. A Reduced Size Planar Grid Array Antenna for Automotive Radar Sensors. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett. 2018, 17, 2389–2393. [CrossRef]
19. Salzburg, C.G.; Vaupel, T.; Bertuch, T.; Wilhelm, M.; Wichmann, T.; Alfageme, S.T. Feasibility of an automotive radar antenna at 77 GHz on LTCC substrate. IET Radar Sonar Navig. 2018, 12, 1172–1178. [CrossRef]
20. Yu, Y.; Hong, W.; Zhang, H.; Xu, J.; Jiang, Z.H. Optimization and Implementation of SIW Slot Array for Both Medium- and Long-Range 77 GHz Automotive Radar Application. IEEE Trans. Antennas Propag. 2018, 66, 3769–3774. [CrossRef]
21. Tian, H.; Liu, C.; Gu, X. Proximity-coupled feed patch antenna array for 79 GHz automotive radar. J. Eng. 2019, 2019, 6244–6246. [CrossRef]
22. Xu, J.; Hong, W.; Jiang, Z.H.; Zhang, H. Low-Profile Circular Patch Array Fed by Slotted Substrate Integrated Waveguide. IEEE Trans. Antennas Propag. 2018, 67, 960–970. [CrossRef]
23. Hamberger, G.F.; Späth, S.; Siart, U.; Eibert, T.F. A Mixed Circular/Linear Dual-Polarized Phased Array Concept for Auto-motive Radar—Planar Antenna Designs and System Evaluation at 78 GHz. IEEE Trans. Antennas Propag. 2019, 67, 1562–1572. [CrossRef]
24. Yoo, S.; Milyakh, Y.; Kim, H.; Hong, C.; Choo, H. Patch Array Antenna Using a Dual Coupled Feeding Structure for 79 GHz Automotive Radar Applications. IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett. 2020, 19, 676–679. [CrossRef].

TYPES OF METHODS AND THEIR COMPATIBLE USE IN LOCATING THE SMARTPHONES IN RURAL AND URBAN AREAS

Stanimir H. Parvanov, Georgi A. Kozarev, Dimitar I. Raev

Communication Networks and Systems Department, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University „V. Levski", Shumen, Bulgaria ssparvanov@gmail.com, goshakis@abv.bg,

ОСНОВНИ МЕТОДИ И ТЯХНОТО СЪВМЕСТИМО ИЗПОЛЗВАНЕ ЗА ЛОКАЛИЗИРАНЕ НА СМАРТФОНИ ИЗВЪН НАСЕЛЕНИ И В УРБАНИЗИРАНИ РАЙОНИ

Станимир Хр. Първанов, Георги Ат. Козарев, Димитър Ив. Раев

Катедра „Комуникационни мрежи и системи" Факултет „Артилерия, противовъздушна отбрана, комуникационни и информационни системи", гр. Шумен, България ssparvanov@gmail.com, goshakis@abv.bg

Abstract: *Localization or positioning is a process that is used to obtain tracked objects information concerning multiple reference points within a predetermined area. In other meaning, it is an attempt to identify the position of the movable/fixed devices (including smartphones, drones, watches, beacons, and vehicles) using certain fixed nodes and mobile computing devices. Further, the location information can be used in different services including navigation, tracking, monitoring, etc. Location information, currently, is an important feature in most IoT applications. Besides this, recent advanced technologies have the ability to provide various options to make sure that the data includes location information for the IoT solutions. Admittedly, the IoT is a network of interconnected or internet-connected items (or "things") that are implanted with sensors, actuators, software, and other technologies in order to receive, gather and transmit data without the need for human interaction through a wireless network.*

Keywords: *localization, positioning, transmit data. GNSS, GPS, celluar network*

Introduction

Global Navigation Satellite System (GNSS) signals [4] including Global Positioning System (GPS), Global Navigation Satellite System (GLONASS), Galileo and Beidou are the localization system to cover the globe. The GPS is the most commonly used satellite-based localization system. However, the GPS suffers from some limitations in urban areas and indoor environments. This is because

the GPS device loses substantial power in an indoor setting due to signal attenuation induced by various building materials [5] or the GPS signals will be blocked. This means that the GPS cannot be used for localizing devices/items in indoor environments. This is because the indoor environment is more complicated due to the surrounding by many objects, signal interference exists, reflection within the building is highly dependent on the environment, such as object positions and human activity, also the indoor communication channel is unreliable. To tackle these issues in indoor settings, various solutions utilizing various technologies have been presented. Frequency modulation (FM) [6], Ultra-wideband (UWB) [7], Radio Frequency Identification (RFID) [8], Wi-Fi [9], Bluetooth [10], and cellular networks (including LTE and 5G) [11], [12], [13], inertial sensors and wearable devices [14] are examples of these technologies. Furthermore, some hybrid approaches combine the advantages of two or more technologies to enhance indoor localization.

1. Fingerprint-based location estimation algorithms

Many scholars have been interested in RSSI fingerprint-based location estimation algorithms since RSSI measurements can be collected easily by a Wi-Fi integrated smartphone without any additional hardware equipment. RSSI values are measured in decibels over a reference level of one milliwatt (dBm). There are two phases for fingerprinting technique: offline (training) and online phases, as depicted in Fig. 1. The system collects site data during the offline phase then stores it in a database. In an RSSI fingerprinting scenario, the collected measurements typically include the coordinates of the collection point and the RSSI readings from nearby fixed stations. The number of APs in the testbed space enhances the efficiency of fingerprint-based algorithms [15].

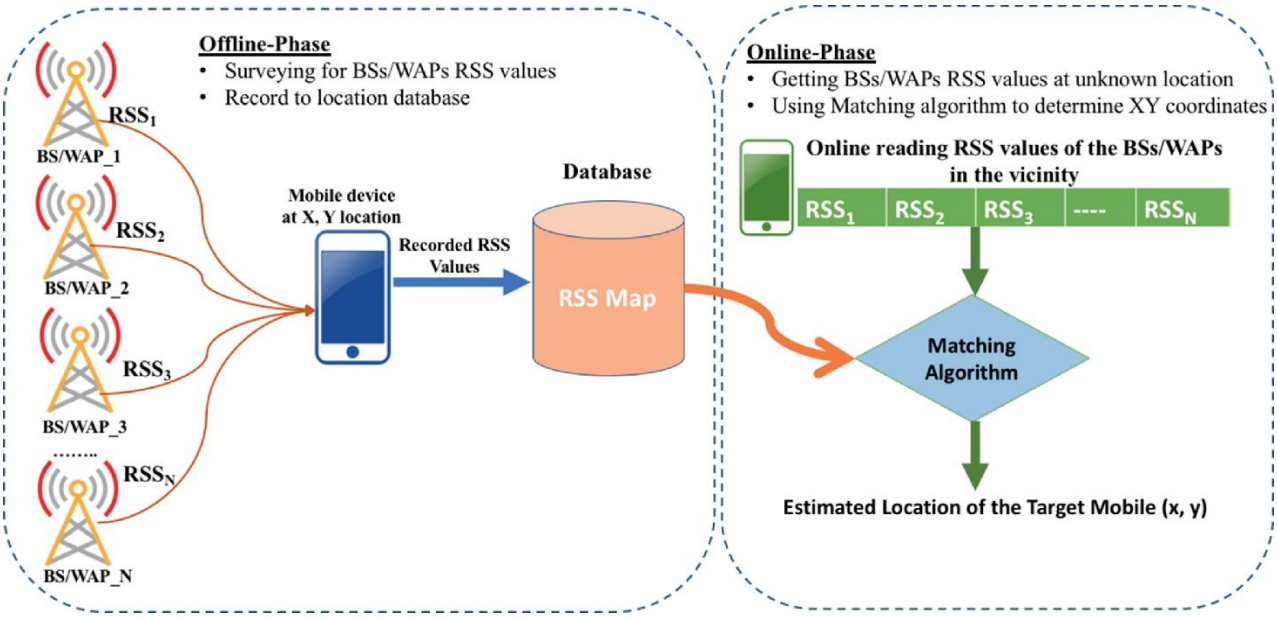


Figure 1. RSSI-Fingerprinting technique

The RSSI concept is to create a one-to-one connection between the signal power of the APs and the target device. Whenever the distance between the transmitter and the receiver decreases, the RSSI levels will be increased. However, due to multipath, the RSSI distance ratio is not always linear, especially with indoor spaces. Only WLAN, UWB, Zigbee [16], Bluetooth, and Infrared detectors are required for RSSI detection and measurement. Because of its low cost and unattended availability throughout time, WLAN localization is advantageous. Additionally, diffraction, reflection, and scattering might indeed affect signal strength in indoor propagation settings, which is a critical challenge for fingerprinting-based localization systems. This kind of localization method is recognized for its sim-

plicity; however, enough dataset needs to be collected, and the changes in the environment can also lead to changes in the available features.

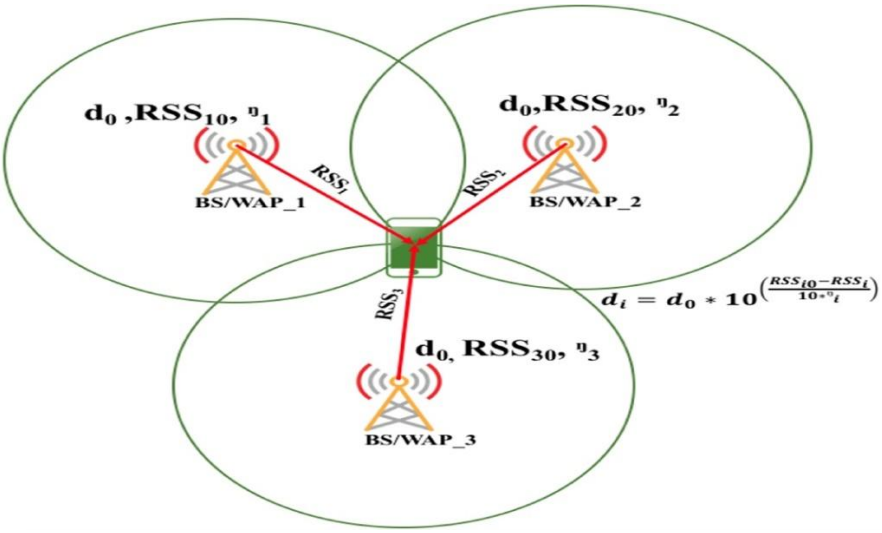


Figure 2. RSSI Radio Propagation

The estimated path loss factor's prior knowledge of the corresponding environment (which may be established offline) is all that is necessary in the RSSI-based signal propagation technique. However, during measuring the distance between BSs/WAPs and the target device, most of the researchers faced some challenges due to determining the path of loss exponent, parameters of signal propagation, and conditions of the deployment area. The distance between the target device and BSs/WAPs is [42]:

$$d_i = d_0 * 10\left(\frac{Rss_{i0} - Rss_i}{10 * \eta_i}\right) \quad (1)$$

where d_i is the distance between the target device and Rs_s/WAS_s. The estimated calibrated distance, at zero distance, is expressed with d_0. The Rss_{i0} value for the d_0 is present with RSS_{i0}. Rss_i is the measured signal power for the received BSs/WAPs signals, and the calculated/calibrated path loss exponent for the received BSs/WAPs signals is denoted by η_i.

Results:

Table 1. G – RFFP PE using GMDT with different number of APs

Measurment type	Max number of measured WLAN IDs	68% - ile PE [m]	95% - ile PE [m]
WLAN + LTE (1800 Mhz)	ALL WLAN APs	22.42	47.78
	23	22.52	48.27
	18	22.65	48.10
	13	23.14	48.21
	10	23.32	48.60
	5	26.80	75.57
	2	35.43	80.52
	1	49.41	127.67
LTE (1800 MHz)	LTE BSs only	88.29	235.45

In the table 1 are performed G-RFFPF of outdoor UEs using particular fingerprint matching technique [1]. An RF fingerprint consist of both LTE cell IDs. Fingerprinting results were obtained using 20-by-20 meter and 40-by-40 meter of GCL sizes. Results depicts that UE positioning accuracy was worst when using only LTE 800 MHz measurements. Localization performance improved significantly when all available LTE bandswere measured which increased the average dimensionality of LTE RF finger-prints. It was found from the study that both the density and the dimensionality of the finger-

prints have bigger impact on UE positioning accuracy than grid density. When larger GCL was used training signature dimensionality in-creased and more test samples were analyzed by meeting partial fingerprinting condition. Whereas when GCL size was reduced from 40 meters to 10 meters, 68% and 95% of PE values decreased by 41% and 18% for LTE + WLAN case respectively; however percentage of discarded test samples increased from 3% to 14%.

2. Assisted - Satellite with cellular technology including LTE or Wi-Fi

To overcome the line-of-sight and low signal level drawbacks of autonomous GNSS the cellular network assists the GNSS receiver by providing assistance data for the visible satellites [2]. Assistance data typically includes the Almanac and/or Ephemeris data which is normally received via the satellite navigation message. This assistance data improves the performance for start-up and acquisition times – TTFF, sensitivity, and power consumption. The general network topology for A-GNSS can be seen in Figure 3.

Figure 3. A-GNSS uses data from both the satellites and the cellular network

There are 2 basic methods for positioning calculation for A-GNSS, both approaches involve the mobile device measuring the GNSS signals:

- Mobile Assisted: The device measures the visible satellites and sends GNSS measurement data (code phase, Doppler, signal strength) to the network, which calculates the position.
- Mobile Based: The device performs the same satellite measurements as Mobile Assisted but also calculates its position before sending the calculated location back to the network. This requires additional processing and position determination algorithms to be supported in the device.

For Mobile Based a location calculation must be performed within the device using an iterative algorithm due to the multiple unknowns. For example, the azimuth and elevation of the satellites on which ionospheric and troposheric corrections depend cannot be known until the position of the device is known – which is what the device is trying to determine. The sensitivity of the position determination algorithm is such that approximate initial values for unknown parameters will be sufficient to calculate a better approximation to the parameters. For A-GNSS solutions, initial starting values can be derived from known cellular network information like the base station (eNB in LTE) serving cell location. Further iterations of the algorithm then provide better approximations, until the required accuracy of sub 1 meter is achieved. Typically approximately four iterations will converge with a location of suitable accuracy. This location calculation places additional complexity on the device resulting in additional processing to be performed and therefore increased power consumption.

Conclusions

As statistics prove that almost 50% of all connections are made from inside, indoors remains a challenging environment [3]. Often there is still an acceptable coverage by mobile radio signals, to receive the A-GNSS information, however this does not help if the satellites cannot be detected due to no reception of GNSS signals inside a building. In such a critical scenario, position estimation using mobile radio signals is the way forward. Such methods are not new and have already been available for Global System of Mobile Communication (GSM) position estimation based on mobile radio signals. The following table Figure 5 compares position estimation based on A-GNSS, such as GPS with position estimation based on mobile radio systems.

Results for Wi-Fi and cellular positioning:

The results for Wi-Fi and cellular positioning [3] are summarized in Table 2. Wi-Fi positioning was not able to determine a position fix at eight locations, resulting in an availability of 87.7%. At five locations no Wi-Fi signals were available as determined by using a laptop. At three locations Wi-Fi signals were available, but no Wi-Fi position fix could be achieved after repeated attempts. Cellular positioning failed at only one location, resulting in an availability of 98.5%. In terms of positional accuracy only horizontal error was determined, since no elevation data is provided as part of Wi-Fi or cellular positioning. Table 2 reports the error statistics and Figure 4 summarizes the results in a cumulative frequency distribution.

Table 2. Positional accuracy of phone locations by using Wi-Fi and Cellular positioning

	Wi-Fi Positions	Cellular Positions
Number of observations	65	65
Number of valid position fixes	57	64
Percent valid fices	87.7%	98.5%
Horizontal error [m]		
Minimum	16	30
Maximum	562	2731
Median	74	599
68^{-th} percentile	88	827
RMSE	128	962
Observation with error < 20m	3	0
Observation with error < 50m	15	1
Observation with error < 100m	41	3

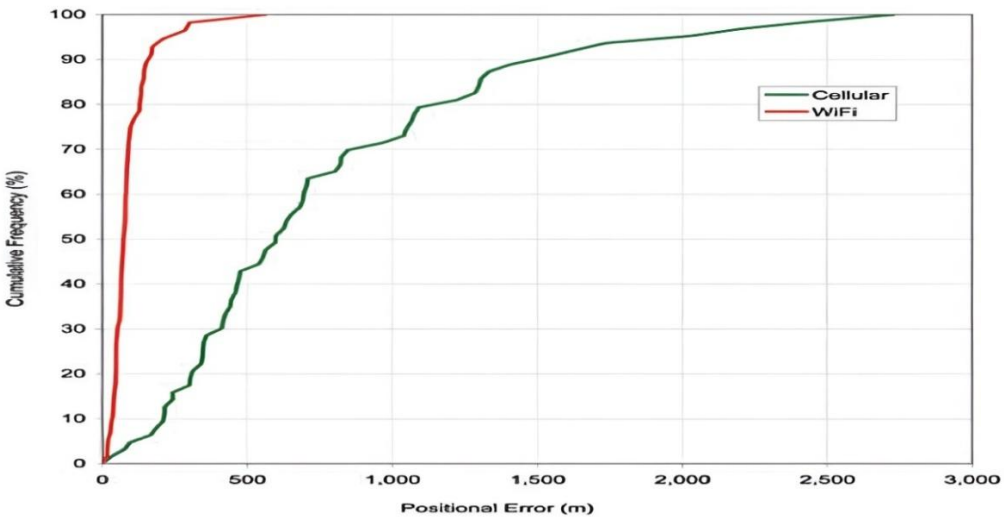


Figure 4. Cumulative distribution function of the positional error in Wi-Fi and cellular positioning

Wi-Fi positioning has a median error of 74 m and is clearly much more accurate than cellular positioning with a median error of 599 m. Figure 5 also shows that the error distribution is not normal as a result of a relatively small number of very larger error values. The RMSE value is very sensitive to these outliers as illustrated by the fact the RMSE values are much larger than the 68^{-th} percentile. The RMSE value therefore becomes somewhat unreliable as a metric to summarize the error distribution and the median error and 68^{-th} percentile should be used instead. Despite the fact that Wi-Fi positioning is generally much more accurate than cellular positioning, at three locations cellular positioning was more accurate.

Conclusion

In this report were considered fingerprint-based location teachings, cellular and Wi-Fi positioning GNSS solutions. The results show that all mentioned techniques have their pros and cons according to the geographical position, signal strength and urban development, also results presented that a combination of wireless radio-based positioning and GNSS - based positioning should be used in modern devices to provide the best possible location information. This hybrid approach can ensure accurate positioning in various environments, whether indoors or outdoors, and it's essential for services like mapping, navigation, and location.

References

1. Riaz Mondal – "Radio frequency fingerprinting for outdoor user equipment localization", University of Jyväskylä, 2017, ISBN 978-951-39-7285-1;
2. Rohde & Schwarz – "LTE Location Based Services - Technology Introduction", September 2013;
3. Paul A Zandbergen – "Accuracy of iPhone Locations: A Comparison of Assisted GPS, WiFi and Cellular Positioning" Department of Geography University of New Mexico;
4. J. Walker and J. Awange, "Global Navigation Satellite System," in Surveying for Civil and Mine Engineers, Cham: Springer International Publishing, 2020, pp. 281–294.;
5. Bui V., Le N. Vu T, Nguyen V, Jang Y. – "GPS-based indoor/outdoor detection scheme using machine learning techniques, Applied Sciences (Switzerland), 10 (2) (Jan. 2020), p.500;
6. Du C., Peng B., Zhang Z., Xue W., M. Guan - "KF-kNN: Low-cost and high-accurate FM-based indoor localization model via fingerprint technology", IEEE Access, 8 (2020), pp. 197523-197531;
7. Bli B., Zhao K., Sandoval E. - "A UWB-Based Indoor Positioning System Employing Neural Networks", Journal of Geovisualization and Spatial Analysis,4 (2) (Dec. 2020), p.18;
8. Zhang J. – "Robust RFID Based 6-DoF Localization for Unmanned Aerial Vehicles, IEEE Access,7(2019), pp.77348-77361;
9. C. Gentner, M. Ulmschneider, I. Kuehner, and A. Dammann, "WiFi-RTT Indoor Positioning," in 2020 IEEE/ION Position, Location and Navigation Symposium (PLANS), Apr. 2020, pp. 1029–1035;
10. A. Toyama, K. Mitsugi, K. Matsuo, E. Kulla, L. Barolli - Implementation of an Indoor Position Detecting System Using Mean BLE RSSI for Moving Omnidirectional Access Point Robot Springer, Cham (2021), pp.225-234;
11. P. Gertzell et al., "5G multi-BS positioning with a single-antenna receiver," IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC, vol. 2020 -Augus, pp. 1–5, 2020;
12. Zhang Y., Rao W., Yuan M., Zeng P, Hui P. – "Context-aware Telco Outdoor Localization", IEEE Transactions on Mobile Computing (2020), p.1,10.1109;

13. H. Rizk and M. Youssef, "MonoDCell: A ubiquitous and low-overhead deep learning-based indoor localization with limited cellular information," in GIS: Proceedings of the ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems, Nov. 2019, pp. 109–118;
14. Maghdid S., Maghdid H., HmaSalah K., - "Indoor human tracking mechanism using integrated onboard smartphones Wi-Fi device and inertial sensors" - Telecommunication Systems,71(3) (Jul. 2019), pp.447-458;
15. Pallasena R., Sharma M., Krishnaswamy V. - Context-sensitive smart devices - definition and a functional taxonomy - International Journal of Social and Humanistic Computing, 3 (2)(2019), p.108;
16. Safar A. Halgurd M. - A Comprehensive Review of Indoor/Outdoor Localization Solutions in IoT era: Research Challenges and Future Perspectives – Computer Networks, Vol. 212, 20.01.2022.

RESEARCH ON HIERARCHICAL GROUPS OF DRONES TO SEARCH AREAS AND FIND OR STRIKE SPECIFIC TARGETS

Stanimir H. Parvanov

Communication Networks and Systems Department, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University „V. Levski", Shumen, Bulgaria, sspar-vanov@gmail.com

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ЙЕРАРХИЧНИ ГРУПИ ОТ БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ ЗА ПРЕТЪРСВАНЕ НА РАЙОНИ И ОТКРИВАНЕ ИЛИ НАНАСЯНЕ НА УДАРИ ВЪРХУ СПЕЦИФИЧНИ ЦЕЛИ

Станимир Хр. Първанов

Катедра „Комуникационни мрежи и системи" факултет „Артилерия, противовъздушна отбрана, комуникационни и информационни системи", гр. Шумен, България, ssparvanov@gmail.com

Abstract: *Unmanned aerial vehicles (UAV's) are a rapidly evolving technology, and being highly mobile, UAV systems are able to cooperate with each other to accomplish a wide range of different tasks. UAVs can be used in civil domains like search-and-rescue missions, that require multiple UAVs to collect location data as well as transmit video streams, also as commercial applications, such as goods delivery, as well as in military surveillance or striking personnel and critical infrastructure.*

Keywords: *Unmanned aerial vehicles (UAV's), cluster, swarm drones, search missions.*

Introduction

Military drones have revolutionized the way modern warfare is conducted, providing a significant advantage in both surveillance and combat operations. These unmanned aerial vehicles (UAVs) are capable of carrying out a wide range of missions, from reconnaissance and intelligence gathering to launching precision strikes against enemy targets. In this article, we will explore the types of communication "operator – drone" and investigate the possibilities of controlling group of drones for delivery supplies or strikes on the battlefield.

According to the E.U. Commission Delegated Regulation 2019/945 [1], a UAS contains two main elements: an unmanned aircraft and a remote control device. As illustrated in Fig. 1, academic literature [2], [3], [4], [5], normally depicts a UAS as containing UAVs, application equipment, data links, and ground devices [6], [7]. We now outline each of these components.

A UAV normally contains the following components: (1) A single board computer with CPU and memory, (2) sensor units such as global positioning system (GPS) receivers, accelerometers, infrared camera, gyroscope, magnetic orientation, and electro-optical sensors [2], (3) battery, (4) remote-control (RC) receiver and transmitter that transfers data between UAVs and GCS [3], (5) telemetry device that transmits signals to indicate the UAV flight status [8], (6) flight controller that manages the core phases: take-off, ascent, cruise, descent, and landing [9], and (7) inertial measurement unit (IMU) which is a sensor with accelerometer, gyroscope, and magnetometer that aids FANET operation and manages UAV altitude [10]. To achieve autonomous navigation, most scenarios employ the GPS, flight controller and inertial system [5]. Having UAV time and sensor data provided by the GPS is very advantageous to the flight controller, as it can define the UAV's exact position and control flight plans and paths in real time [2]. Depending on the usage scenario, the payload carries different equipment; as an example, this could be for thermal monitoring, video surveillance, or deploying chemical agents. This equipment can be installed on UAVs to collect useful data. For instance, a gas sensor could detect air pollution [3], whereas a video camera could send live streams whilst monitoring a wildfire.

A GCS can include ground devices such as personal computers, mobile phones, or tablets that remotely pilot a UAV using RC transmitters and telemetry [3], [5]. GCS and UAV communicate via a data link in a real-time wireless transmission. Data links can be categorised into the following three types: (2) Line-of-Sight (LoS), where control signals are transmitted via radio waves [2], (3) Visual Line of Sight (VLoS), where the remote pilot should be able to see the UAV clearly [11], and (4) Beyond Line-of-Sight (BLoS), when the UAV cannot be seen via LoS; signals are then received from satellites or relay UAVs [12].

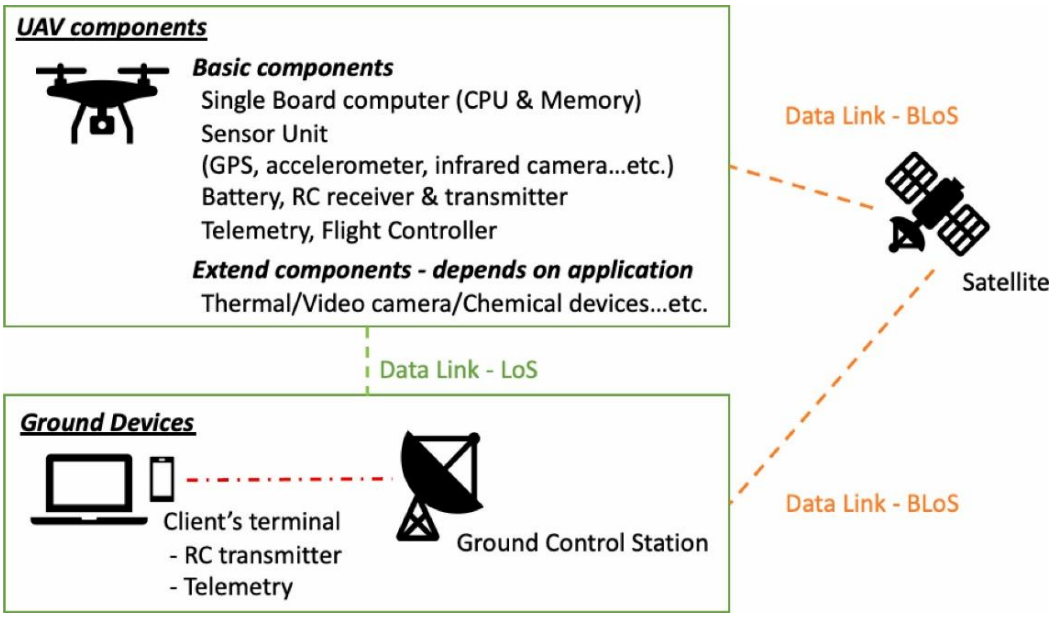


Figure 1. Typical components of a UAS

UAV communication architectures categorization:

Communication is a critical issue when deploying fast moving multi-UAV systems. Depending on data flow, UAV communications architectures are either centralised or decentralised. This categorisation is shown in Figure 2. and explained below.

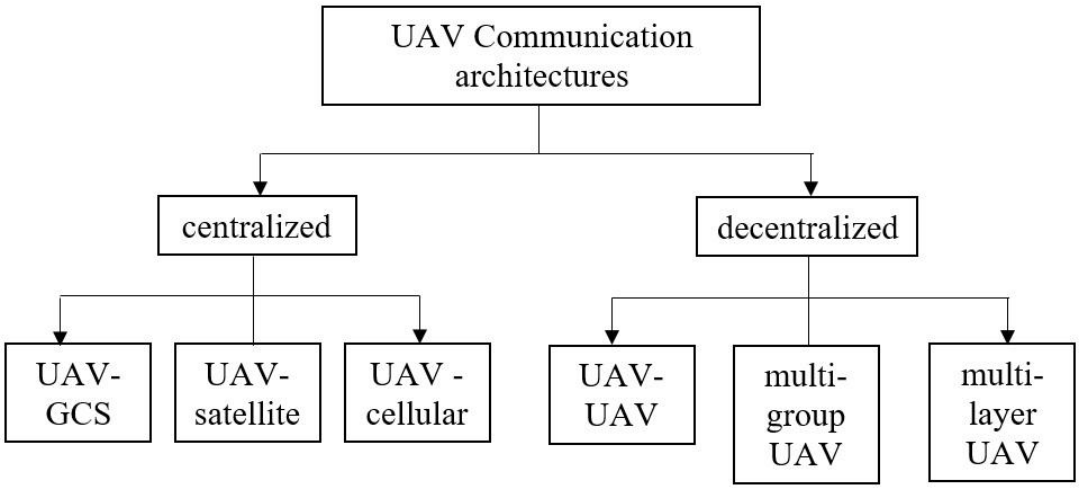


Figure 2. UAV communication architectures

Centralized architectures:

UAVs communicate with a central controller, meaning there is a single point of failure. Fig. 3 presents three types of centralized communication architectures [6]. In UAV-GCS, to obtain data, every UAV must directly connect to the GCS. This type of link is not advisable in changeable environments, such as stormy weather conditions. In UAV-satellite, communication is done via a satellite, which is suitable for when the distance between GCS and UAV is big. In UAV-cellular, communication is performed via appropriate cellular technology; it uses base stations to implement routing technology that facilitates communication between nodes.

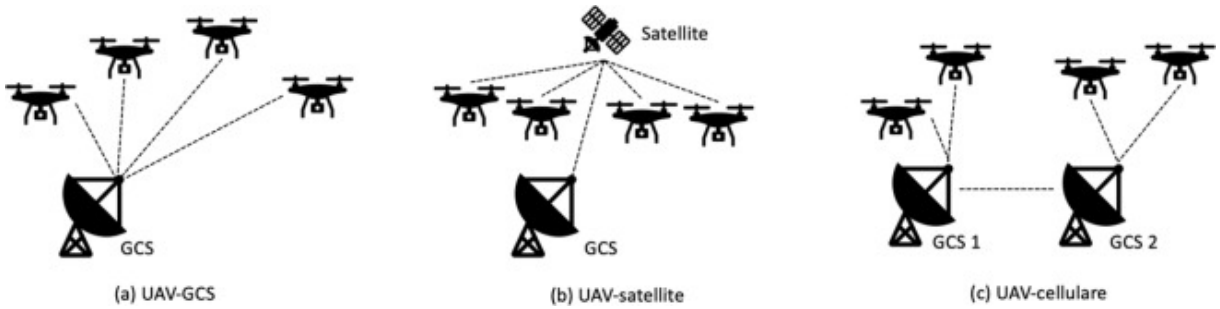


Figure 3. Centralised UAV Communication Architectures

Heterogeneous and homogeneous UAVs construct a flexible network environment where UAVs cooperate with each other to expand network coverage, with the network structure not affected by UAVs joining or leaving [13]. Fig. 4 shows extended coverage while deploying three UAVs.

Fig. 5 shows different types of decentralized communication architectures [14], [15]. These types are as follows. (a) The backbone UAV uses high power to access the GCS over long ranges, it then acts as a gateway and communicates using low power over short ranges to UAVs. This process effectively extends UAV network coverage and is suitable for small UAVs carrying lightweight transceivers. This architecture is appropriate for surveillance and monitoring applications while using homogeneous UAVs. (b) Multi-group UAV: UAVs form groups with a backbone UAV which communicates with the GCS though inter-group links. The intra-group communication does not involve the GCS which makes it appropriate for numerous heterogeneous UAVs working together. However, the GCS constitutes a potential single point of failure. (c) Multi-layer: the lower layer is used for intra-group communication, whereas

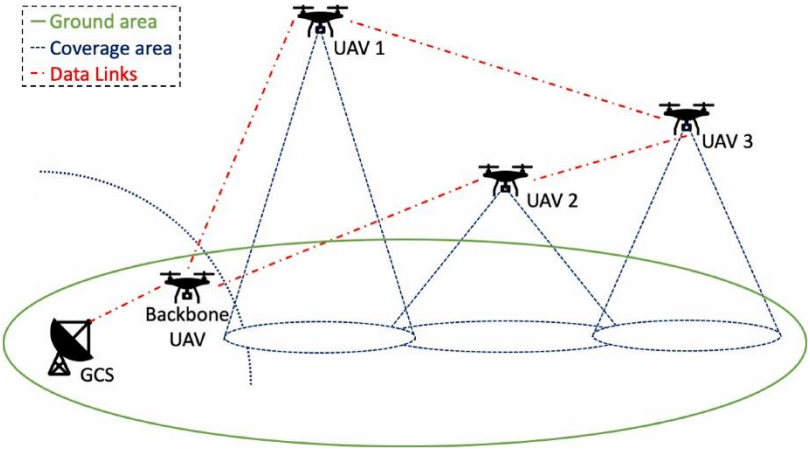


Figure 4. Extend coverage area

the upper layer is for backbone UAVs to communicate with other UAVs or GCS. The data exchange between groups does not rely on GCS, which reduces the throughput and computational loading of GCS. Compared to the previous architecture, this one prevents a single point of failure. Also, it is easy to expand the operational coverage, with UAVs communicating via multiple links. Given that, UAVs cooperate with each other for tracking, path planning and hop efficiency, this infrastructure is easy-to-scale, has high mobility, and provides wide communication ranges. The infrastructure can also deal with hardware limitations in changeable environments [6].

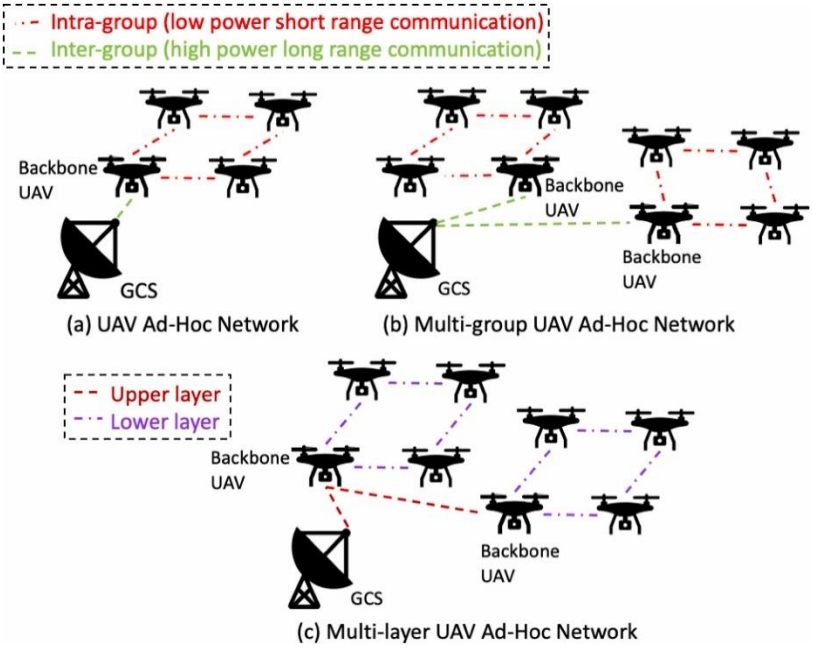


Figure 5. *Decentralised UAV communication architectures.*

Different types of tasks to perform:

In military operations, swarm drones can be used for a variety of tasks, including reconnaissance, surveillance, and target acquisition. They can also be used to overwhelm enemy defenses by coordinating their movements and attacks to create confusion and disarray. In disaster response scenarios, swarm drones can be used to assess the damage, locate survivors, and provide real-time information to emergency responders. They can also be used to deliver critical supplies and medical aid to areas that are difficult or dangerous to access. In a search and rescue operation, a cluster of drones can be equipped with various sensors, such as thermal imaging, high-resolution cameras, and even microphones, to help

locate missing persons or survivors. The drones can work together to scan large areas, communicate with each other to avoid collisions, and share data to create a comprehensive map of the search area.One of the primary advantages of server-based cluster drones is the ability to control large numbers

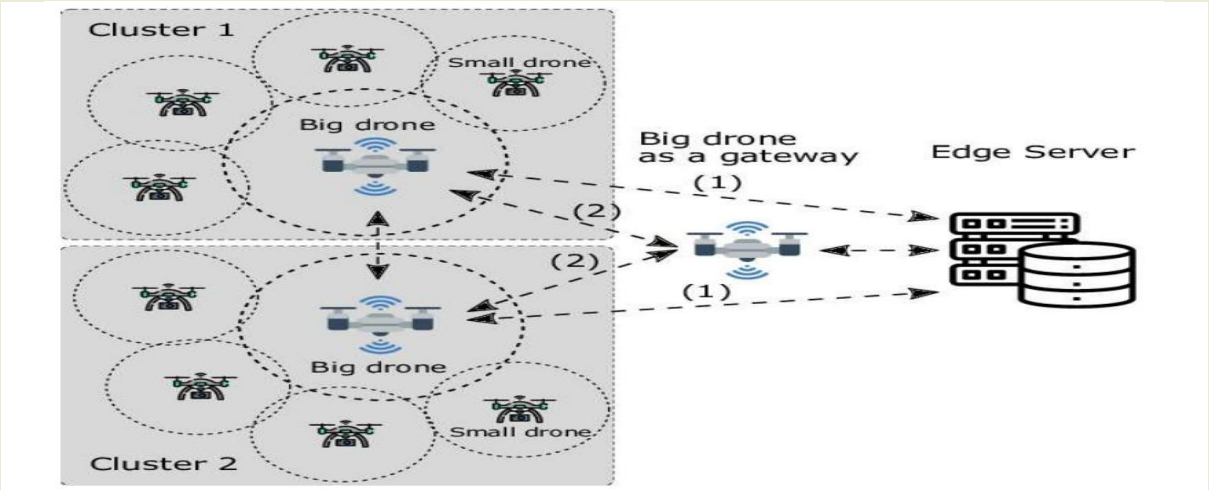


Figure 6. Swarm drone configuration

of drones simultaneously. This can be particularly useful in applications such as precision agriculture, where multiple drones may be required to cover a large area or carry out complex tasks. Server-based cluster drones can also be used in military and security applications; such as border surveillance or crowd control. By working together, the drones can share information and coordinate their movements to achieve a common goal. However, the use of server-based cluster drones also raises concerns about privacy and security. It is essential to ensure that the data collected by the drones is not misused or compromised and that appropriate safeguards are in place to protect sensitive information. In summary, server-based cluster drones have the potential to be a powerful technology with a wide range of applications, but it is important to carefully consider the ethical and legal implications of their use. If we assign the optimal swarm drones from the tables 2-5 with $D_1 + \ldots D_n$, the efficiency E of the drones will increase with the number of optimal clusters which can be send for search or other tasks (1):

$$E = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 + D_n \quad (1)$$

1. Characteristics of scenarios and time to find survivors

In Table 1. are shown the types of scenarios of the experiment:

Table 1. Scenarios

Terrain	Distribution A	Distribution A
Rural-tsunami (total of 650, 300 randomly placed)	Real survivor data, collected from interviews and information collected onsite, survivors concentrated on top of an elementary school and several other structures	Survivors spread across buildings and terrain
Urban-earthquake (total of 2620 survivors, 2000 randomly placed)	Survivors concentrated in tall buildings	Survivors concentrated in large clear areas

Figure 7 shows the means and standard errors for detecting survivors in each of the four scenarios. Statistical analyses reveal that there are significant differences in these times. Results from the gen-

eral linear regression revealed significant main effects of Terrain (Rural, Urban, F (1,97)=282.71, p< .0001), Distribution (A,B; F(1,97)=35.16, p< .0001), and Run (1-10; F(9,89)=2.35, p< .05) and an interaction effect of Terrain x Distribution (F(1,97)=8.25, p< .005) [17]. These findings suggest that time to find survivors is significantly different among the four scenarios, and is longer in the Urban versus the Rural scenarios, and in Distribution B versus Distribution A.

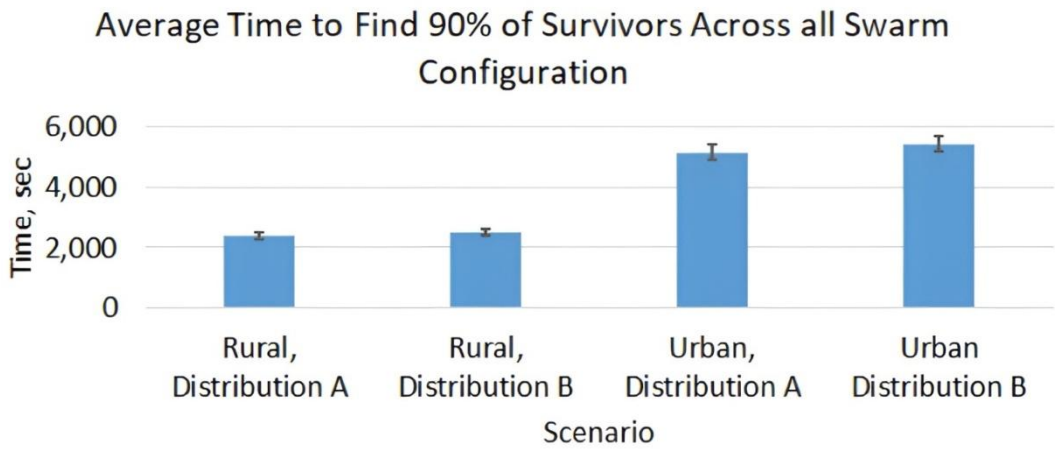


Figure 7. Comparison of times to detect across the four scenarios

Results:

Tables 2-5 show the top 20 swarm configurations that resulted in the fastest time to detect 90% of survivors (t90%) [17]. Configuration characteristics (size, number of each personality type), average rescue time and associated standard deviation, minimum and maximum time are listed for each of the swarm configurations. Note that although average time to locate is the primary metric of performance, the reliability of the system is also reflected in the standard deviation. Decision makers may opt to configure a slower swarm in order to have a more reliable estimate of t90%. Minimum and maximum times are also useful with respect to planning, showing the range of times to expect until mission completion. Finally, an estimate of the total number of drones associated with expected average times gives decision makers a range of effective total numbers. Not surprisingly, larger swarms generally outperform smaller swarms in a search and rescue mission, though some smaller swarms are effective certain configurations. For example, configuration 13 in Table 2 only contains 33 entities in its swarm, yet performs nearly as well as configuration 12 which contains 44 entities.

Table 2. Swarm configurations with the shortest location times in the Rural Distribution A scenario

Top 20 Config #	# Drones Total	# Relay	# Social	# Antisocial	t90% (sec)	Standard Deviation	Minimum Recorded Time (sec)	Maximum Recorded Time(sec)
1	50	0	20	30	932.7	158.84	706	1220
2	50	17	17	16	937.3	138.81	780	1273
3	50	1	10	39	958.0	114.99	756	1100
4	50	0	30	20	990.6	158.97	756	1306
5	45	1	21	23	1006.1	118.01	783	1196
6	49	13	12	24	1007.0	141.51	833	1200
7	46	8	20	18	1013.7	180.88	763	1386
8	47	21	5	21	1026.3	106.46	870	1193

9	39	1	13	25	1026.7	166.93	853	1406
10	43	9	9	25	1065.1	332.39	730	1923
11	46	5	2	39	1106.2	234.35	870	1596
12	44	7	6	31	1117.0	361.10	763	2063
13	33	2	6	25	1119.3	327.27	716	1880
14	41	12	3	26	1132.7	149.59	856	1360
15	37	14	3	20	1140.6	122.65	936	1336
16	39	9	0	30	1195.1	284.82	753	1820
17	50	20	0	30	1197.0	258.94	706	1623
18	50	31	6	13	1213.3	213.20	803	1530
19	48	8	31	9	1221.7	224.23	936	1650
20	41	6	22	13	1222.2	197.66	933	1626

Table 3. Swarm configurations with the shortest location times in the Rural Distribution B scenario

Top 20 Config #	# Drones Total	# Relay	# Social	# Antisocial	t90% (sec)	Standard Deviation	Minimum Recorded Time (sec)	Maximum Recorded Time(sec)
1	50	1	10	39	922.0	146.99	773	1216
2	50	0	20	30	930.5	93.99	776	1126
3	50	0	30	20	962.0	122.63	786	1163
4	44	7	6	31	990.4	136.09	763	1130
5	43	9	9	25	1027.3	159.14	780	1276
6	49	13	12	24	1042.0	181.02	786	1306
7	45	1	21	23	1064.6	243.34	703	1646
8	46	5	2	39	1106.3	325.61	763	1650
9	39	1	13	25	1106.6	248.29	856	1773
10	46	8	20	18	1135.0	112.99	933	1333
11	41	12	3	26	1140.5	184.43	856	1440
12	48	8	31	9	1167.6	159.86	766	1326
13	50	20	0	30	1178.5	266.07	870	1630
14	36	9	14	13	1183.8	225.10	923	1676
15	47	21	5	21	1203.1	170.84	893	1480
16	50	17	17	16	1211.4	251.06	860	1686
17	33	2	6	25	1232.6	130.28	1033	1383
18	39	9	0	30	1237.6	385.25	866	2016
19	38	4	23	11	1237.8	161.82	1000	1630
20	37	14	3	20	1262.9	201.92	1006	1653

Table 4. Swarm configurations with the shortest location times in the Urban Distribution A scenario

Top 20 Config#	# Drones Total	# Relay	# Social	# Antisocial	t90% (sec)	Standard Deviation	Minimum Recorded Time (sec)	Maximum Recorded Time (sec)
1	50	30	0	20	1754.0	169.00	1603	2103
2	50	31	6	13	1790.8	70.46	1680	1890
3	50	20	0	30	1958.0	292.13	1606	2540
4	46	33	8	5	2056.9	194.01	1826	2343
5	48	37	10	1	2110.6	289.33	1850	2626
6	43	25	3	15	2188.5	367.88	1690	2926
7	40	34	2	4	2210.5	369.88	1916	3130
8	47	21	5	21	2219.4	452.80	1863	3133
9	50	30	20	0	2243.4	347.61	1933	3143

10	47	25	16	6	2372.5	350.69	1783	2963
11	50	17	17	16	2487.7	416.39	1893	3060
12	50	50	0	0	2648.6	361.66	2223	3370
13	34	25	3	6	2719.7	264.88	2280	3116
14	49	13	12	24	2756.4	503.91	2030	3246
15	50	1	10	39	2761.9	452.41	2056	3483
16	50	20	30	0	2868.6	403.00	1946	3246
17	50	0	0	50	2894.1	178.57	2623	3166
18	41	20	11	10	2910.6	254.01	2420	3170
19	35	23	10	2	2951.1	296.35	2363	3210
20	33	18	5	10	3065.0	318.69	2456	3496

Table 5. Swarm configurations with the shortest location times in the Urban Distribution B scenario

Top 20 Config ##	# Drones Total	# Relay	# Social	# Antisocial	t90% (sec)	Standard Deviation	Minimum Recorded Time (sec)	Maximum Recorded Time (sec)
1	50	31	6	13	1774.3	105.48	1556	1920
2	50	20	0	20	1781.7	153.00	1450	1976
3	50	20	0	30	1898.7	245.54	1600	2326
4	48	37	10	1	2044.4	389.12	1533	2770
5	47	21	5	21	2077.1	233.18	1720	2443
6	50	30	20	0	2099.0	337.72	1693	2636
7	43	25	3	15	2125.7	361.66	1830	3050
8	47	25	16	6	2260.0	335.65	1946	3093
9	46	33	8	5	2230.6	325.73	2006	3056
10	50	17	17	16	2345.7	452.01	1790	3140
11	34	25	3	6	2361.9	224.11	2006	2750
12	41	20	11	10	2378.7	267.76	1990	2970
13	40	34	2	4	2489.3	359.66	1860	2993
14	49	13	12	24	2560.1	516.62	1860	3226
15	50	1	10	39	2732.6	461.29	1966	3493
16	50	0	0	50	2754.6	566.99	1810	3373
17	50	20	30	0	2784.3	504.42	2026	3306
18	50	50	0	0	2788.0	285.37	2370	3170
19	35	23	10	2	2925.0	326.35	2393	3323
20	33	18	5	10	2951.1	258.83	2433	3190

Conclusion

Computer modeling and simulation results subjected to statistical analyses offer design engineers and mission planners a method for exploring different swarm configurations for different operational scenarios. Using these methods, swarm configurations that performed universally well across all simulated scenarios were discovered. Additionally, under certain configurations, swarms of smaller size were found to perform as well as, or better than, swarms of larger size up to a factor of one third. It can be conclude that the stated results will be completely true for both rescue operations and military strikes on important sites and important individuals. The results indicate that decision-makers, when made aware of the optimal configurations for a given mission, may be able to decrease their deployed number of swarm assets by 33% while retaining a similar level of mission capability. As a result, logistics footprint and operational burden can be decreased significantly.

References

1. Commission delegated regulation (EU) 2019/945, Official Journal of the European Union, 12th, Mar.2019;
2. Security, privacy, and safety aspects of civilian drones: A survey ACM Trans. Cyber-Phys. Syst.,(2016);
3. Development and validation of a UAV based system for air pollution measurements, Villa T.F., Salimi F., Morton K., Morawska L., Gonzalez F.;
4. UAV communication system integrated into network traversal with mobility SN Appl. Sci., 2 (2020), p. 1057, Aljehani M., Inoue M., Watanbe A., Yokemura T., Ogyu F., Iida H.
5. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) for engineering geology applications; Giordan D., Adams M.S., Aicardi I., Alicandro M., Allasia P., Baldo M., Berardinis P.D., Dominici D., Godone D., Hobbs P., Lechner V., Niedzielski T., Piras M., Rotilio M., Salvini R., Segor V., Sotier B., Troilo F.;
6. FANET: Communication, mobility models and security issues, Chriki A., Touati H., Snoussi H., Kamoun F., Comput. Netw., 163 (2019), Article 106877;
7. Unmanned aerial systems (UAS), SKYbrary, 8 December 2020;
8. Telemetry system of unmanned aerial vehicles, Vasylenko M., Karpyuk I., Electron. Control Syst.; (3) (2018), pp. 95-100;
9. Autopilots for small unmanned aerial vehicles: A survey, Chao H., Cao Y., Chen Y., Int. J. Control Autom. Syst., 8 (1) (2010), pp. 36-44;
10. A wireless micro inertial measurement unit (IMU), Höflinger F., Müller J., Zhang R., Reindl L.M., Burgard W., IEEE Trans. Instrum. Meas., 62 (9) (2013), pp. 2583-2595;
11. An introduction to unmanned aircraft systems, Civil Aviation Authority, URL: https://www.caa.co.uk/Consumers/Unmanned-aircraft/Our-role/An-introduction-to-unmanned-aircraft-systems/;
12. Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations, Yaacoub J.-P., Noura H., Salman O., Chehab A.;
13. Performance evaluation of multi-UAV network applied to scanning Rocket Impact Area, Silva M.R., Souza E.S., Alsina P.J., Leite D.L., Morais M.R., Pereira D.S., Nascimento L.B.P., Medeiros A.A.D., Junior F.H.C., Nogueira M.B., Albuquerque G.L.A., Dantas J.B.D., Sensors, 19 (22) (2019);
14. Flying ad-hoc networks (FANETs): A review of communication architectures, and routing protocols, M.A. Khan, A. Safi, I.M. Qureshi, I.U. Khan, 2017 First International Conference on Latest Trends in Electrical Engineering and Computing Technologies, INTELLECT, 2017, pp. 1–9;
15. Ad Hoc Network, NIST, URL https://csrc.nist.gov/glossary/term/Ad_Hoc_Network;
16. Flying Ad-Hoc networks (FANETs): A survey, Ad Hoc Netw., 11 (3) (2013), pp. 1254-1270;
17. Experimentation for optimization of heterogeneous drone swarm configurations: terrain and distribution, Conference: Artificial Intelligence and Machine Learning for Multi-Domain Operations Applications III, Ross D. Arnold, Elizabeth Mezzacappa, Melissa Jablonski, Benjamin Abruzzo;
18. A survey of cyber security threats and solutions for UAV communications and flying ad-hoc networks, Kai-Yun Tsao, Thomas Girdler, Vassilios G. Vassilakis, Department of Computer Science, University of York, York, United Kingdom.

CLOUD TECHNOLOGIES –DEVELOPMENT AND APPLICATION FOR THE INDUSTRY AND EDUCATION

Dimitar I. Raev, Toni B. Borisov

Department of Computer Systems and Technologies, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University „V. Levski", Shumen, Bulgaria,
divanovraev@gmail.com, toniborisov2000@gmail.com

***Abstract**: In the 21st century, a large part of our lifes is occupied by cloud technologies, which we can call the next stage in the development of IT services. Cloud computing ensures increased productivity, more innovation, lower costs and higher flexibility.*

The report analyzes trends and innovations in cloud computing models. It also explores their applications in both industry and education.

***Keywords**: Cloud Technologies, Development, IT*

Introduction

Cloud technologies now play a crucial role in how we interact with them. It's not an overstatement when we say our daily life is heavily reliant on cloud tech. Cloud technologies have become increasingly popular, in fact. Accessing information and convenience from any point in the world is one of the main advantages of contemporary technology. From any device with connection interface, users can access their data. Physical storage devices are no longer necessary thanks to this. Cloud computing's stability and safety features have contributed to its rise as a groundbreaking development in IT sphere. By taking such measures, the providers invest in safeguarding customer information, including regular backups, encryption protocols, and multifactor authentications. Cloud technologies are a game-changer for businesses due to their cost-effectiveness and scalability. Paying only for the resources used, cloud solutions are cost-effective. Cloud technologies will continue to advance in the face of an eye towards the future. Cloud applications may become more efficient and quick thanks to edge computing, which is showing promising trends. The future holds even more influence of cloud technologies, as we can now observe.

Cloud Computing

Cloud computing consists of several terms and innovations related to web-based computer frameworks comprising countless servers, PCs, and different contraptions, wherein client get admittance to applications, programming, and so forth through the Internet.

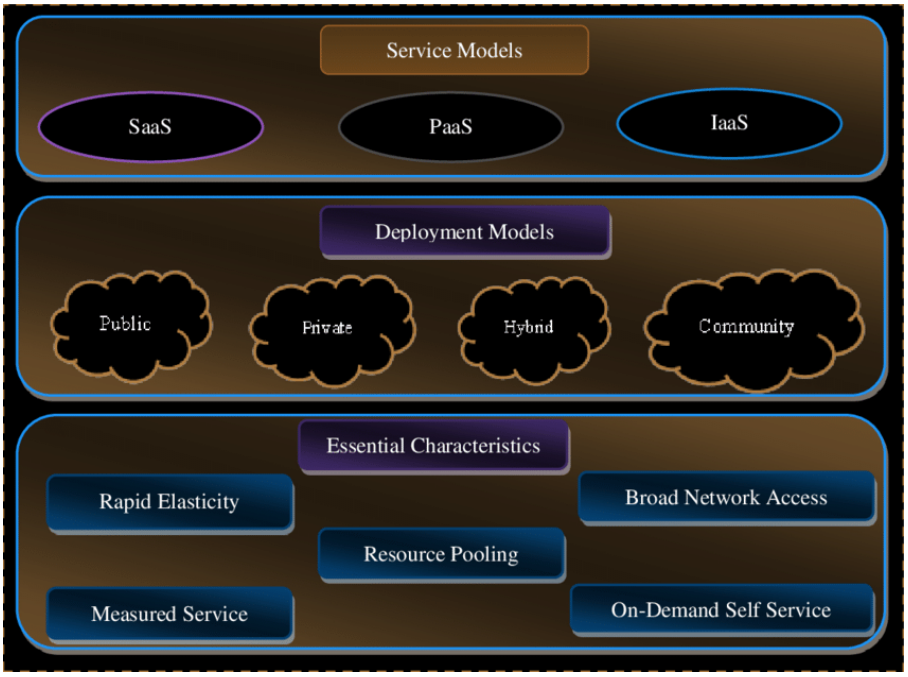


Figure 1. A NIST-based cloud model [4]

[2] According to NIST (National Institute of Standards and Technology), U.S. Branch of Commerce, "cloud computing" alludes to an IT infrastructure that allows various customizable computing assets,for example, network server systems, for data stockpiling applications and administrations that may be conveyed rapidly and effectively without muchexertion fromthe consumeror cloud supplier; this idea hasfive essential highlights, throughtwo dispersion models and four introduction designs.

Characteristics

Technology standards are overseen by the US National Institute of Standards and Technology (NIST).

[2] It defines the following mandatory characteristics of cloud computing, visualized in Fig. 1:

- Independently changing calculations is something that on-demand self-service enables customers to do. Data processed without interaction with the service provider includes factors like storage capacity and access time. This allows the customers to continuously monitor server uptime, capability, and allocated network storage.
- Resource unification enables dynamic allocation amidst shifting user requests, creating a single pool capable of serving a large number of users. Applicable to storage services, processing, and bandwidth, this is a multi-tenant strategy.
- Cost savings result from rapid elasticity in the provisioning of resources during periods of heightened demand for servers. Providers may choose to offer services autonomously while operating outside of manual oversight.
- With just a device and an Internet connection, the user can access cloud data from anywhere (Broad network access). Access to the Services is possible even when using different terminals, thanks to network.
- Servers are maintained effortlessly and downtime sometimes remains low

or absolutely zero. Resources are frequently updated, in order to optimize their capabilities and potential this makes the maintenance easy.

- The cloud services create copies of the data that is stored in databases to prevent data loss. If one server loses data, the copy version is restored from the other server.

Virtualization

Cloud computing is regarded by society as a service or application. [16].

By sharing resources, the software technology known as virtualization enables the development of virtual versions of hardware and software. This enables the simultaneous use of several operating systems and applications on a single server. Virtualization includes a number of fundamental technologies, which are described as follows [16]:

- A virtual machine is an operating system-managed software abstraction of hardware that is based on hypervisors;
- The development and launch of virtual machines on which numerous Operating Systems installations are performed are made possible by the use of the hypervisor, a type of virtualization that emulates resources at the hardware level. These operating systems share hardware that has been virtualized;
- Containers are a type of virtualization that simulate operating system (kernel) level resources. As a result, more programmes can be packed and executed on a single server while using fewer resources. Only the hardware resources required by the application are abstracted by containers; the rest is made available to other containers. They can start up and operate more quickly as a result of this;
- A network that is logically distinct and exists inside the servers is referred to as a virtual network. Such networks may be expanded over numerous servers;
- Virtualization software: This category of software aids in the virtualization of computer hardware.

Different types of cloud services

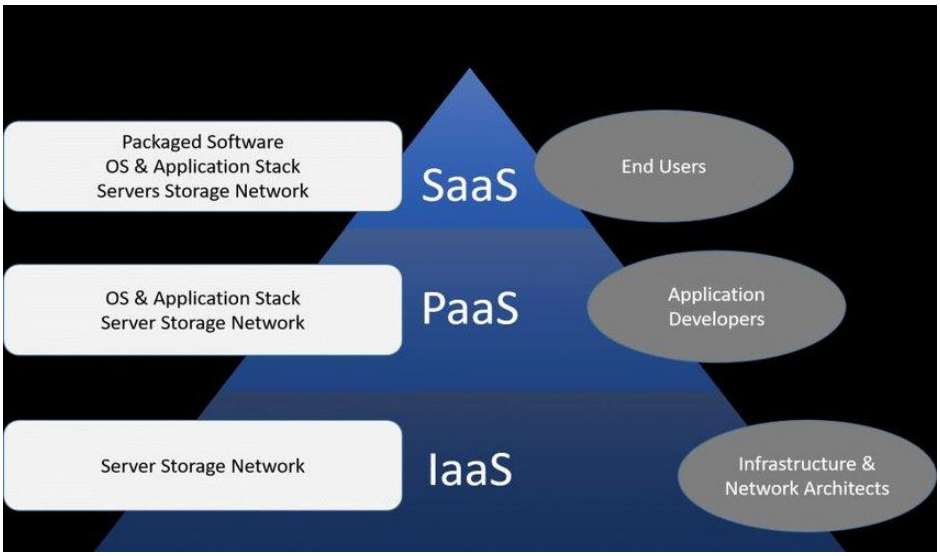


Figure 2. Cloud service models

Cloud-based services are a type of gradation of remote computing capabilities, and only the highest level of cloud service offers all of the cloud's benefits.

They fall into one of three categories [1, 3, 4]:

- The lowest tier of cloud services is called IaaS, or Infrastructure as a Service, and it involves the supply of server infrastructure in data centres. Companies can rent real or virtual servers from the infrastructure and utilise them as needed, installing their own operating systems, databases, and various software applications while leaving machine maintenance to the seller;
- PaaS, or "Platform as a Service," provides a functioning platform in addition to computing resources. PaaS is a platform that facilitates the storage of structured data and is made for software de-

velopers, offering them the environment to build and administer their own applications and software. By offering updated versions of the various platforms, it frees users from some administrative responsibilities like backing up data and making backups;

- The most enticing level of cloud services is SaaS, or "Software as a Service." With this paradigm, customers receive an entire functional solution rather than just one or a few platforms. It is possible to pay a monthly subscription fee and always use the most recent software version. It only takes the Internet and a browser to use this pre-built system.

Types of cloud infrastructures

The exact kind of cloud environment is identified by the cloud deployment model as follows:

The many cloud computing deployment models include [18] the following:

- Public cloud (Public cloud) - cloud infrastructure that has been set up for usage by a variety of clients and is protected by a service provider in exchange for a fee.
- Private cloud (Private cloud) — this type is designed for usage by a separate company or group. Other companies or users do not share this infrastructure.
- Hybrid cloud - mixes and merges local infrastructure, private clouds, and public clouds to produce an efficient IT infrastructure.
- Multi-Cloud - An organisation employs a combination of clouds to distribute applications and services, which can include two or more public clouds, private clouds, or a mix of public, private, and edge clouds.
- Community Cloud - This type of infrastructure is used by a number of different organisations who work closely together on issues like security, usage policies, and compatibility standards.

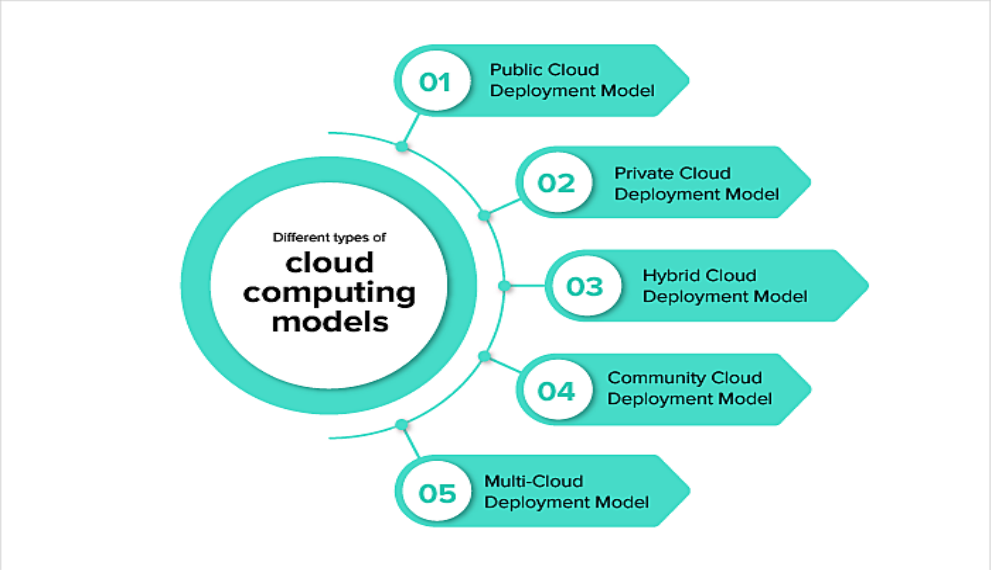


Figure 3. Cloud computing deployment models

Application of cloud technologies

- Industry adoption of cloud computing technology.

Time savings and the most effective use of machines and people are the key benefits of migrating to cloud technologies.

The care of the information is made easier by this type of service, and the cloud service provider fully assumes the responsibility for its storage, archiving, protection, and multiplexing in several data

centres [7, 9]. Making crucial business decisions is made easier, faster, and more flexible for businesses thanks to the cloud (Fig. 5). Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure, Google Cloud, Alibaba Cloud, IBM Cloud, Oracle, Salesforce, Dig-italOcean, Rackspace Cloud, and VMWare will be the top 10 cloud service providers globally in 2023.

- Cloud computing in education

The cloud has made education more accessible, particularly in light of the unexpected pandemic that compelled educational institutions to implement distance learning. To aid students in understanding concepts more thoroughly, teachers can better design their classes and employ cutting-edge teaching methods. Additionally, group projects and responsibilities become simpler to delegate and track using online tools. As long as there is an internet connection, all educational resources can be saved in the cloud as digital files that are simple to access.

Examples of how cloud technologies are being used in education [21]:

- Google Apps for Education includes Google Classroom, a cloud-based learning management system. Students can access Google Classroom via PCs, tablets, and cellphones;

Blackboard provides educational, mobile, communication, and business software, as well as related services to education providers, enterprises, and government organizations through cloud-based virtual platforms.

College and university students can learn important business principles from interactive online simulation games like Coursera, the most well-known educational platform. It offers accessibility to a variety of fields;

The Microsoft Education Centre - supports online learning and gives each student the best education possible.

Moodle is open source software that enables teachers to construct efficient online learning.

Trends and predictions for the future of cloud computing

Future trends include multi-cloud or hybrid cloud architectures. Workloads can travel across private and public networks thanks to a combination of third-party private and public cloud platforms. As a result, flexible computing environments are provided in sweatshops. This will enhance cloud security in the future [7].

Eighty-nine percent of respondents said they had a multi-cloud strategy, and 80 percent said they had adopted a hybrid approach that combined the usage of public and private clouds, according to Flexera's State of the Cloud 2022 study [12].

- Supercomputers are the best illustration of how quantum computing functions when done correctly. In order to stay competitive, businesses like IBM, Microsoft, Google, and AWS have adopted emerging quantum technology. A supercomputer can boost network speed and offer strong encryption capabilities for electronic communications. By 2035, the market for quantum computing will be worth $1 trillion [19].
- Edge Computing: To optimise the cloud system, data processing occurs at the network's edge. To process sensitive data that must be kept for a long time, this occurs on real-time cloud servers [7].

By 2025, 75% of enterprise-generated data, according to Gartner's prediction [13], will be produced outside of centralised data centres.

Internet of Things (IoT) is one of the most well-liked next trends in cloud computing. Devices, servers, and networks are all connected by use of this technology. IoT aids in a variety of ways, including delivering notifications to help solve issues and supporting the security protocols established by businesses to provide a more secure cloud environment [7]. There will likely be more than 21 billion IoT devices by the year 2025.

- Artificial Intelligence: Artificial intelligence is one of the emerging cloud technologies to keep an eye on. The primary use of artificial intelligence in business is the processing of large amounts of data [7].

At a compound annual growth rate (CAGR) of 36.2% during the projection period, the artificial intelligence market's size will increase from US$86.9 billion in 2022 to US$407.0 billion in 2027 [14].

- Serverless computing is the most well-liked and promising innovation right now, and it has the potential to fundamentally alter the way cloud computing is done. A cloud application development and execution methodology called "serverless" enables developers to create and run code without having to manage servers or pay for unused cloud hardware [7,10]. Serverless technology is one of the fastest-growing technologies, with an annual growth rate of 75%, according to RightScale's 2018 State of the Cloud Report.

Conclusion

Cloud technology will most certainly play a role in the future growth of the IT sector. In the upcoming years, research into cloud computing will only continue to grow. The cloud has evolved from a technology that was initially used to save money and increase efficiency into an innovation engine for everyone. It seems obvious that new technologies will have a significant impact on how the private sector develops, and that education, particularly distant learning, will become considerably more sophisticated as a result. The ability to study from home will allow students to cut down on travel time and use it for better preparation.

References

1. Andreeva, M. (2017). The cloud computing – Application in e-learning. Proceedings of the University of Ruse, 56(11), 59–63.
2. Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. National Institute of Standards and Technology Special Publication 800-145, 2–3.
3. Erl, T., Mahmood, Z., & Puttini, R. (n.d.). Cloud Computing Concepts, Technology & Architecture. Prentice Hall, ServiceTech Press. ISBN-13 978-0-13-338752-0.
4. Kumar, R., Raj, H., & Perianyagam, J. (2017). Exploring Security Issues and Solutions in Cloud Computing Services – A Survey. Cybernetics and Information Technologies, 17(4), 52-70.
5. Healthcare Cloud Computing Market (2022). Retrieved from https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/cloud-computing-healthcare-market-347.html?gclid=CjwKCAjwr56IBhAvEiwA1fuqGo4ooU_l35KEbVQ1lIlIgT3WH4tTZEiWIYA3TdR77zJHNFI4Q2WtaRoCJDEQAvD_BwE
6. Cloud Computing in Healthcare: How Technology is Improving the Industry. (2022). Retrieved from https://www.techmagic.co/blog/cloud-computing-in-healthcare/.
7. 12 Trends & Prediction about the Future of Cloud Computing (2022). Retrieved from https://www.knowledgehut.com/blog/cloud-computing/cloud-computing-future.
8. What is Kubernetes (2021). Retrieved from https://www.vmware.com/topics/glossary/content/kubernetes.html .
9. Top 10 Cloud Computing Trends to Lookout for in 2022 (2022). Retrieved from https://www.analyticsinsight.net/top-10-cloud-computing-trends-to-lookout-for-in-2022/.
10. What is Serverless (2021). Retrieved from https://www.ibm.com/cloud/learn/serverless.
11. Say Hello to SASE (Secure Access Service Edge) (2019). Retrieved from https://blogs.gartner.com/andrew-lerner/2019/12/23/say-hello-sase-secure-access-service-edge/.

12. Cloud Computing Trends: Flexera 2022 State of the Cloud Report (2022). Retrieved from https://www.flexera.com/blog/cloud/cloud-computing-trends-2022-state-of-the-cloud-report/.
13. Gartner Says Cloud Will Be the Centerpiece of New Digital Experiences (2021). Retrieved from https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2021-11-10-gartner-says-cloud-will-be-the-centerpiece-of-new-digital-experiences.
14. Artificial Intelligence Market (2022). Retrieved from https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/artificial-intelligence-market-74851580.html.
15. State of the Cloud Report (2022). Retrieved from https://m3comva1.frb.io/uploads/docs/Flexera-State-of-the-Cloud-Report-2022.pdf.
16. Virtualization in Cloud Computing: Types, Architecture, Advantages (2022). Retrieved from https://www.guru99.com/virtualization-cloud-computing.html.
17. Top 15 Major Characteristics of Cloud Computing (2022). Retrieved from https://www.jigsawacademy.com/blogs/cloud-computing/characteristics-of-cloud-computing/.
18. Cloud Deployment Models (2021). Retrieved from https://www.geeksforgeeks.org/cloud-deployment-models/.
19. Quantum Computing Stats: Forecasts & Facts for 2022 & Beyond (2021). Retrieved from https://research.aimultiple.com/quantum-computing-stats/.
20. Disaster Recovery as a Service (DRaaS) Global Market Report 2022 (2022). Retrieved from https://www.globenewswire.com/news-release/2022/03/22/2408012/0/en/Disaster-Recovery-as-a-service-DRaaS-Global-Market-Report-2022.html.
21. Cloud Technologies in the Education System (2021). Retrieved from https://www.computer.org/publications/tech-news/build-your-career/cloud-technologies-in-the-education-system .

APPLICATION OF QUASI COMPLEMENTARY PAIRS OF PHASE MANIPULATED SIGNALS IN RADIO-COMMUNICATION SYSTEMS

Borislav B. Bedzhev, Dilyan I. Dimitrov

Communication Networks and Systems Department, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University "V. Levski", Shumen, Bulgaria, bedzhev@abv.bg, dilyaniv@abv.bg

***Abstract**: The phase manipulated (PM) signals, forming the class of Barker codes (or sequences) find wide applications in many types of radio-communication systems (RCSs). Unfortunatelly, Barker codes exsist only for lengths $N \leq 13$. Accounting this situation, in the paper the possibility quasi complementary pairs of binary PM signals to fulfil the role of Barker codes in RCSs is substantiated.*

***Keywords**: Quasi complementary pair of phase manipulated signals, Electronic protection*

Introduction

The phase manipulated (PM) signals, possessing a crest factor equal to one and a thumbtack autocorrelation function (ACF), are very important for many types of radio-communication systems (RCSs), because they provide the maximal possible resolution of the objects and diminish the negative effects, caused by the multipath spread of the electromagnetic waves. Besides, for the radar sensor networks, which are widely exploited in intelligent factories, smart cars and smart homes today [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], special interest have the binary PM signals as they can be generated by simple, reliable and cost-effective digital electronic devices.

As well known, the PM signals, forming the class of so-called Barker codes (or sequences), meet all the above requirements. More over, in cases of RCSs, which use one carrier frequency, the Barker codes are the best variant. Unfortunatelly, Barker codes exsist only for the lengths $N = 2, 3, 4, 5, 7, 11, 13$.

Accounting this situation, the aim of this paper is to substantiate the possibility quasi complementary pairs of binary PM signals to be used instead of Barker codes.

The practical importance of the problem, explored in the paper, ensues from the fact that the electronic protection of RCSs in hostile radio-electronic environments can be increased significantly if a large set of different signals is exploited in a pseudo random manner.

The paper is organized as follows. First, the basic properties of the Barker codes are recalled. After that the possibility quasi complementary pairs of binary PM signals to fulfil the role of Barker codes in RCSs is substantiated by several examples. At the end the main results of the study, conducted in the paper, are summarized.

1. Mathematical Model of the Barker codes

Most often, the digital signal processing in the receivers of RCSs can be described by the following polynomial model [8]:

$$\left[\sum_{i=0}^{N-1} \mu(i)x^{i}\right]\left[\sum_{i=0}^{N-1} \mu^{*}(i)x^{-i}\right] = \sum_{r=-N+1}^{N-1} P_{\mu\mu}(r)x^{r} \ . \tag{1}$$

In (1) the following notations are used.

First, the digital signal

$$\{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} = \{\mu(0), \mu(1), \dots, \mu(N-1)\} \tag{2}$$

consists of the samples of the digitalized received signal. As the sent signal passes a large distance between the transmitter and the receiver the received signal is a diminished copy of the signal, emitted by the transmitter [3], [8]. Due to this reason, the samples (2) are complex numbers, presenting the complex envelopes of the elementary phase symbols (or chips) with duration τ_{ch}, forming the sent signal.

Analogously, the sequences of complex numbers

$$\{\mu^*(i)\}_{i=0}^{N-1} = \{\mu^*(0), \mu^*(1), \dots, \mu^*(N-1)\}, \tag{3}$$

$$\left\{P_{\mu\mu}(r)\right\}_{r=-N+1}^{N-1} = \left\{P_{\mu\mu}(-N+1), \dots, P_{\mu\mu}(-1), P_{\mu\mu}(0), \dots P_{\mu\mu}(N-1)\right\}, \tag{4}$$

are the samples of the finite response matched filter (MF), used in the receiver, and the autocorrelation function (ACF) of the digital signal (2) respectively.

In (3) the symbol "*" stands for "complex conjugation".

Second,

$$F_\mu(x) = \sum_{i=0}^{N-1} \mu(i) x^i \tag{5}$$

is the so-called generating function or Hall polynomial, associated with the digital signal (2).

It should be pointed out that the powers of the variable x^{-i}, x^i denote "overtaking or delay at i time-clocks with duration τ_{ch} during the signal processing" respectively.

Analogously, the generating functions (Hall polynomials) of the digital signals (3) and (4) are

$$F_\mu^*(x^{-1}) = \sum_{i=0}^{N-1} \mu^*(i) x^{-i}, \tag{6}$$

$$F_{P_{\mu\mu}}(x) = \sum_{r=-N+1}^{N-1} P_{\mu\mu}(r) x^r. \tag{7}$$

From (1) and (2) it is not hard to obtain the next formula for direct calculating of ACF's samples:

$$P_{\mu\mu}(r) = \begin{cases} \sum_{k=0}^{N-1-\lceil r \rceil} \mu(k+\lceil r \rceil)\mu^*(k), -(N-1) \le r \le 0, \\ \sum_{k=0}^{N-1-r} \mu(k)\mu^*(k+r), \quad 0 \le r \le N-1. \end{cases} \tag{8}$$

Now the following two facts should be taken in consideration.

First, in order to diminish the negative effects, caused by the multipath spread of the electromagnetic waves, the ACF of the sent signal have to resemble a delta pulse (i.e. to have thumbtack form) [3], [4], [5], [8], [9].

Second, the most simple type of phase manipulation is the binary phase shift keying (BPSK). When it is exploited the samples of the digital signal (2) are considered as -1 and $+1$ in theoretic explorations.

From the above facts it can be concluded that the ideal ACF of binary signals with crest factor equal to one has the form:

$$P_{\mu\mu}(r) = \begin{cases} N, N - \lceil r \rceil = N, \\ \pm 1, N - \lceil r \rceil = odd, \\ 0, N - \lceil r \rceil = even. \end{cases} \tag{9}$$

The binary signals with crest factor equal to one, which ACFs satisfy (9), are called Barker codes or Barker sequences after their inventor Ronald Hugh Barker.

2. Analysis of Application of Quasi Complementary Pairs of Phase Manipulated Signals in Radio-Communication Systems

According to the originating work [10], every complementary pair (CP) cosists of two binary PM signals

$$\{\mu_1(i)\}_{i=0}^{N-1} = \{\mu_1(0), \mu_1(1), \dots, \mu_1(N-1)\}, \{\mu_2(i)\}_{i=0}^{N-1} = \{\mu_2(0), \mu_2(1), \dots, \mu_2(N-1)\}, \quad (10)$$

which have the following properties:

- all their samples are -1 or $+1$;
- the sum of the ACFs of the binary PM signals, forming the CP, resembles the Dirac delta - pulse.

After accounting this definition in (1) and (10) in (5), the ACF of every CP can be presented in the form

$$\begin{aligned}\left[\sum_{i=0}^{N-1} \mu_1(i)x^i\right]\left[\sum_{i=0}^{N-1} \mu_1^*(i)x^{-i}\right] + \left[\sum_{i=0}^{N-1} \mu_2(i)x^i\right]\left[\sum_{i=0}^{N-1} \mu_2^*(i)x^{-i}\right] = \\ = \sum_{r=-N+1}^{N-1}\left[P_{\mu_1\mu_1}(r) + P_{\mu_2\mu_2}(r)\right]x^r = 2N.\end{aligned} \quad (11)$$

Consequently

$$P_{\mu_1\mu_1}(r) + P_{\mu_2\mu_2}(r) = \begin{cases} 2N, & r = 0, \\ 0, & r \neq 0. \end{cases} \quad (12)$$

The last formula presents very clearly the ideal (thumbtack) form of the sum of the ACFs of the binary PM signals, forming the CP.

Here it should be taken in consideration the following two facts.

First, from the analysis in [11], it ensuess that an arbitrary pair of binary PM signals with equivalent lengths can be realized in RCSs by quadrature phase manipulation (quadrature phase shift-keying - QPSK), exploiting only one carrier frequency (only one frequency channel).

Second, the Barker codes (sequences), which are a special class of binary PM signals, can be realized in RCSs by binary phase manipulation (binary phase shift-keying - BPSK), also exploiting only one carrier frequency (only one frequency channel).

From the above facts and (12) it follows that in present RCSs the CP of binary PM signals can fulfil the role of Barker codes (sequences), which exsist only for the lengths:

$$N = 2, 3, 4, 5, 7, 11, 13. \quad (13)$$

The cost of such a substitution is truly acceptable as the complexity of the technical realization of the BPSK and the QPSK is practically equivalent for the present RCSs, which can exploit very sophisticated types of amplitude-phase manipulation.

Unfortunately, the lengths of the binary PM signals, forming CPs, can be only:

$$N = 2^{n_1}.5^{n_2}.13^{n_3}, \quad (14)$$

where n_1, n_2, n_3 are integers.

The restrictions (13), (14) on the possible lengths of the Barker codes and the binary PM signals, forming CPs, is a vulnerabily of the RCSs, exploiting such signals in a hostile radio-electronic environment. Due to this reason in sequel the potential of quasi complementary pairs (QCPs) of binary PM signals for enhancement the electronic protection (EP) of RCSs will substantiated. For this aim first of all the defininion QCPs of binary PM signals, given in [8], will be generalized as follows.

Definition: Let $\{\mu_1(i)\}_{i=0}^{N-1}$ and $\{\mu_2(i)\}_{i=0}^{N-1}$ be binary PM signals. They form a QCP if the sum of their ACFs have side-lobes, which are as small as possible.

This definion is clarified by the next concrete example.

Example: The binary PM signals

$$\{s_1(i)\}_{i=0}^{11} = \{-1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 0\},$$
$$\{s_2(i)\}_{i=0}^{11} = \{-1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1\}, \quad (15)$$

form a QCP as the level of the sidelobes of the sum of their ACFs does not exceed 2 (in fact it is 1 - fig. 1).

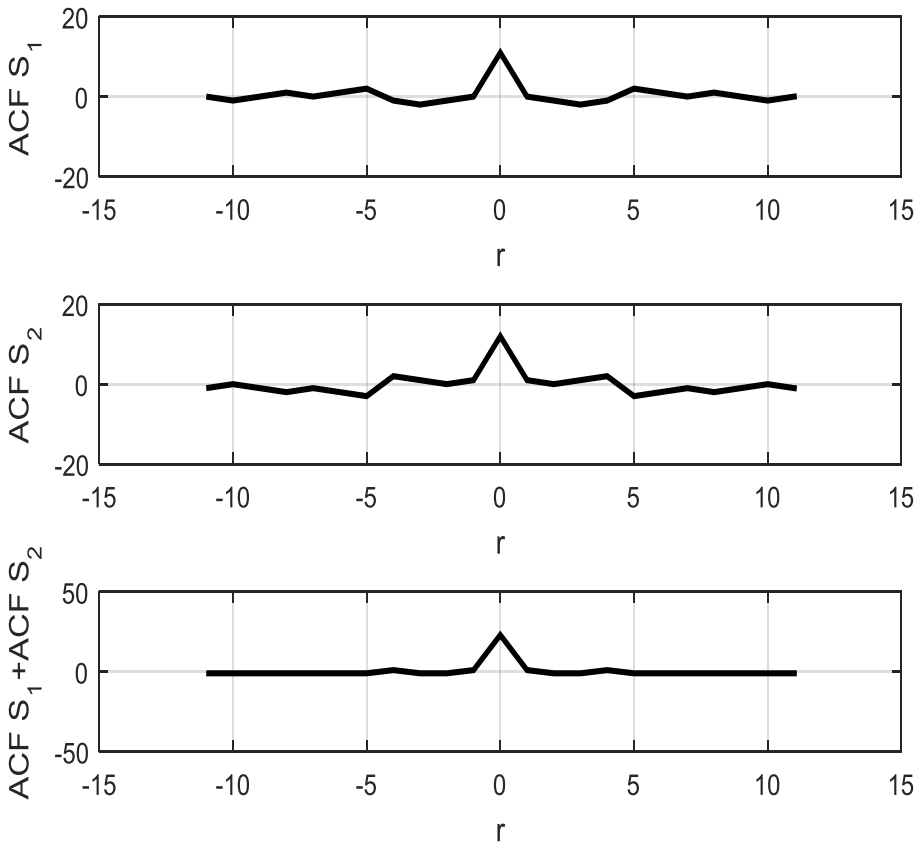


Figure 1. ACFs (a, b) of the binary PM signals (15) and sum of their ACFs (c)

Here it should be pointed out two facts.

At one hand, the accepted maximal magnitude 2 of the sidelobes of the aggregated ACF (fig. 1c) is the smallest possible deviation from the condition (9), characterizing the classic Barker codes.

At the other hand, Barker codes with length $N = 12$ do not exist. Besides, the contrast between the magnitudes of the aggregated ACF's main lobe and the maximal magnitude of the sidelobes $\frac{23}{1}$ is much better than the greatest contrast $\frac{13}{1}$ for all the classic Barker codes, which is attained only by the classic Barker code with length $N = 13$.

Based on the above definition, a computer exploration of QCPs of binary PM signals with lengths $N \leq 13$ has been conducted. The obtained results are presented in Table 1.

In order to outline the possibly applications of QPSs of PM signals it is necessary the basic approaches for electronic protection enhancement of RCSs to be briefly recalled. More specifically, electronic protection (EP) comprisses the features of radars or communications systems that reduce the effectiveness of enemy attacks on electronic equipment (formerly known as electronic counter-countermeasures, ECCM) [12].

Table 1. Quasi complementary pairs of binary PM signals with lengths $N \leq 13$

№	N	$\{s_1(i)\}_{i=0}^{N-1}$	$\{s_2(i)\}_{i=0}^{N-1}$
1	3	{1, 1, -1}	{1, 1, 0}
2	3	{1, 1, -1}	{1, -1, 1}
3	4	{1, 1, -1, 0}	{1, 1, -1, 1}
4	5	{1, 1, 1, -1, 1}	{1, 1, -1, 1, 0}
5	5	{1, 1, 1, -1, 1}	{1, 1, -1, 1, -1}
6	6	{1, 1, 1, -1, 1, 0}	{-1, -1, 1, -1, 1, 1}
7	7	{1, 1, 1, -1, -1, 1, -1}	{1, 1, 1, -1, 1, -1, 0}
8	7	{1, 1, 1, -1, -1, 1, -1}	{1, -1, 1, 1, 1, 1, 1}
9	7	{1, 1, 1, -1, -1, 1, -1}	{1, 1, -1, 1, 1, 1, 1}
10	8	{1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, 0}	{-1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1}
11	9	{1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, 1, -1}	{-1, 1, -1, -1, -1, 1, 1, 1, 0}
12	10	{-1, 1, 1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, 0}	{-1, -1, -1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, -1}
13	11	{1, 1, 1, -1, -1, -1, 1, -1, -1, 1, -1}	{1, 1, -1, -1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, 1}
14	12	{-1, 1, -1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, 0]	{-1, -1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, 1, 1, -1, 1}
15	13	{1, 1, 1, 1, 1, -1, -1, 1, 1, -1, 1, -1, 1}	{-1, 1, 1, 1, 1, 1, -1, 1, 1, -1, -1, -1, 1}

The electronic protection measures are classified as follows [12], [13], [14]:

EPM 1) Electromagnetic hardening, which comprises the action taken to protect personnel, facilities and/or equipment by blanking, filtering, attenuating, grounding, bonding and/or shielding against undesirable effects of electromagnetic energy.

EPM 2) Electronic masking, which controls the radiation of electromagnetic energy on friendly frequencies in order to protect the emissions of friendly communications and electronic systems against enemy electronic warfare support measures/signals intelligence without significantly degrading the operation of friendly systems.

EPM 3) Emission control, which is a selective and controlled use of electromagnetic, acoustic or other emitters to optimize command and control capabilities while minimizing the following for operations security: detection by enemy sensors, mutual interference among friendly systems and enemy interference with the ability to execute a military deception plan.

EPM 4) Electromagnetic spectrum management, which comprises: planning, coordinating and managing joint use of the electromagnetic spectrum through operational, engineering and administrative procedures.

EPM 5) Wartime reserve modes, which are characteristics and operating procedures of sensors, communications, navigation aids, threat recognition, weapons and countermeasures systems that will contribute to military effectiveness if unknown to or misunderstood by opposing commanders before they are used, but could be exploited or neutralized if known in advance.

EPM 6) Electromagnetic compatibility which is the ability of systems, equipment and devices that use the electromagnetic spectrum to operate in their intended environments without causing or suffering unacceptable or unintentional degradation because of electromagnetic radiation or response.

The analysis of the pecuialirities of QCPs of binary PM signals shows that their usage allows the electronic protection measures EPM 2, EPM 3, EPM 4, EPM 5 and EPM 6 to be applied successfully in RCSs and radar sensor networks in particular. This conclusion ensues from the following pecuiliarities of the QCPs of binary PM signals.

First, the QCPs of binary PM signals can be wideband if the duration τ_{ch} of elementary phase symbols (or chips) is small. As a result, the spectral density of signals can be very small, which provide electronic masking, possibilities for emission control as well as electromagnetic spectrum management and compatibility with other radio communication systems.

Second, the QCPs of binary PM signals form an infinite class of signals with nearly perfect autocorrelation properties, which is much more larger than the class of classic complementary pairs of binary PM signals. Indeed, the QCPs of binary PM signals are not restricted by the condition (14) and they exist for an infinite dense set of lengths. Besides, from a QCP of binary PM signals with nearly perfect autocorrelation many other derivative QCPs of binary PM signals can be obtained by applying of several equivalence transformations, preserving the autocorrelation properties [15].

Obviously, the ability to change dynamically in a pseudo-random manner the exploited QCP of binary PM signals, using a huge base of such signals, allows all electronic protection measures EPM 2, EPM 3, EPM 4, EPM 5 and EPM 6 to be applied successfully in the RCSs and in the radar sensor networks in particular.

3. Conclusion

In the paper the possibility QCPs of binary PM signals to fulfil the role of Barker codes in RCSs is analysed and substantiated by several examples.

The results, obtiated in the paper, could be used in the development of new RCSs and radar sensor networks in particular, which exploit effectively the electromagnetic spectrum and possess a high electronic protection against attacks of criminal and theroristic groups, using the methods of electronic warfare.

Acknowledgments

This paper is supported by the National Scientific Program "Security and Defense", approved with Decision № 171/21.10.2021 of the Ministry Council of Republic of Bulgaria.

References

1. Ignatova, T., Nedelchev, M., & Bedzheva, M. (2022). Contemporary approaches for effective radio spectrum utilization. *Proceedings of University of Ruse - 2022, volume 61, book 3.2.*, pp. 161-166 (in Bulgarian), ISSN 1311-3321 (print), ISSN 2535-1028 (CD-ROM), ISSN 2603-4123 (on-line).
2. Iliev, M., & Bedzheva, M. (2020). An approach for application of UAVs for observation of processes in agriculture. *Proceedings of 7th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering* (*EE&AE 2020*), *12-14 November 2020, Ruse, Bulgari.*
3. Vasilev, V. (2007). Stochastic model of complex ISAR signals and spatial correlation image reconstruction procedure. *Proceedings of the 32nd International scientific conference "Modern technologies in the 21st century", Buharest, Romania*, ISBN 978-973-640-127-5.
4. Kumari, P., Choi, J., Prelcic, N., & Heath, R. (2018). IEEE802.11 ad-based radar: An approach to joint vehicular communication-radar system," *IEEE Transactions on Vehicular Technology, Volume 67, Issue 4, April 2018*, pp. 3012-3027.
5. Yosifov, Y. V., Peshev, T. G., & Kulev, N. Z. (2015). Synthesizing an adaptive algorithm to estimate parameters of a moving target. *Proc. of Int. Sc. Conf. "Defense, security and military technology," Shumen, Bulgaria*, pp. 204-211, ISSN 2367-7902. Retrieved from https://aadcf.nvu.bg/scientific_events/papers/NS_2015.pdf.
6. Nedelchev, M., & Bogdanov, R. (2019). Military software defined radio systems - advantages and challenges. *CIO, July 2019*, pp. 73-75, ISSN 1312 – 5605 (in Bulgarian.)
7. Slavov, D., & Nedelchev, M. (2023). Impact of weather conditions on flights and aircraft. *Proceedings of the international scientific conference "Scientific research and education in the air force – AFASES 2023", Brasnov, Romania*, pp. 47-52, ISSN, ISSN-L: 2247-3173, DOI:10.19062/2247-3173.2023.24.

8. Bedzhev, B., & Dimitrov, D. (2023). Generalizations of the recursive methods for synthesis of complementary pairs of phase manipulated signals. (*In press*).
9. Iliev, M., Nikolov, N., Dimitrov, M., & Bedzhev, B. (2020). Genetic algorithm for synthesis of binary signals with optimal autocorrelation. *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Information Technologies (InfoTech-2020), 17-18 September 2020, St. St. Constantine and Elena, Bulgaria.*
10. Golay, M. Y. E., (1961). Complementary series. *IRE Transactions on Information Theory, Volume IT–7, Issue 2*, pp. 82 – 87.
11. Iliev, M., Bedzhev, B., Bedzheva, M., & Kanchev, K. (2021). Approaches for Implementation of Golay's Complementary signals and Welti's Quaternary Signals in Radio-Communication Systems. *Proceedings of the 2021 IEEE International Conference on Information Technologies (InfoTech-2021), 16-17 September 2021, St. St. Constantine and Elena, Bulgaria.*
12. Wolff, C. B. W. (2022). Radar and electronic warfare-eGuide. *Rohde&Schwarz.* Retrieved from https://scdn.rohdeschwarz.com/ur/pws/dl_downloads/premiumdownloads/premium_dl_brochures_and_datasheets/premium_dl_ebook/Radar-and-electronic-warfare_eGuide-misc_en_3683-4778-92_v0100.pdf.
13. Nikolov, L., & Slavyanov, K. (2017). On the contemporary cybersecurity threats. *I st International scientific conference "CONFSEC 2017", 11-14.12.2017, Borovets*, pp. 142-144, ISSN Print: 2603-2945, ISSN Online: 2603-2953.
14. Nikolov, L. G. (2018). Wireless network vulnerabilities estimation. *International Scientific Journal "Security & Future", Vol. 2 (2018), Issue 2*, pp. 80-82; WEB ISSN 2535-082X; PRINT ISSN 2535-0668.
15. Iliev, M., Nikolov, N., Dimitrov, M., &Bedzhev, B. (2020). Genetic algorithm for synthesis of binary signals with optimal autocorrelation. *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Information Technologies (InfoTech-2020), 17-18 September 2020, St. St. Constantine and Elena, Bulgaria.*

EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE APPLICABILITY OF LOW-BUDGET NON-PROFESSIONAL LASERS FOR BLINDING DRONES AT RANGES OVER 3 KM

Vladislav M. Genoff, Lyubomir E. Manov, Yosif V. Yosifov

Departament "Communication and computer technologies", "Vasil Levski" National Military University, "Artillery, Air defense and CIS" Faculty, Shumen, Shumen, Bulgaria, vgenov70@gmail.com, 3lemlemlem@gmail.com

***Abstract**: The paper presents the results of an experiment conducted to evaluate the use of low-cost non-professional lasers operating in the visible region of light to blind drones at distances over 3 km. Problems encountered in the implementation and their solutions are described. It will be useful to those working in the field.*

***Keywords**: to blind drones, low-cost non-professional lasers, distances over 3 km, experimental evaluation*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ОЦЕНКА НА ПРИЛОЖИМОСТТА НА НИСКОБЮДЖЕТНИ НЕПРОФЕСИОНАЛНИ ЛАЗЕРИ ЗА ЗАСЛЕПЯВАНЕ НА БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ НА РАЗСТОЯНИЕ НАД 3 КМ

Владислав М. Генов, Любомир Е. Манов, Йосиф В. Йосифов

Катедра"Компютърни системи и технологии", Национален Военнен Университет „Васил Левски", факултет „Артилерия, ПВО и КИС" Шумен, Шумен, България, vgenov70@gmail.com, 3lemlemlem@gmail.com

Анотация: В докладът са представени резултатите от проведен експеримент за оценка на използуваемоста на ниско-бюджетни не-професионални лазери работещи във видимата област на светлината за заслепяване на дронове на разстояния над 3 км. Описани са срещнати проблеми в изпълнението и техните решения. Ще бъде полезен на работещите в областта.

Ключови думи: Заслепяване на дрон, ниско-бюджетен и непрофесионален лазер, дистанция над 3 км, експериментална оценка.

1. Необходимост на експеримента

В съвременните условия на нарастваща заплаха от терористични актове, локални военни конфликти и кибератаки нуждата от постоянен и ефективен контрол на достъпа до различни

обекти със стратегическо значение е факт. Съществена част от съвременните системи и технологии се прилагат за мониторинг на въздушното пространство чрез ефективно управление на безпилотни летателни апарати в среда със смущения. Също така нуждата от ефективната охрана на обекти със стратегическо значение е от съществено значение. С развитието на съвременните технологии, Безпилотните летателни апарати (БЛА) се оказват ефективни средства за събиране на визуална разузнавателна информация. С наличните технически средства е възможно подобен БЛА да бъде засечен и локализиран. Единствения начин да се противодейства в такива случаи е да бъде нанесена повреда в хардуера на летателния апарат или той да бъде изцяло разрушен. Вероятно обаче е, че не всички обекти със стратегическо значение биха имали възможност да разполагат с необходимото технологично оборудване за разрушаване на БЛА.

Този проблем ни насочи да търсим решения в следните посоки:

- как бихме могли да противодействаме на БЛА-нарушител, без да бъде разрушаван;
- как бихме могли да противодействаме на БЛА-нарушител, без да се налага намеса в неговата електроника и/или софтуер дистанционно.

Единствения канал, по който се събира визуална информация от БЛА, това е неговата камера. Съществуват камери с различно предназначение, разделителна способност и вградени допълнителни оптични компоненти, но независимо от техните класове, предназначение и сложност, принципът на действие е един и същ. По тази причина взехме решение да проведем експеримент с насочване на лазерен лъч към обектива на камерата на БЛА. Идеята на експеримента е да се „заслепи" камерата на БЛА, съответно той да не може да запише никакво реално изображение, докато обектива на неговата камера се намира в обхвата на лазерния лъч.

За целта използвахме опитна постановка, включваща следните компоненти:

- Теодолит топогеодезически **T10B** – за оптично наблюдение на обекта и прецизно насочване на лазерния лъч;
- Източник на лазерен лъч със следните фабрични параметри:
  - Мощност 1800mw
  - Дължина на вълната Wavelength: 532nm
  - Работно напрежение: DC = 3.0 - 3.7V
  - Обхват на лазерния източник: 2000 - 5000 м
  - Режим на фокусиране: регулируем;

БЛА със записваща камера (DJI Tello Edu) със следните оптични и видеохарактеристики:

- Photo: 5MP (2592x1936)
- FOV: 82.6°
- Video: HD720P30
- Format: JPG(Photo); MP4(Video)
- EIS: Yes
- 720P HD Transmission.

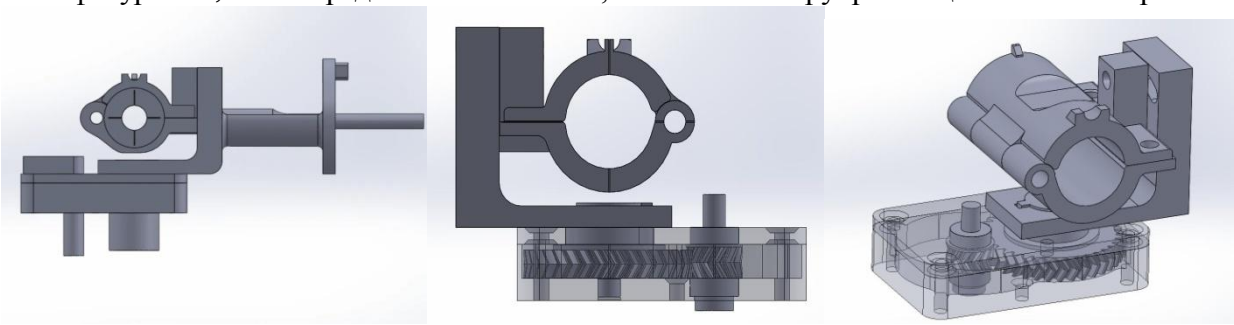
За нуждите на експеримента направихме механизъм, с който да прикрепим източника на лазерния лъч върху теодолита. Модифицирахме електрическата част за включване и изключване на източника на лазерния лъч, за да не е необходимо манипулиране с цялостната конструкция, с цел намаляване на механичните вибрации водещи до неконтролируемо отместване на лазерния лъч и излизането му от зоната на наблюдение.

2. Механизъм за позициониране на лазерния лъч.

За да бъде проведен експеримента на различни дистанции, е нужно да има пряка видимост между теодолита, респективно прикрепения към него източник на лазерен лъч и БЛА с неговата камера. Освен пряката видимост е необходимо лазерният лъч да вкаран в съосие с оптичната ос на наблюдение на теодолита. За целта механизма има минимум 2 степени на свобода – по оста X и по оста Y.

3. Реализация на механизма за съосие.

На фигура 1. ***а***,***б*** и ***в*** е представен механизма, който бе конструиран за целите на експеримента.



а ***б*** ***в***

Фигура 1. ***а***-Механизъм за фиксиране и позициониране на източник на лазерен лъч.
б-Редуктор на механизма за фиксиране и позициониране на източник на лазерен лъч, позволяващ промяна на позицията по оста X. ***в***- Редуктор на механизма за фиксиране и позициониране на източник на лазерен лъч, позволяващ промяна на позицията по оста Y.

Механизма е проектиран и изработен на 3D-принтер. Катедра „Компютърни системи и технологии“ разполага с 3-D принтер ZMorph FAB.

Фигура 2. Външен вид на готовото изделие

Фигура 3. Външен вид на готовото изделие

Фигура 4. Модифициран източник на лазерен лъч с външен ел. прекъсвач.

4. Експериментално определяне на ъгъла на разходимост на лазерният източник.

Таблица 1. Измерени и пресметнати параметри на лазерният сноп.

Крайно положение на оптиката за фокусиране с най-сходим сноп	Разстояние, r[m]	Диаметър на петното, D[mm]	Пресметнат ъгъл на разходимост, α[◦]	Средна стойност α[◦]
	10	10	0.029	
	20.80	25	0.0344	
	31.50	47	0.0427	
	40.70	50	0.0253	α_1= 0.0353
Крайно положение на оптиката за фокусиране с най-разходим сноп	Разстояние, r[m]	Диаметър на петното, D[mm]	Пресметнат ъгъл на разходимост, α[◦]	Средна стойност α[◦]
	40.70	550	0.387	α_2=0.387
Очакван диаметър на снопа на разтояние 3470 m	За ъгъл α_1= 0.0353		4.26 m	
	За ъгъл α_2= 0.387		46.48 m	

За да подчертаем не-тривиалността на проблема и сложността при провеждане на експеримента, следва да се отбележи, че на разстояние от 3470 m неточност от 1° при насочването на лазерният сноп води до преместване на центъра на петното на снопа с 60.5 m.

5. Провеждане на експеримента за заслепяване на дрон на максимално разстояние от 3470 m.

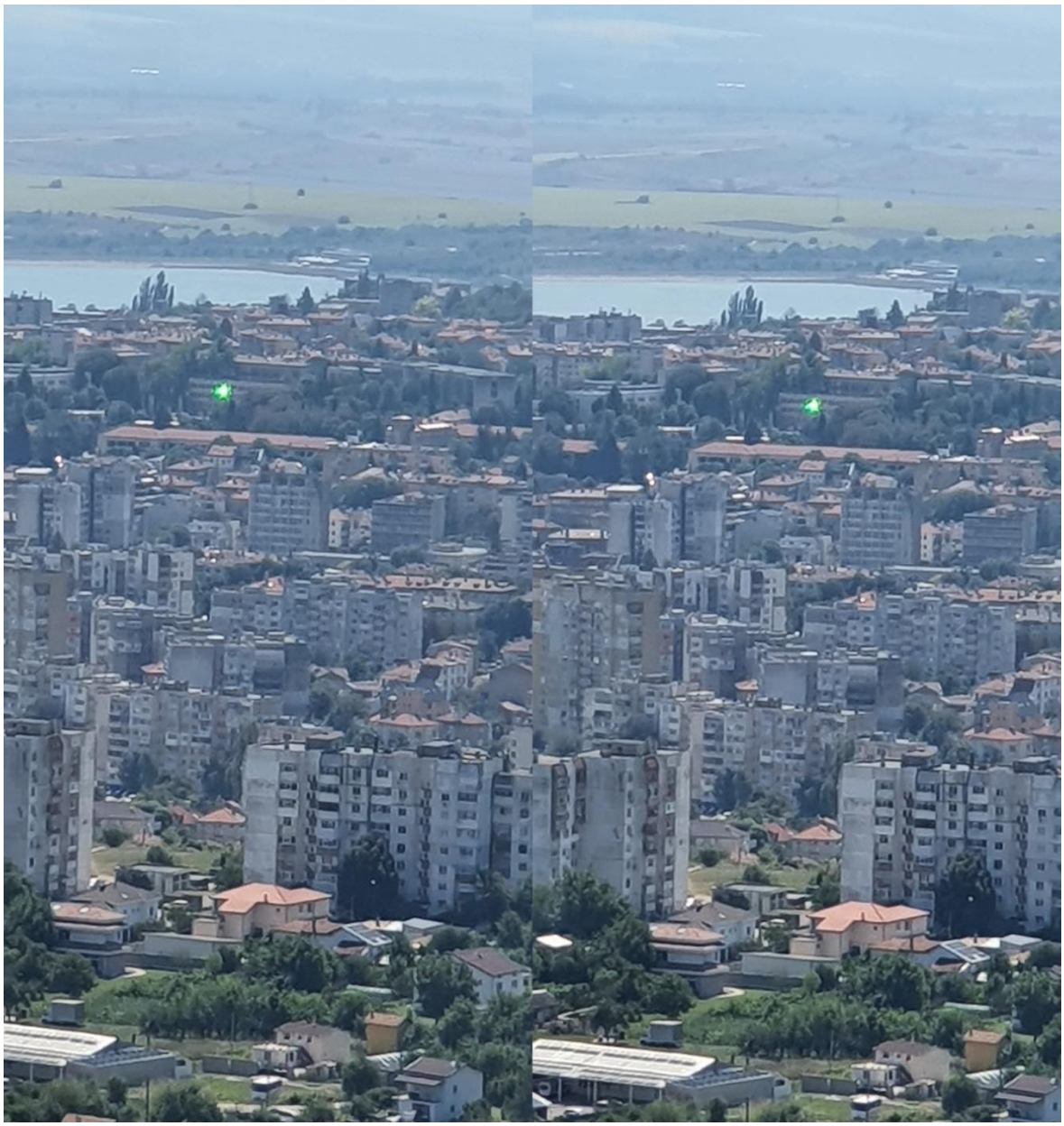
Експеримента се проведе на три етапа:

- Етап Едно – Настройка на съосие: Лазерът се закрепя неподвижно в механизма за позициониране. Механизма за позициониране се монтира върху теодолита който предварително е приведен в работно положение. Извършва се груба (на око) настройка за съосие и механизма за позициониране се закрепва неподвижно за теодолита. За три различни дължини например 25, 50 и 100 метра последователно фино се настройва съвпадението на центъра на петното на лазерният лъч с кръста в зрителното поле на теодолита. Фината настройка се извършва чрез механизма за позициониране. Прави се проверка за точността на настройката при различни разстояния и се намира коефициент за корекция.

Фиг. 5. Външен вид на теодолита с механизма за позициониране и лазера

- Етап Две: Заслепяване на дрон на разстояние 200-250 m.

- Етап Три: Заслепяване на дрон на разстояние над 3 km (3470 m). След прецизна настройка за съосие, сравнително бързо беше намерено петното на лазерният лъч. Експериментът беше осъществен през деня.



Фиг. 6. Снимки на лазерният лъч от разстояние 3470 m.

Заключение

Прикритата област чрез заслепяване е около 100 m^2. Чрез експеримента бяха решени много практически проблеми при провеждане на този тип експерименти на големи дистанции. Нашето заключение е, че е възможно да бъдат заслепявани дронове на дистанции над 3 километра използвайки ниско бюджетни не-професионални лазерни източници. Вижда се от предоставените снимки, че има голям запас от енергия в лазерният лъч. Профилът на сечението на немодолираният сноп има форма на гаусова крива. Чрез промяна на формата му би могла да доведе до по-голяма прикрита площ както и до по-голяма дистанция на заслепяване.

DETECTION AND RECOGNITION OF PARTIALLY VISIBLE OBJECTS IN OPTICAL IMAGES USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES - MINI REVIEW FROM 1970 TO 2000

Lyubomir E. Manov, Nikolay Kulev

Department "Communication and computer technologies", "Vasil Levski" National Military University, "Artillery, Air defense and CIS" Faculty, Shumen, Shumen, Bulgaria, 3lemlemlem@gmail.com

***Abstract**: A problem of great practical interest in machine (computer) vision is the recognition of objects that are partially hidden. Concealment is not one of the conditions that many object detection models are designed to handle. This paper briefly discusses various approaches used over the years to solve the problem. The presented paper will be useful to those working in the field of computer vision.*

Keywords: *partially hidden objects, computer vision, recognition*

ОТКРИВАНЕ И РАЗПОЗНАВАНЕ НА ЧАСТИЧНО ВИДИМИ ОБЕКТИ В ОПТИЧНИ ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА ТЕХНИКИТЕ НА ИЗКУСТВЕНИЯ ИНТЕЛЕКТ-МИНИ РЕВЮ ОТ 1970 г. ДО 2000 г.

Любомир Е. Манов, Николай Кулев

Катедра"Компютърни системи и технологии", Национален Военнен Университет „Васил Левски", факултет „Артилерия, ПВО и КИС" Шумен, Шумен, България. 3lemlemlem@gmail.com

***Резюме**: Проблем от голям практически интерес в областта на машинното(компютърното) зрение е разпознаването на обекти, които са частично скрити. Прикриването не е от условията, за което много от моделите за откриване на обекти са проектирани да се справят. В докладът са разгледани накратко различни подходи използвани през годините за решаване на проблема. Представеният доклад ще бъде полезен на работещите в областта на компютърното зрение.*

Въведение

Светът, в който живеем, видимо е претрупан. За разлика от контролираната област на лабораторията, в ежедневието си само рядко се среща предмет, който се вижда изолиран. Много обекти са частично закрити от други обекти. Въпреки това, когато гледаме света, не оставаме с

впечатлението, че той е изпълнен с раздробени предмети, а обектите, които виждаме, са цели. Макар че впечатленията ни за цялостност на обектите биха могли да възникнат на чисто концептуално ниво има сериозни физиологични причини да се смята, че че нашата зрителна система трябва да разбира естествените правила на оклюзия (прикриването) и да е развила някои механизми на ниво възприятие, за да отчитат оклузията и други форми на липсваща информация в началото или на междинните етапи на визуалната обработка [(Nakayama, He, & Shimojo, 1995).]

Въпреки повсеместното разпространение на оклузията в света, повече от моделите за разпознаване на визуални обекти и във физиологията и в информационните науки не са специално разработени за отчитането и.

Модели от физиологията

Мозъкът комбинира много видове визуална информация за да разпознае обектите, представени пред очите. Мащабната информация трябва да се интегрира с информация за дребните детайли (напр. груби части на тялото, включително глава, с детайли от чертите на лицето); интерпретации на различни части или черти на обекта, които могат да попадат върху различни части на ретината, също трябва да бъдат интегрирани (напр. колелата и прозорци на автомобил). За да се идентифицира обект достатъчно бързо за да може да реагира адаптивно на него, наблюдателят трябва бързо да комбинира наличната информация. Физиологията разглежда различните мащаби на детайлите в изображенията на обекти като имащи различни пространствени честоти и в проучвания е изследвано как грубата информация и информацията за фините детайли се сомбинира при разпознаването на обекти. Olds и Engel [2] изследват разпознаването на непокътнати изображения и ги сравняват с разпознаването на изображения, които съдържат само информация за ниска пространствена честота (LSF) или само информация за висока пространствена честота (HSF).

Различни теории се фокусират върху това как разпознаването на отделните части на даден обект може да доведе до разпознаване на целия обект (например Biederman, [3]; Ullman, [4]). Това се дължи отчасти на факта, че обектите често са прикрити и по този начин само някои части са видими. Закритите обекти все пак могат да бъдат разпознати, само въз основа на видимото подмножество от характеристики или части. (P. Servos et al. [1]).

Повечето моделите за разпознаване на визуални обекти не отчитат ефектите на амодалното допълване, като вместо това съсредоточават усилията си върху анализа на доброто съвпадение на изображението с обект. Моделите не извършват допълване, а разчитат на съвпадение само на фрагментите на обекта, с наличните фрагменти от модела на обекта. Такъв подход е сравнително лесен за прилагане, но не взема под внимание дълбочинните сигнали на изображението, които спомагат за разграничаване между обекти, които са частично видими поради затъмнение, и обекти, които са частично видими, защото някои от частите на обекта липсват. По подобен начин модел, който изпълнява завършване безразборно не може да прави разлика между тези два случая, без да прибягва до информация от по-високо ниво, за да се премахнат неподходящите допълнения, след като са били направени. Подобни модели предвиждат, че разпознаването (или поне ранната визуална обработка) на частично видими обекти няма да бъде повлияно от наличието на, или отсъствието на закриващ елемент.

От друга страна, модел като този на Бидерманс за разпознаване по компоненти прави ясен опит да определи кои ръбове в сцената трябва да да бъдат свързани помежду си, като се използват правила за локално свързване на контурите. Някои модели отиват още по-далеч, като започват с помощта на обратна връзка да се създава глобално представяне на сцената на базата на повърхности от ниски нива на системата. Такива модели използват изведени отношения на дълбочина от най-ранните представяния на сцената и изрично предвиждат, че зрителната система ще третира фрагменти от изображението като един обект в условия на затъмнение (когато би трябвало да настъпи така нареченото амодално завършване), но поотделно, когато глобалната

структура на изображението предполага че завършването не е подходящо. Тези модели предполагат че наличието или отсъствието на подходяща дълбочина играе решаваща роля при определянето на това дали ще настъпва завършване, като по този начин се влияе върху разпознаването на частично видим обект [5].

Модели на класическото машинно обучение 1970 г. до 1990 г.

Разпознаване на обекти е система за разпознаване която открива обекти от реалния свят в изображения, като използва модели на обекти, които са известни априори. Тази задача е изненадващо трудна. Хората извършват разпознаване на обекти без усилие и мигновено. Алгоритмично описание на тази процес за изпълнение върху машини е свързанос големи трудности.

Проблемът за разпознаване на обекти може да се дефинира като проблем за етикетиране въз основа на модели на известни обекти. Формално, при дадено изображение, съдържащо един или повече обекти (и фон) и набор от етикети които съответстват на известна системата от набор на модели, системата трябва да зададе правилни етикети на областите или на набор от области в изображението. Разпознаването на обекти е тясно свързано с проблема за сегментиране: без поне частичното разпознаване на обектите, сегментирането не може да се извърши, а без сегментиране, разпознаването на обекти не е възможно.

Големият практически интерес в областта на машинното (компютърното) зрение при построяването на модели за разпознаването на обекти, които са частично скрити се среща често и във военните изследвания и техните приложения на бойното поле. Много от тези модели започват да се включват в технологиите, използвани от войниците в реално време (напр, безпилотни сухопътни превозни средства и дисплеи за глава), за да им помогнат да идентифицират обекти около тях, които биха могли да представляват потенциална заплаха за тяхната безопасност. От правилно откриване и класифициране на опасните обекти на бойното поле, моделите биха могли да предоставят на войниците полезна информация за заобикалящата ги среда така че те да могат да вземат решения за това как да продължат мисиите си.

Основен проблем, който се среща при настоящите модели за откриване на обекти, е, че те имат проблеми да откриват обекти, които са само частично видими или закрити. В тези случаи, моделите за откриване на обекти често изобщо не откриват тези обекти. Когато се справят с откриването на тези частично закрити обекти, често след това да ги класифицират, използвайки грешни класове за обекта. Оклузията е условие, което много изследователи не отчитат, при разработване и обучение на техните модели за откриване на обекти, въпреки че то е често срещано и се наблюдава в реалния свят. Ако има има само един обект в изображението, той може да е напълно видим. С увеличаване на броя на обектите в изображението вероятността за прикриване се увеличава и се увеличават изчисленията. Оклузията води до отсъствие на очакваните характеристики и генериране на неочаквани. Оклузията също трябва да бъде да се вземе предвид на етапа на проверка на хипотезата. Като цяло, трудността в задачата за откриването,разпознаването и сегментирането нараства с броя на обектите в изображението.

Краткият обзор на горе описаният проблем в областа на компютърното зрение е ограничен до двумерни обекти и няколко най значими според автора работи на изследователи в областа работели в третата третина на миналият век.

Много от концепциите, разработени за решаване на проблема, се основават на по-ранната работа върху съпоставянето на сегменти, като част от цялостна процедура за разпознаване с използване на обобщената на трансформация на ***Хоф***. Дуда и Харт [11] използват версия на трансформацията на ***Хоф***, за определяне на части от границата на обекта използвайки крайни точки в изображението. В трансформацията на ***Хоф*** границата на изображението се определя чрез конструиране на параметризирана версия на границата и определяне кои параметри са най-съвместими с точките на изображението. Наборът от параметри, които описват границата, може да се разглежда като точка в многомерното пространство от параметри. За всяка точка от изоб-

ражението местоположението на всички параметрични точки, които съответстват на изображението (т.е. тези параметри на границите, които преминават през точката на изображението) се записват. Това се повтаря за всички точки от изображението. Пространството на параметрите се разделя на дискретни области и се построява хистограма, която отчита броя на местата, преминаващи през всяка област. Местоположението на върха в хистограмата дава регион чиято свързана точки от параметри се счита за съответстваща на границата, която в най-голяма степен съответства на изображението. Тази работа дава началото на много последващи изследвания и модификации. Една от основните теми на тази по-късни работи е да се ускори процедурата и да се намали броят на фалшивите върхове които могат да се появят в хистограмата, като се намали броят на регионите чрез използване на ограничения ***s*** (в оригиналната форма на трансформацията всяка точка от изображението се приема, че принадлежи на всеки възможен регион, който може да премине през нея).

Балард [7] разработва ограничена форма на обобщената трансформация която може да се използва за разпознаване на частично скрити обекти. В обобщената трансформация на ***Хоф***, шаблон на обекта се параметризира чрез неговото местоположение и ориентация и след това се използва подходът на ***Хоф*** за определяне на стойностите на тези параметри. Установено е, че обобщеното преобразуване на ***Хоф*** е ефективна форма за сравнение на шаблони. Балард ограничава обобщения подход на ***Хоф***, като хистограмира само онези параметри, които позволяват на шаблона да премине през точката на изображението със същия наклон. Тази работа представлява значително подобрение на по-ранните методи основани на трансформацията на ***Хоф***. Въпреки това неправилното определяне на положението и ориентацията на обекта все още се случва, когато степента на скриване е висока [6].

Perkins и колектив [12] разработват метод за разпознаване на скрити части който търси съвпадения за сегменти от прави линии и кръгови дъги, които той нарича "конусни криви". Съпоставянето се извършваше под наклон и по дължина на дъгата на границите. Съвпаденията се определят от шаблони на обекти по време на обучението. Този подход позволява обектите да бъдат открити когато са частично скрити, при условие че степента на закриване не е е висока. Високата степен на закритост затруднява съпоставянето на "конусните криви", тъй като "конусните криви"обикновено са големи сегменти от границата.

Болес и Кейн [10] са разработили подход за откриване на прикрити обекти , наречен "локален фокус на признаци". По време на обучението, група от лесно разпознаваеми признаци наречени „ локални признаци “ са идентифицирани върху даден обект. Списък със съседни характеристики които разграничават фокусния признак от други признаци, е съставен за всеки фокусен признак. По време на изпълнението на програмата се създава набор от съответствия между характеристиките на изображението и характеристиките на обекта в съседство с фокусната характеристика. Образува се граф с набор от съответствията като възли, а между съответствията - връзки. Използва се техника за сравняване на графове, която намира най-големия клъстер от взаимно съгласувани съответствия на характеристиките на обекта с характеристиките на изображението. След като се открие фокусна характеристика, може да се определят и ориентацията и местоположението на обекта. Както е отбелязано в [10], присъщата слабост на този подход е зависимостта му от откриването на локални съседства, за да бъдат полезни при разпознаването те трябва да не са прикрити. Работа [16] разширява този подход, като разчита на конфигурации от признаци, които са по-общи от локалните области на фокусните признаци, освен това избягваме необходимостта от проверка на последователностите.

Подходът, представен в [15], съпоставя екстремумите на кривината в границата на изображението с екстремумите в границите на шаблони на обекти. Подходът работи с глобална информация в следния смисъл. Глобалната ориентация на обекта първо се определя чрез хистограмиране на разликата в ориентацията на всеки екстремум в границата на изображението по отношение на подобни екстремуми в границите на шаблона. След това се определя глобална

транслация по оста x чрез хистограмиране на разликите в местоположението на екстремумите по ос x в изображението по отношение на подобни екстремуми в шаблона, и накрая се определя глобалното местоположение по ос y по същия начин както местоположението по x. Методът постига значителна скорост за сметка на точноста. Ако в изображението се появят сходни обекти или обекти, които имат сходни екстремуми в различни конфигурации, методиката не работи. Определяне на втората производна в границите на изображението за определяне на екстремумите също е източник на грешки.

Подходът, представен в [6], апроксимира границата на обекта с помощта на полигони. Линейна отсечка, взета от шаблон на обекта се съпоставя с линеен сегмент, генериран от апроксимация на границата на изображението. За да се намалят на такива съвпадения са избрани "предпочитани" сегменти, които се срещат с ниска честота в изображението. Тези предпочитани сегменти обикновено са с по-голяма дължина. Ако се появи съвпадение, се прави сравнение на разликата в позата на обекта и сегментите на изображението. След като се открие съвпадение между сегментите, съседните сегменти на обекта се сравняват със съседните сегменти на изображението за да се определи съответствието. Ако те са съвместими, се използва техниката на филтриране на Калман, за да се актуализира оценката за позата на обекта на базата на информацията, събрана от сравнението на съседните сегменти. Тази техника съчетава добра точност с добра скорост, обаче има два недостатъка: зависимостта от апроксимирането с полигони и използването на предпочитани сегменти. Ако границата на изображението е зашумена, полигонът, получен от нея, може да се различава значително от този, получен от шаблона на обектите. Ако предпочитаните сегменти са закрити, което е много вероятно, защото са избрани като най-дълги сегменти, броят на съвпаденията, които трябва да се извършат, нараства значително.

Turney и колектив [13] и [14] съвпаднал шаблон с фиксирана дължина на контурни сегменти с гранични сегменти на изображението със същата дължина в пространство, в което ъгълът на наклона на контура се параметризира от неговата дължината на дъгата. Шаблонните сегменти са претеглени според тяхната "обобщеност". Алгоритъмът е в състояние да разпознава обекти дори когато те са силно закрити, но изисква голямо количество изчисления.

В работата, представена в [9], е използвана двустепенна йерархична методика на стохастично етикетиране за съпоставяне на шаблони на обекти с границите на обекта в изображението. Те апроксимират шаблона и изображението с помощта на полигони. Свързани с всеки полигонов сегмент на изображението са два вектора на вероятност: един вектор, чиито елементи дават вероятноста, че сегментът може да бъде маркиран като някой от сегментите на шаблона, и втори вектор, чиито елементи представляват съвместимостта на съседите на сегмента на изображението със съседите на сегментите от шаблона. Двуетапен метод за оптимизация се използва за максимизиране на глобален критерий, който максимизира съвместимостта, като същевременно минимизира двусмислието. Алгоритъмът е изчислително интензивен.

В работите [10], [13] и [14)] акцентът е поставен върху контекста, в който се намира даден обект. Болес и Кейн избират локални характеристики, които са уникални за даден обект и неговата поза, за да се разграничат обекта от други обекти и други пози на същия обект. Turney et a1 използват разширени характеристики, т.е. гранични сегменти на обекта, за да осигурят уникална идентификация на обекта, който представлява интерес. В промишлените приложения обикновено се знае броят и точната формата на обектите, които трябва да се появят в дадена сцена, и е удобно да се използва тази информация за разграничаване на обектите.

В работа на Turney et all. [16] се използва метод на припокриващи се гранични сегменти и изисква всички сегменти на всеки изглед на всички обекти, които могат да се появят в сцената, да са известни предварително. Методът е особено подходящ за индустриална среда, където обектите и тяхната геометрия са предварително известни. Процедурата за обучение избира, конфигурационни двойки сегменти, които могат да бъдат уникални и да определят позицията и ориентацията (позата) на даден обект, като се имат предвид другите обекти, които могат да се

появят в изображението. Конфигурационната двойка е просто двойка сегменти и тяхната позиция един спрямо друг. Ясно е че сегмент, който се среща в голям брой от двойките конфигурации е по-вероятно да бъде полезен при разпознаването на този обект ако приемем, че частичното закриване се случва случайно. Приема се терминологията на работа [14] и наричат такива сегменти „мълчаливи" сегменти. Степента на забелязване на даден сегмент δ може да се определи количествено чрез преброяване на броя на двойките конфигурации, в които се появява сегмент δ. Множеството сегменти, които се появяват заедно с δ в конфигурация се нарича съмножество (coset) на δ; степента на значимост на „мълчаливите" сегменти δ е кардиналността на съмножеството на (δ). Важно е да се отбележи, че степента на сегмента на даден обект зависи от другите обекти в априорното множество от обекти, които могат да се появят в изображението.

Процедурата за разпознаване търси обект в изображение на частично закрити обекти, като първо се опитва да открие най-забележимия(най „мълчаливият") сегмент на този обект в изображението. Ако най-забележимият сегмент се открие търсят се двойки конфигурации, които го съдържат. Веднага щом се открие двойка конфигурации, се приема, че позата на обекта е напълно разпозната, тъй като процедурата за обучение подбира само тези които могат да идентифицират еднозначно обекта. Ако не може да бъде намерен най-значимият сегмент или ако не може да бъде намерена нито една от двойките конфигурации, съдържащи сегмента, процедурата за разпознаване продължава със следващия най-забележим сегмент.

Заключение

В заключение може да се каже, че разгледаните модели и методи стават гръбнака на класическото машинно обучение в областа на откриване и разпознаване на частично видими обекти в изображения. Разработени средно преди повече от 40 години те поставят фундамента върху който строим съвремените модели за решаване на проблема за разпознаване на частично видими обекти.

Литература:

1. Recognizing partially visible objects,Philip Servos , Elizabeth S. Olds, Peggy J. Planetta , G. Keith Humphrey, Vision Research 45 (2005) 1807–1814
2. Olds, E. S., & Engel, S. A. (1998). Linearity across spatial frequency in object recognition. Vision Research, 38, 2109–2118.
3. Biederman, I. (1987). Recognition-by-components: A theory of human image understanding. Psychological Review, 94, 115–147.
4. Ullman, S. (1989). Aligning pictorial descriptions: An approach toobject recognition. Cognition, 32, 193–254.
5. The recognition of partially visible natural objects in the presence and absence of their occluders Jeffrey S. Johnson, Bruno A. Olshausen, Vision Research 45 (2005) 3262–3276
6. N. Ayache, J. D. Boissonnat, B. Bollack, and B. Faverjon, "Automatic Handling of Overlapping Workpieces", I.C.P.R., Montreal, 1984.
7. D. H. Ballard, "Generalizing the Hough Transform to Detect Arbitrary Shapes," Pattern Recognition, vol. 13, no. 2, 1981, pp. 111-122.
8. H. Ballard, C. M. Brown, Computer Vision, Engtewood Cliffs, N.J: Prentice Hall, 1982, p. 237.
9. B. Bhanu and 0. D. Faugeras, "Shape Matching of TwoDimensional Objects," IEEE Pattern Analysis and Image Processing, vol. 6, March 1983, pp. 137-155.

10. R. C. Bolles, R. A. Cain "Recognizing and Locating Partially Visible Workpieces", Proceedings IEEE Conference on Pattern Recognition and Image Processing, June 1982, pp. 498-503
11. R. 0. Duda and P. E. Hart, "Use of the Hough Transform to Detect Lines and Curves in Pictures," CACM, vol. 15, Jan. 1972, pp. 11-15.
12. W. A. Perkins, "A Model-based Vision System for Industrial Parts," IEEE Transactions on Compufers, vol. C-27, Feb. 1978, pp. 126143.
13. J. L. Turney, T. N. Mudge and R. A. Vofz, "Experiments in Occluded Parts Recognition," Proceedings of the Society of Photo-optical Instrumentation Engineers Cambridge Symposium on Optical and Electro-optical Engineering, Cambridge, MA, Nov. 1983, pp. 714725.
14. J. L. Turney, T. N. Mudge and R. A. Volz, "Recognizing Partially Occluded Parts," IEEE Pattern Analysis and Image Processing, .
15. J. Segen, "Locating Randomly Oriented Objects from Partial View," Proceedings of the Society of Photo-optical instrumentation Engineers Cambridge Symposium on Optical and Electro-optical Engineering, Cambridge, MA, Nov. 1983, pp. 676684.
16. I. L. Turney, T. N. Mudge and R. A. Volz, Recognizing Partially Hidden Objects, The IEEE International Conference on Robotics and Automation. March, 1985. pp. 48-54.

THE POSSIBILITIES OF THE COVERT TRANSMISSION OF INFORMATION ABOUT THE NEEDS OF A MILITARY FORMATION

Veselka T. Stoyanova

Artillery, Air Defenseand CIS Faculty, "Vasil Levski"NMU, Shumen, Bulgaria, veselka_tr@abv.bg

***Abstract**: The abstract should briefly clarify the research and contribution of the paper. It should contain an introduction describing the research area, a clear and concise statement of the problem, a brief explanation of the proposed solution and its key ideas, and a brief description of the achieved results and their influence in the field of certain science.*

***Keywords**: steganography, military information, hiding information*

ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА СКРИТОТО ПРЕДАВАНЕ НА ИНФОРМАЦИЯ ЗА НУЖДИТЕ НА ВОЕННО ФОРМИРОВАНИЕ

Въведение

Една от най-нашумялите и бързо навлизащи услуги е Cloud computing, която осигурява достатъчно виртуално място за съхранение на данни, както на физически лица за лична употреба, така и на организации. Могат да се съхраняват данни като документи, видеоклипове, изображения и други, като така се осигурява едновременно удобен начин за достъп до данните и споделянето им през мрежата. Това представлява огромна възможност за скрито споделяне на информация и алтернатива, която би могла да бъде приложена и военните формиравания. Това разбирасе е възможност, която трябва да одговаря на множество критерии, но в случай на криза е алтернатива, която не трябва да бъде изключена. Облачно пространство осигурява възможност да споделят и данни скрити в прикриващи обекти, които не предизвикват подозрение. Тези обекти са достъпни от всяка една точка на глобалната мрежа и могат да се извлекат бързо, дори да са обект на стегоанализ.

1. Скриване на информацията

Настоящият доклад има за цел да разгледа с какви предизвикателства трябва да се справя всеки потребител, който има чувствителна информация и би искал да я изпрати до съответния получател, без тя да бъде засечена или извлечена от неоторизиран наблюдател за съответната комуникация. В доклада се разглеждат стеганографски алгоритми и открити каналите, по които се предава информацията скрита с тяхна помощ. Сравнени са статистическите характеристики на стегоизображения след прилагането на различни алгоритми.

1.1. Популярни мобилни приложения за предаване на информация.

Най-често използваните VoIP приложения (Voice over Internet Protocol) са визуализирани на фиг.1.

- Instagram позволява да се споделят снимки и видео клипове;
- Twitter е социална медийна платформа за публикуване на текст, снимки и видеоклипове, както и с възможност за да координират на различни събития;
- Facebook Messenger е безплатна онлайн социална мрежа за споделяне на снимки, текст, хипервръзки, видеоклипове;
- Телеграм е платформа, която позволява да се споделят мигновени съобщения, както и да се вмъква текст чрез говор. Реализацията на гласов чат е нова възможност от декември 2020, който може да се реализира в частни канали и публични групи, като е без ограничение на участниците;
- Viber е едно от най-популярните мобилни приложения, което свободно да се споделят текстови и гласови съобщения, изображения;
- WhatsApp позволява изпращането и получаването на снимки, видеа, документи и гласови съобщения;
- Skype индивидуални или групови HD видеоразговори, предаване на информмация;
- Hangouts Dialer;
- KakaoTalk;
- Vonage.

Всички тези приложения позволяват предаване на скрита информация, освен всички други функционалности, които притежават.

Figure 1. Приложимост на мобилните приложения за организациите[1]

Изследването, което е реализирано да се изпрати скрито кратко текстово съобщение и след извличането му, да се сравнят остовните статистически характеристики удостоверяващи единтичността на оригиналното и стего изображението.

Използвани са следните статистически характеристики като са реализирани в скрипт на Матлаб.

Изследваните характеристики са представени съответно чрез формули (1) и (2), като PSNR се базира на стойностите, получени за MSE [3], [4]:

$$MSE = \frac{1}{mn}\sum_{i=0}^{m-1}\sum_{j=0}^{n-1}[I(i,j) - K(i,j)]^2, \qquad (1)$$

където m и n са ширина и височина на изображението; I(i, j) и K(i, j) са съответни пиксели с координати (i, j) в оригиналното и стего-изображение.

$$\mathrm{PSNR} = 10.\log_{10}\left(\frac{\max^2}{\mathrm{MSE}}\right) = 10.\log_{10}\left(\frac{\max}{\sqrt{\mathrm{MSE}}}\right), \qquad (2)$$

където max = 255 за 8 битови изображения.

Степента на подобие на изображенията преди и след процеса на предаване на изображенията през каналите, измерена чрез средната квадратична грешка MSE и отношението на пиковия сигнал към шума PSNR, определя качеството на изображенията[2] .

1.2. Изследване на статистическите характеристики на сравняваните двойки изображения

За изследването се използва оригинално изображение, което е с размери 3024x4032. Методиката, която ще спазва за изследването е:

- Предаване на стего изображение чрез съответното мобилно приложение;
- Извличане на стего изображение, което е било предадено;
- Реализиране на сравнение на двете изображение с помощта на вградените функции в Matlab;
- Анализ на стойностите за статистическите характеристики.

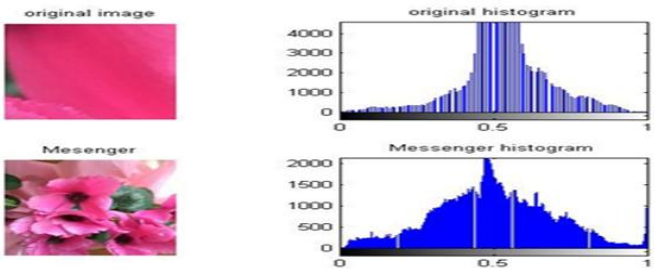
След първоначално реализиране на сравнение се установи, че в различните приложни среди размерът на изображението се трансформира. Така например WhatsApp коригира размерът на изображението до 1200 x 1600, Viber до 1024 x 1280, за Instagram до 3024 x 3780, за Messenger-360 x 480.

Така установените размери не позволява коректно изчисление на статистическите характеристики в случай, че оригиналното изображение не бъде коригирано до тази размерност. Поради тази причина оригиналното изображение се преоразмерява до размер подходящ за дадения канал.

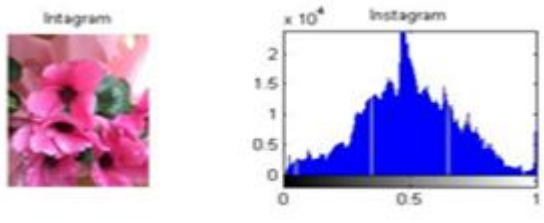
Таблица 1. Сравнение на статистическите характеристики при различните канали

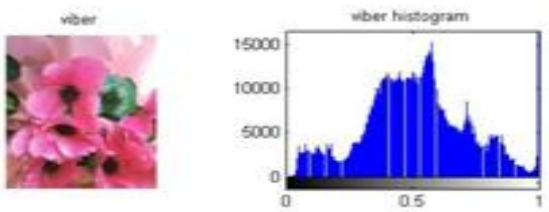
	MSE_{min}	MSE_{max}	MSE_{avr}	SNR	PSNR	Entropy
Viber	36.3148	58.9978	47.6563	4.2092	9.1834	7.8316
WhatsApp	34.2009	51.4985	42.8497	4.8471	9.6159	7.8000
Messenger	20.7087	61.2505	40.9796	7.4871	11.9589	7.8294
Instagram	8.6993	46.9152	27.8072	20.0595	24.1964	7.8245

На фигура 2. са представени оригиналното и обработеното изображения с техните хистограми получени в средата на Matlab 2012a.



а)





б) в)

Фиг. 2. Хистограми на оригинално и предавано изображения в различните комуникационни канали а)Messenger, б)Instagram и в)Viber

При визуален анализ на изображенията и на хистограмите не може да се забележат различията, които са незначителни и недоловими от несъвършения зрителен апарат на анализатора.

Заключение

Чрез настоящото изследване може да се забележат какви са промените в изображенията, когато биват предавани чрез WhatsApp, Viber, Instagram, Messenger. Чрез сравнение на статистическите характеристики на двойките изображения се установи, че Instagram запазва най-добри показатели на статистическите характеристики, а тези на Viber водят до най-големи промени. Използването на тези полулярни приложения сред обществото за нуждите на военните формирования все още не е прието и представлява потенциална заплаха. Препоръчително е преди да се вгради конфиденциалната информация, тя да бъде криптирана и по такъв начин да бъде подсилена защитата.

References

1. Armando O. Bartolome. (2016). *The benefits of mobile apps for business*. https://news.abs-cbn.com/business/10/01/16/the-benefits-of-mobile-apps-for-business;
2. Rao K. R., and P. C. Yip. „The Transform and Data Compression Handbook", 1st ed. CRC Press, 2001;
3. Stoyanova, V., Zh. Tasheva.(2015) Research of the characteristics of a steganography algorithm based on LSB method of embedding information in images, Publication: Trans MotAuto15. Available from: https://www.researchgate.net/publication/304579312_Trans_MotAuto15;
4. Yaojie, W.; Ke, N.; Xiaoyuan, Y. (2018) Information hiding scheme based on Generative Adversarial Networks. J. Comput. Appl., 38, 6;
5. Gary C Kessler and Chet Hosmer. (2011)An overview of steganography. Advances in Computers, 83(1):51–107.

CYBERSECURITY

DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS DRONES WITH ARTIFICAL INTELLIGENCE

Aleksandra K. Atanasova

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, atanasova_aleksandra@abv.bg

Abstract: *В доклада са разгледани някои от приложенията и характеристиките на автономните дронове във видовете области. И как с помощта на изкуственият интелект, те ще продължават да намират приложение във области, в които до-скоро не би могло.*

Key words: *autonomous drones, artificial intelligence, development, application of autonomous drones*

РАЗВИТИЕ НА АВТОНОМНИТЕ ДРОНОВЕ С ИЗКУСТВЕН ИНТЕЛЕКТ

Александра К. Атанасова

Въведение

Автономните дронове с изкуствен интелект (ИИ), представляват огромен напредък в сферата на безпилотните летателни апарати.

Дроновете, които се навигират дистанционно или от вътрешен компютър се наричат безпилотни летателни апарати. При тяхното създаване дистанционното управление е било ръчно. След комбинирането на дроновете с изкуствен интелект, те вече намират много различни приложения.

Самите дронове могат да извършват, да вземат решения, като действат самостоятелно без човешко управление.

Осъществява се, благодарение на оборудването с алгоритми и софтуери със специални сензори, които им позволяват да се навигират автономно по време на полета.

Точно тази автономност, подпомага достъпността от улесняване на работата им.

Апаратите не са нещо ново, вече са лесно достъпни за покупка от самостоятелни лица или фирми, като част от услугата е именно интелигентната мобилност.

Дроновете са вградени да разпознават и проследяват обекти, с помощта на изкуствен интелект дори да идентифицират предмета във въздуха, след което летателният апарат анализира данните на земната повърхност.

С помощта на изкуствения интелект и множеството технологични развития с алгоритми в него, обединяват умения за автономност и иновации, които се прилагат в различни области.

Интелигентните машини предоставят обстойно и актуално развитие, като тяхната роля в нашата общност продължава да расте.

В доклада ще се фокусира върху технологичните характеристики и приложения на автономните дронове с изкуствен интелект, като популяризирането им ще продължава да нараства и да се прилага в различни индустрии.

1. Технологии на автономните дронове с изкуствен интелект.

Видовете технологии за създаване на автономни дронове с изкуствен интелект биват:

- Сензори- тези сензори са, оборудвани са с различни видове инструменти за наблюдение и събиране на данни.
- Събраната информация от околната среда, с помощта на визуално наблюдение, които се използват за навигация, чрез глобално позиционни системи, помага за намиране на обекти и наблюдение на околността.
- Също камерите с инфрачервени сензори и радари, които заснемат обекти дали подвижни или не, обработват данни за регистрационния номер на колите.
- Заснемане на група хора , видеозаснемане за определени цели.
- Всичко това бива възможно без огромни разходи и минимална работна сила, благодарение на тази технология.
- Планиране- представляват компютърни системи, които са програмирани преди самата операция и предварително настроени инструкции от сензорите, които са отговорни за вземането на решенията в реално време. Така се получава контролиране на полета на дроновете.
- Моделиране- дронът, за да изпълни дадена задача в реално време, бива подложен на машинно обучение и невронни мрежи. Именно тази технология, им позволява да се приспособяват и да действат по различен начин в дадена ситуация. Алгоритмите за машинното обучение се класифицират с видове сценарии, преди учените да въведат невронната мрежа. Това го постигат след алгоритъма, с набор от специални снимки, които показват на невронната мрежа какви характеристики имат елементите и как могат да разпознават обекти.
- Комуникационни системи- Дроновете сами по себе си са оборудвани с комуникационни системи, които се използват за обмен на информация между други дронове. Като връзката може да бъде сателитна, безжична или друг вид метод за предаване на данни.
- Системи за енергийна ефективност- Дроновете използват вградени батерии за живот или други източници на захранване, които подобряват автономията на дроновете и техния общ живот.

2. Приложения на автономните дронове посредством изкуствен интелект.

Автономните дронове имат разнообразни приложения в различни сфери, които основните от тях са:

2.1.Военни приложения - приложенията във военната област представляват, технологични иновации в различни аспекти, от които могат да възникнат сериозни стратегически въпроси и възможните последици за гражданското население. Това довежда до необходимостта от отговорното използване на такива технологии.

Някои от начините, по които се прилагат такива операции биват от:

- Разузнавателен характер- дроновете се използват за разузнавателни мисии, като предоставят информация за вид терен или проследяване на обект. Също за събиране на разузнавателна информация за вражески позиции.
- Защитеност на собствените сили- дроновете могат да се използват за откриване на предварителна заплаха и моментно сигнализиране на опастност, преди атака от вражески войски.
- Логистичен характер- летателните апарати се използват с цел, доставки на горива, медицинска помощ на достъпни терени.

2.2. Граждански приложения - Независимо от контекста на военната или гражданска употреба на автономните дронове с ИИ, винаги ще има въпроси относно защитата и контрола на личната неприкосновеност, която в грешни ръце може да представлява заплаха.

- Селското стопанство- управляване на ресурсите в производството се осъществяват чрез дроновете, които помагат със следене на реколтите и помага на фермерите, като се наблюдават нездравословните растения, напоителната система и актуализират информацията за състоянието на земята в точен момент.
- Бедстващо положение- Спомагат на спасителните екипи да имат по-широк кръгозор при бедствия и пожари, благодарение на камери и сензори, които сигнализират за опасности на територии.
- Заснемане- Дроновете са подходящи за заснемане на изображения от въздух и места, труднодостъпни за друг по-голям вид летателен апарат.

3. Drone Volt

Сливането на изкуственият интелект и дроновете базирани на последователността от дрон, компютърно зрение и невронни мрежи, осигурява нови възможности в бъдещето на въздушните технологии за различни области.

Тези сфери обхващат откриването на обекти, преброяване на тълпа от хора, откриване на използването на предпазни средства (маски за лице, очила, каски), проследяване на хора и други.

На фиг.1. е представен дрон на високо ниво на автономност, който използва интелигентна камера, която позволява на приложения с изкуствен интелект да отговарят на въпроси в реално време на полет.

Целта и работната среда предлагат, базираните приложения с ИИ да се осъществяват онлайн (обработката на видео материала е в реално време) или офлайн (когато обработката е след полета).

Фигура 1. Интелигентна камера с интегрирана графична карта

Огромния капацитет на сървърите GPU , предоставят пространство за облачно базирани приложения.

Това решение е възможност на клиентите да ползват услугата, която обработва данните на своите клиенти от разстояния посредством сървърите (фигура 2.).

Фигура 2.Облачно базиране на данни

4. Aerialtronics

Тази технологична компания, проектира дронове с камери, разработваща системи с широко приложение. Осигуряването им от разнообразие на приложения от национален интерес, заснемане на снимков материал, новинарски репортажи и инспекции за безопасност, все повече намира интерес във всяка сфера на модерното общество.

На фигура 3. е показана действаща IP камера на автономен дрон, който има вградено приложение с изкуствен интелект. С негова помощ се следи човекът, който влиза в определена институция (здравна, държавна, търговска) дали носи маска за лице или не.

Използват се специални алгоритми и модели, предназначени да използват голям брой данни от изображения, като моделите от машинното обучение извличат характеристиките на изображенията и така самата система различава маските от лицата.

Фигура 3. Камера, разпознаваща наличие на маска за лице

5. Предимства и недостатъци на използването на автономни дронове с ИИ

5.1. Предимства:

- Изследване на места, без физическо присъствие;
- По-евтин избор от самолет или хеликоптер;
- Използване за навигация;

- За създаване на триизмерни карти;
- За създаване на прекрасни изображения;
- Спестяване на време и ресурси в различни операции;
- Бързина при доставки или спешни ситуации;

5.2. Недостатъци:

- Умения при пилотиране на дрон;
- Застрашеност на самолетите;
- Неточно управление при пилотиране, довеждащо до проблеми;
- Технологии, които не са достигнали зрялост;
- Сигурност при неправомерно използване
- Ограничения на батерийния живот;
- Ограничения при тежки товари, без възможност да изпълняват видове мисия;

Обобщено, дроновете с изкуствен интелект са с широк спектър от изпълнения, които изискват внимателно управление и съобразяване със законите на сигурността при тяхното използване.

Заключение

Автономните дронове с изкуствен интелект (ИИ) са едни от основните ключови технологии в модерното общество, които обещават значителни предимства във всички сфери.

Независимо предизвикателствата пред тях, те имат потенциал да подобрят стандарта и качеството на живот, като решават важни проблеми.

Тяхната универсалност да изпълняват различни задачи ги прави уникални.

С развитието им може да очакваме нови иновации в бъдеще, които ще продължават да растат, като се надяваме да е в полза на човечеството и околната среда.

Независимо в какъв аспект и какви операции ще изпълняват дроновете, те носят и отговорност, която не трябва да пренебрегваме. Заедно с всички положителни насоки на развитие идват и много отговорности от етичен характер. Трябва да се разработят етични стандарти, които да управляват и гарантират защитата и сигурността на обществото.

С тази технология и правилна стратегия, ще може да се създаде по-сигурен и по-устойчив свят.

Използвана литература

1. DRONEVOLT(2023)https://www.dronevolt.com/en/engineering-consulting/artificial-intelligence-applications-for-uav/.
2. HASHDORK(2020-2023)https://hashdork.com/bg/artificial-intelligence-in-drones/.
3. FOLIO3 SOFTWARE INC.(2023) https://www.folio3.ai/ai-drones/.

GOING THROUGH CYBER LANDSCAPE: THE EVOLUTION OF THREATS AND COUNTERMEASURES IN SOFTWARE SECURITY

Marius I. Mihailescu[1], Stefania L. Nita[2], Valentina Marascu[3], Marius G. Rogobete[4]

[1]*Scientific Research Center in Mathematics and Computer Science, Faculty of Engineering and Computer Science, SPIRU HARET University, Bucharest, Romania, m.mihailescu.mi@spiruharet.ro*
[2]*Department of Computers and Cybernetic Security, Military Technical Academy "Ferdinand I", Bucharest, Romania, stefania.nita@mta.ro*
[3]*Low Temperature Plasma Department, National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, 409 Atomistilor Street, Magurele, Romania, valentina.marascu@gmail.com*
[4]*Harman International, Telematics Department, Bucharest, Romania, marius.rogobete@yahoo.com*

***Abstract**: In an era defined by relentless digital innovation, the security of software systems stands as an imperative, evolving journey. This paper delves into the intricate web of software security, charting the dynamic evolution of threats and the corresponding countermeasures. Drawing from historical perspectives, real-world case studies, and lessons learned, it surfaces critical insights into what defines success or failure in the realm of cyber defense. From the fundamental importance of timely patching and robust authentication to the pivotal roles played by human factors and threat intelligence sharing, this exploration spans the breadth of contemporary software security. It underscores the value of a proactive, adaptive approach, one that integrates technological prowess with human vigilance. As the future beckons with quantum challenges and the integration of artificial intelligence, this paper concludes with a resounding call to navigate the ever-shifting cyber landscape with unwavering commitment, innovation, and the shared mission to secure the digital frontier.*

***Keywords**: software security, cyber landscape, countermeasures, APT, threat intelligence*

Introduction

The present digital world is a large and complex place where software beats to the rhythms of modern society and the economy. The backbone of our interconnected world is software (doesn't matter that we are talking about a desktop software app or a web software app), from the everyday apps that make our lives easier to the vital systems supporting our financial institutions and vital infrastructure. But just as this software-driven ecosystem has grown, so too have the cyberthreats that lurk inside.

Threats to software security have been evolving at a rapid and unstoppable pace. Since the early days of computer viruses, which aimed to compromise individual systems, state-sponsored actors, sophisticated and well-organized cybercriminal businesses, and a robust underground economy for illicit cyber activity have all emerged. These days, there is an unparalleled variety of vulnerabilities and exploits that our software systems must contend with, which has global implications (Billingsley, 2020).

Concurrently, a multifaceted array of countermeasures has emerged in response to these dangers, ranging from conventional antivirus software to sophisticated machine learning algorithms and threat

intelligence sharing. Software security procedures have developed along with this progression, embracing security-by-design concepts, proactive measures, and the understanding that security is an essential part of software development rather than just an afterthought.

Being aware of how software security threats and solutions are evolving is crucial in a world where digital systems are becoming more and more important. In addition to giving us understanding of the historical background that has influenced the state of cybersecurity today, it also gives us the tools we need to successfully negotiate the uncharted territory of newly developing threats and cutting-edge defense strategies. It also provides a framework for creating practical defenses against our software-driven society (Lee, 2013) .

This paper provided a quick overview of software security, following the evolution of threats from their early inception to their current state of complexity. Simultaneously, we investigate the development of countermeasures, illuminating the creative tactics utilized to protect against a constantly changing foe. We hope to provide practitioners, academics, and policymakers a thorough understanding of the software security landscape by means of case studies, developing threat analysis, and forward-looking suggestions. This will enable them to navigate the cyber terrain with more resilience and insight.

1. Literature Review

Over time, the literature on software security has changed dramatically to reflect the dynamic nature of threats and defenses in the digital sphere. This section highlights the historical evolution and fundamental ideas of software security while offering a succinct summary of the major themes and conclusions found in the corpus of literature currently in publication.

1.1. History for Software Security

The main goal of early software security initiatives was to shield individual computers from malware and viruses. An important turning point in the history of software security was the appearance of well-known computer viruses like the Morris Worm in 1988, which highlighted the need for stronger defenses. Firewalls and intrusion detection systems (IDS) were among the first countermeasures developed in response to the issues posed by the shift from isolated systems to networked environments. With an emphasis on locating and fixing software flaws to lessen potential exploits, the idea of "vulnerability management" gained popularity.

An essential part of network security, firewalls serve as a barrier between reputable internal networks and unreliable external networks, such the internet. In essence, they serve as gatekeepers, keeping an eye on and managing all incoming and outgoing network traffic in order to safeguard the data and resources within a network. The history of firewalls is extensive, having developed in tandem with the expansion of computer networks and the internet. This being said, it is worth mentioning the most important phases of the history behind firewalls, such as: early packet filtering (1980s), the first generation of firewalls (1990s), stateful inspection (mid-1990s), application layer firewalls and deep packet inspection (2000s), next-generation firewalls (late 2000s and early 2010s), cloud-based firewalls (present), response to modern threats (Adavnced Persistent Threats – APTs, zero day exploits and targeted attacks) (Denka, 2020).

1.2. Threat Environment

The changing motivations of threat actors, such as nation-states, hackers, cybercriminals, and hacktivists, have been chronicled in literature. Political and ideological goals are among the many motivations, in addition to espionage and monetary gain. With the introduction of the notion of Advanced Persistent Threats (APTs), state-sponsored cyberattacks became more sophisticated and

persistent. Famous instances like the Equifax hack and the Stuxnet worm highlight the seriousness of contemporary cyberthreats (Kimmons, 2022).

Advanced Persistent Threats (APTs) are highly experienced and well-funded threat actors that launch sophisticated and targeted cyberattacks with specific goals in mind, like data theft, espionage, or gaining persistent access to a victim's network or systems. APTs are distinguished by their stealth, tenacity, and employment of cutting-edge evasion strategies. Key features of APTs are as follows:

- **Specific and Durable**. APTs are meticulously planned, deliberate assaults that are directed towards particular companies, governmental entities, or persons rather than being opportunistic ones. APT attackers are tenacious; they frequently carry out protracted attacks that last for months or even years in an effort to establish a presence in the victim's surroundings.
- **Evasion and Stealth.** APT attackers employ cutting-edge strategies to hide from view and avoid discovery. To hide their operations, they often use encryption, specialized malware, and zero-day vulnerabilities. To avoid drawing attention to themselves, attackers may move laterally throughout a network while utilizing valid credentials.
- **Data theft and espionage**. Although organized cybercriminal gangs and corporate espionage organisations are also capable of conducting APTs, nation-state actors are frequently linked to them. Usually, data exfiltration is the main goal, whether the target is financial, intellectual property, personal, or sensitive government data.
- **Fourth, spear phishing.** Spear phishing is a popular way for Advanced Persistent Threats (APTs) to get started, in which attackers send convincing emails that are highly customized to specific members of the target organization. Malicious attachments or links in these emails have the potential to install malware when they are clicked.
- **Handmade Malware.** Attackers using APT often create malware specifically designed to fit the environment of their victim. It is less probable that conventional antivirus software will find this infection. Keyloggers, remote access Trojans (RATs), and other data exfiltration tools are examples of malware.
- **Infrastructure for Command and Control (C2)**. To keep control over infiltrated systems and obtain stolen data, APT attackers set up C2 servers or domains. Since these C2 channels frequently imitate real traffic, it might be challenging to distinguish them.
- **Protection and Reduction**. A multi-layered strategy that includes strong perimeter security, intrusion detection and prevention technologies, and ongoing monitoring is needed to defend against APTs. Training in user awareness and education is essential to reducing spear phishing assaults. When APTs are found, incident response strategies ought to be in place for them to be found, contained, and eliminated.
- **Persistent Danger**. APTs are always changing and adjusting to new security protocols. Organizations need to be on the lookout for new threats and modify their security plans accordingly. Organizations must comprehend the traits and strategies of Advanced Persistent Threats (APTs) in order to strengthen their cybersecurity defenses and safeguard confidential information and intellectual property against these tenacious and cunning attackers.

1.3. Defense Plans and Countermeasures

The cornerstone countermeasures in software security have historically been access control methods, intrusion detection/prevention systems, and antivirus software. The advent of Security Information and Event Management (SIEM) systems has made threat detection and real-time monitoring possible. Software development now includes secure coding techniques, security-by-design concepts, and the usage of encryption technology as essential components. Programs for education and training in security awareness have come to be recognized as crucial elements of organizational security (Kerfoot, 2021).

1.4. Fourth, Regulatory Structures and Adherence

The impact of laws and compliance requirements, including the General Data Protection Regulation (GDPR) and the Payment Card Industry Data Security Standard (PCI DSS), on software security practices has been studied in the literature. Compliance-driven strategies have come under fire for occasionally putting checkbox compliance ahead of practical security.

A comprehensive cybersecurity system called Security Information and Event Management (SIEM) gives businesses a consolidated platform for gathering, evaluating, and comparing security data in real-time from several sources. SIEM systems are made to assist businesses in identifying and handling security events, keeping an eye on policy compliance, and gaining insightful knowledge about their cybersecurity posture. Key elements of SIEM are as follows (Brooks, 2014):

- **Gathering Data**. SIEM systems gather information on security from various sources in an enterprise's IT architecture. Network devices, servers, endpoints, apps, and security appliances are some examples of these sources. Logs, events, warnings, and other security-related data are examples of data sources.
- **Correlation of Events**. Correlating and analyzing data gathered from diverse sources in order to spot trends, abnormalities, and possible security risks is one of SIEM's main tasks. Advanced correlation algorithms facilitate the detection of complicated attack scenarios by SIEM systems, which may comprise several events originating from disparate sources.
- **Monitoring in real time**. With the real-time monitoring capabilities that SIEM systems offer, security teams can react swiftly to security problems as they happen. When suspicious or unusual activity is found, alerts and notifications are sent out.
- **Identifying Threats**. In order to identify known security risks like malware infections, illegal access attempts, and data breaches, SIEM systems employ predetermined rules and logic. Behavioral analysis and machine learning can be used to identify new or emerging dangers.
- **Handling Logs**. SIEM solutions come with log management features that make it possible to store, keep, and analyze log data for forensic and compliance investigations. Logs are frequently standardized to make reporting and analysis easier.
- **Reaction to Incident**. By giving real-time visibility into security occurrences and their possible effects, SIEM systems support incident response. Automated incident response functions, such blocking malicious traffic or isolating compromised systems, can be set up to mitigate threats.
- **Monitoring Compliance**. SIEM tools monitor and report on security incidents and policy violations, which assists enterprises in meeting regulatory compliance obligations. Requirements for common compliance frameworks like GDPR, HIPAA, and PCI DSS are generally strong SIEM deployments.
- **Dashboards and Reporting**. For the purpose of giving security teams, executives, and auditors a better understanding of the organization's security posture, SIEM platforms provide customisable reporting and dashboard tools. These reports support both decision-making and compliance verification.
- **Consolidation and Adaptability**. To improve overall security operations, SIEM solutions can interact with other security tools and technologies like firewalls, endpoint protection platforms, and intrusion detection systems (IDS). Numerous SIEM systems provide deployment flexibility, giving businesses the option to select on-premises, cloud-based, or hybrid solutions.
- **Performance and Scalability**. Scalability is crucial since businesses produce enormous volumes of security data. SIEM systems must effectively manage large amounts of data. . SIEM systems can process and analyze data without delaying incident response thanks to performance improvements.

By putting in place a SIEM solution, a company may fortify its overall cybersecurity posture, increase compliance, and improve its capacity to identify and address security risks. On the other hand, meticulous preparation, ongoing fine-tuning, and a knowledgeable security staff to decipher and act upon the system's insights are necessary for a successful SIEM deployment.

1.5. Obstacles

Persistent issues have been discovered by research, such as the challenge of striking a balance between security and usability, the vulnerability of the human factor, and the quick speed at which technology is changing, which can outstrip security solutions. To counteract global cyber threats, increased exchange of threat intelligence and international collaboration are essential.

A multifaceted, cooperative strategy combining governments, corporations, cybersecurity specialists, and individuals is needed to counter global cyber threats. The following are some essential tactics and answers to combat international cyberthreats: global collaboration and accords, robust cybersecurity guidelines and plicies, third/public-private alliances, education and awareness of cybersecurity, strengthened exchange of threat intelligence, enhanced access control and authentication, mitigating vulnerabilities and patch management, systems for detecting and preventing intrusions (IDS/IPS), security of endpoints, secure coding practices, cybersecurity and incident response drills, encryption and data protection, constant monitoring and threat hunting, cybersecurity collaboration centers, robust cyber insurance policies, research and development, and international cybersecurity exercises (Hackercool Magazine, 2013).

1.6. New Developments

Emerging themes in software security have been examined in recent literature, including supply chain threats, Internet of Things (IoT) vulnerabilities, and the application of AI and machine learning to both attacks and defenses. As a proactive approach to software security, DevSecOps—a practice that incorporates security into the software development lifecycle—has gained popularity.

Our investigation of the development of threats and defenses in software security is based on this assessment of the literature, which offers background information, current issues, and industry trends. We further explore particular topics, such as case studies, new threats, and future prospects, in order to add to the current conversation on software security in the parts that follow.

2. Methodology

The methodology section of this work cleares the approach employed to conduct the research and the analytical methods employed to examine the progression of threats and countermeasures in the realm of software security. The methodology part provides a comprehensive account of the research design and procedures employed in the study. It outlines the systematic approach taken to collect, analyze, and interpret the data, ensuring the reliability and validity of the findings. This section serves to guide readers in understanding the research process and replicating the study if desired.

The present *study employs a rigorous methodology to investigate the research question at hand*. This section provides a comprehensive overview of the research methodology, data gathering procedures, data sources, and analytical methodologies utilized to examine the progression of vulnerabilities and corresponding preventive measures in the realm of software security.

In order to thoroughly evaluate the historical progression of software security threats and corresponding solutions, we will discuss a comprehensive approach to data collection.

The literature review encompassed a comprehensive examination of scholarly literature, industry reports, and historical documents, which served as the basis for acquiring a thorough comprehension of the historical backdrop of software security. The study encompassed a collection of publications

spanning multiple decades, with the aim of observing the progression of software security principles, incidents, and responses (Coloroda Statewide Internet Portal Authority, 2023).

The *data collection process* involved consulting archival sources such as historical records of cybersecurity incident reports, press releases, and government publications. These sources were utilized to acquire relevant information pertaining to notable security breaches, cyberattacks, and the subsequent consequences they had.

Interviews and expert consultations consists in tructured interviews and consultations were performed with industry experts and cybersecurity professionals who have been instrumental in the advancement and execution of software security practices and countermeasures throughout their careers. The insights offered by the individuals in question have proven to be of great use, as they have contributed important contextual information and direct testimonies of historical events and corresponding reactions.

The *analysis focused on examining data repositories* that encompass open-source datasets and repositories housing historical malware samples, vulnerability information, and attack patterns. This investigation aimed to acquire a comprehensive understanding of the technical dimensions of threats and corresponding countermeasures.

The *data that are gathered underwent a meticulous analysis procedure* in order to derive significant insights into the progression of threats and corresponding steps taken to mitigate them.

A *chronology was constructed to depict noteworthy occurrences in the realm of software security* incidents, activities undertaken by threat actors, and the implementation of pivotal solutions. The timeline functioned as a visual depiction of the historical progression.

The application of qualitative thematic analysis methodologies was utilized to classify and ascertain reoccurring themes, patterns, and trends within the historical data. The aforementioned analysis facilitated the identification of changes in threat strategies and the subsequent development of countermeasures (Smith, 2019).

The *selection process* involved the careful identification of prior software security occurrences that would serve as comprehensive case studies. The utilization of case studies facilitated a comprehensive analysis of particular occurrences, encompassing an evaluation of the strategies employed by malicious actors as well as the effectiveness of defensive measures.

The *study involved conducting quantitative research* on certain datasets, including vulnerability statistics and malware trends. This analysis aimed to identify statistical patterns and correlations, which in turn provided empirical insights into the evolution of software security.

Related to *ethical considerations*, the present study was conducted in accordance with established ethical principles and privacy rules. The entirety of the gathered data, specifically the data pertaining to security events, underwent a process of anonymization and removal of personally identifiable information. This precautionary measure was implemented in order to safeguard the privacy of both individuals and organizations associated with the data.

Through the utilization of this comprehensive methodology, our objective was to present a comprehensive perspective on the historical progression of software security threats and countermeasures. This was achieved by integrating qualitative and quantitative techniques, so facilitating a deeper understanding of the intricate nature of the cyber domain during the course of time (Colorado, 2018). The utilization of this methodology enabled us to systematically examine the trajectory of software security from its inception to its current condition, while also discerning pivotal junctures, obstacles, and valuable insights acquired during its evolution.

3. Short Incursion into Evolution of the Threats

The progression of software security risks has exhibited a multifaceted and ever-changing path, marked by discrete stages and significant advancements. These phases serve to emphasize the evolving

strategies, underlying incentives, and consequential ramifications of cyber threats during the course of time.

The period from the 1980s through the 1990s witnessed the emergence of early threats. During the nascent stages of computers, the prevailing dangers were quite rudimentary, mostly encompassing viruses and worms that specifically aimed at compromising particular computer systems. One notable example among these instances is the Morris Worm of 1988, which effectively alerted the necessity for enhanced software security measures (Internet abuses and privacy rights, 2017).

The proliferation of malware throughout the period spanning from the 1990s to the 2000s was closely correlated with the expansion of networks, resulting in an increased range of potential risks. The decade of the 1990s seen a notable increase in the prevalence of malicious software, encompassing many forms such as viruses, Trojans, and assaults based on macros. Prominent instances are the Melissa virus and the ILOVEYOU worm (Hemby, 2015).

- **Emergence of Cybercrime (2000s-Present)**. The onset of the 2000s witnessed a notable transformation as cybercrime evolved into a lucrative sector. The utilization of malware by criminals has emerged as a means to achieve financial benefits, with a particular focus on online banking, e-commerce, and payment systems. The proliferation of botnets for the purpose of conducting extensive attacks and engaging in data theft has become increasingly widespread.
- **In the 2000s** and continuing into the present, there has been a notable rise in state-sponsored cyberattacks and the emergence of Advanced Persistent Threats (APTs). These attacks have garnered attention due to their high level of sophistication and persistent nature. Prominent instances encompass Stuxnet, which is ascribed to individuals affiliated with nation-states, as well as Advanced Persistent Threat (APT) collectives that direct their efforts at government entities and vital infrastructure.
- **During the 2010s**, there was a notable increase in the occurrence of meticulously planned and focused attacks directed on both organizations and people. The prevalence of ransomware assaults has increased, as perpetrators employ encryption techniques to restrict access to data and subsequently demand ransom payments in exchange for decryption keys. Prominent occurrences encompass the WannaCry and NotPetya outbreaks.
- **The phenomenon of supply chain attacks and vulnerabilities in Internet of Things (IoT) systems** has been a prominent concern from the 2010s to the present age. The attention of attackers has been redirected towards exploiting weaknesses in supply chains, namely targeting software upgrades and distribution routes. The proliferation of Internet of Things (IoT) devices has introduced a novel vulnerability, as seen by the emergence of botnets such as Mirai that exploit inadequately protected IoT devices to carry out extensive cyber attacks.
- **Emerging AI-Driven Threats**. The use of artificial intelligence (AI) and machine learning is progressively being employed by both malicious actors and security practitioners. AI-driven assaults possess the capability to automate many processes, effectively elude detection mechanisms, and significantly magnify the scale and impact of cyber threats.
- **Emerging Threats Posed by Quantum Computing**. The emergence of quantum computing poses a significant risk of rendering existing encryption techniques ineffective. Ongoing research is being conducted in the field of post-quantum cryptography with the aim of developing encryption algorithms that are resistant to quantum attacks.

The progression of software security threats mirrors the dynamic nature of technology and the realm of criminality. Threat actors demonstrate the ability to adjust to emerging technologies, motivations, and opportunities, hence demanding a continuous state of alertness and ingenuity in the realm of cybersecurity practices and countermeasures. Comprehending this evolutionary process is vital for both firms and individuals in order to proficiently safeguard themselves from contemporary cyber threats.

4. Short Incursion into Evolution of Countermeasures

The development of countermeasures in software security has been a responsive and flexible reaction to the changing environment of cyber threats. The remedies have seen a gradual progression in terms of intricacy and efficacy over the course of time in order to address and minimize a diverse array of security vulnerabilities.

During the initial stages of software security, the primary emphasis was placed on countermeasures such as antivirus software, which were specifically developed to identify and eliminate established viruses and malicious software from particular computer systems. Additionally, network-level protection was implemented through the introduction of uncomplicated firewall solutions, which effectively prevent unauthorized access to systems (Orson, 2022).

With the increasing complexity of networks, firewalls have undergone advancements to include stateful inspection, enabling them to monitor the status of active connections and make judgments based on contextual information. In order to monitor network traffic and identify potentially suspicious patterns or behaviors, the field of network security has seen the development of Intrusion Detection Systems (IDS) and Intrusion Prevention Systems (IPS).

The paradigm of security procedures underwent a transformation, transitioning from a simple dependence on perimeter defense to a comprehensive approach encompassing secure coding, vulnerability assessments, and patch management. The adoption of safe coding methods and the implementation of secure development lifecycles (SDLC) have become increasingly prominent, as enterprises have recognized the importance of integrating security measures into the software development process.

The emergence of Next-Generation Firewalls (NGFWs) has resulted in the merging of conventional firewall functionalities with advanced attributes, including application-layer filtering, integration of threat intelligence, and behavioral analysis. Security Information and Event Management (SIEM) solutions offer the benefits of centralized log management and real-time threat detection.

The integration of machine learning and artificial intelligence (AI) technologies has witnessed a growing trend in their application inside security solutions, resulting in notable improvements in threat identification, anomaly detection, and predictive analytic capabilities. The integration of behavioral analysis and anomaly detection has emerged as pivotal elements inside security systems, facilitating the discovery and identification of previously unidentified threats (Stein, 2009).

The significance of Endpoint Protection Platforms (EPPs) and Endpoint Detection and Response (EDR) solutions has increased in the realm of safeguarding individual devices, identifying potential risks, and effectively addressing incidents at the endpoint level. These systems offer the ability to monitor and analyze endpoint behaviors, enabling prompt action to be taken against emerging security risks.

The migration of data and services to the cloud has necessitated the adoption of cloud security solutions and procedures. The aforementioned technologies encompass cloud-based firewalls, identity and access management (IAM), and encryption. The exchange of threat intelligence and cooperation among various entities, including organizations, industries, and government bodies, has assumed paramount importance in order to efficiently detect and address new risks.

Ongoing research endeavors are being conducted with the aim of developing encryption algorithms that are resistant to quantum attacks, thereby safeguarding data from potential threats posed by quantum computing in the future.

The development of countermeasures in software security exemplifies the necessity for a comprehensive and adaptable strategy in the field of cybersecurity. In the contemporary linked and continuously expanding digital landscape, it is imperative for organizations to consistently enhance their security procedures, technologies, and policies in order to safeguard against a wide range of cyber attacks.

5. Case Studies and Scenarios

The case studies part functions as a comprehensive examination of actual occurrences that exemplify the pragmatic implementation of software security principles and countermeasures. In this area, we explore certain occurrences, breaches, or security measures, analyzing them in order to reveal valuable observations, knowledge gained, and the effectiveness of different approaches. The presented case studies serve as a concrete means of connecting theoretical concepts with real-world applications, enabling us to situate the larger development of software security inside the complex fabric of specific occurrences. These narratives provide us with a more profound comprehension of the obstacles, achievements, and persistent intricacies that influence the software security domain.

5.1. Software security incidents and the corresponding countermeasures

This academic exploration will delve into comprehensive case studies of two prominent software security issues, along with the related countermeasures employed.

5.1.1. Case Study #1 – STUXNET – A Cyber Weapon Considered as Unrivalled for its Time and Complexity

Incident overview. The Stuxnet cyberattack, which was first identified in 2010, represented a significant turning point in the realm of cyber warfare. The aforementioned malware was a sophisticated form of malicious software, supported by the government, with the purpose of especially targeting supervisory control and data acquisition (SCADA) systems. These systems were mostly utilized in Iran's nuclear plants. The Stuxnet cyberattack showcased an unprecedented degree of complexity that had not been observed in prior instances of intrusions.

Details of the attack. The Stuxnet malware effectively utilized numerous zero-day vulnerabilities, hence presenting significant challenges in terms of detection and mitigation. The propagation of the malware occurred through the utilization of USB drives and network shares, hence leading to the infection of computer systems across various geographical locations. However, it is worth noting that the primary focus of the malware's targeting was centered in Iran.

Targeted Manipulation. The malware was specifically engineered to influence industrial controllers with the intention of inducing physical harm to centrifuges employed in the process of uranium enrichment, therefore effectively undermining Iran's nuclear program.

Countermeasures and Responses: An Analysis of Strategies to Address Threats and Challenges. Patch management is an essential defensive mechanism that might have been implemented to effectively address the Stuxnet threat. This would involve the frequent application of security fixes to all systems, thereby mitigating the potential risks associated with zero-day vulnerabilities. The implementation of appropriate network segmentation measures could have effectively mitigated the propagation of Stuxnet among the businesses that were impacted. The implementation of air gap security, which involves the physical isolation of key equipment from untrusted networks, might have effectively mitigated the infiltration of malware into these networks.The timely detection of Stuxnet could have been facilitated with the implementation of effective intrusion detection and monitoring systems, so enabling a more prompt reaction.

5.1.2. Case Study #2. EQUIFAX Data Breach. Critical Data Breach of a Vitaj Magnitude

Overview of the incident. In the year 2017, Equifax, a prominent credit reporting agency in the United States, experienced a substantial breach of data, resulting in the unauthorized disclosure of personal and financial information pertaining to around 147 million individuals. The aforementioned breach had extensive ramifications and underscored the crucial significance of safeguarding confidential information.

Details of the attack. The breach occurred as a consequence of the exploitation of a recognized vulnerability inside the Apache Struts web application framework. The occurrence of prolonged exposure can be attributed to Equifax's failure to rapidly address the vulnerability, thereby making its systems susceptible to unauthorized access by attackers for a longer duration.

The act of data exfiltration was accomplished by the attackers, who managed to successfully obtain and remove sensitive personal and financial information. This included Social Security numbers and credit card details.

Countermeasures and response: A Detailed Analysis. The timely application of patches to address known vulnerabilities is of utmost importance in the field of patch management. It is imperative that Equifax expeditiously address the Apache Struts vulnerability by swiftly applying the necessary patches subsequent to its identification.

Regular vulnerability scanning involves the implementation of routine vulnerability assessments and scans, which serve the purpose of identifying holes before they can be exploited. The process of encrypting sensitive data can provide an extra level of security, even in the event of a security compromise. The implementation of Multi-Factor Authentication (MFA) might have effectively mitigated the risk of unauthorized access to Equifax's systems, even in cases where credentials had been compromised.

The establishment of a clearly defined incident response plan is of utmost importance. Equifax encountered censure due to its delayed responsiveness and insufficient communication with the parties affected by the incident.

The aforementioned case studies highlight the importance of implementing proactive security measures, promptly applying software updates, and developing efficient incident response plans to minimize the consequences of software security issues. Additionally, they underscore the imperative nature of ongoing surveillance and the adjustment of security policies in order to effectively counter emerging threats.

5.2. Examination of the various aspects that impact the success and unsuccess defense against cyber threats

5.2.1. Case Study #1. Company X and its Robust Security

Background. Company X is a prominent financial organization that maintains a strong and comprehensive cybersecurity framework. In the present scenario, we undertake an analysis of Company X's effective defense strategy against a cyber threat, more especially a targeted phishing assault.

Factors that are contributing to acieve a successfull defense. Security awareness training has been introduced by Company X on a regular basis for its personnel. The analysis reveals that employees had training to enhance their ability to identify and respond to phishing attempts, so enabling them to report any suspicious emails seen. The increased level of consciousness significantly contributed to the prevention of the attack. Multi-Factor Authentication (MFA) has been introduced by Company X as a means of accessing sensitive systems and accounts.

Analysis. In the event that an unauthorized individual were to get login credentials via phishing techniques, it is important to note that their ability to gain access to vital systems would be impeded without the presence of a second factor of authentication.

E-mail filtering and scanning. ompany X implemented effective email filtering and scanning protocols. The aforementioned measures effectively detected and isolated the phishing email, thereby impeding its delivery to the recipients' email accounts.

Incident Response strategy. Company X possessed a clearly delineated incident response strategy.

Analysis. Upon receiving the report of the phishing attempt, the incident response team promptly undertook efforts to mitigate the threat, including containment, forensic analysis, and the implementation of supplementary security measures aimed at preempting subsequent attempts. Continuous monitoring is a practice implemented by Company X, wherein network traffic and endpoint behaviors are consistently observed and analyzed. The prompt detection of atypical activity linked to the phishing assault facilitated a prompt and efficient reaction.

Adaptive Security Practices. Factor: Company X consistently engaged in the evaluation and adjustment of its security practices in order to effectively address evolving threats. The organization's capacity to effectively adjust and execute novel security protocols in light of dynamic threats ensured its resilience against advanced forms of cyberattacks, such as phishing.

Result. Company X effectively thwarted the phishing attempt, hence averting any instances of data breaches or unauthorized entry. The occurrence provided evidence of the efficacy of their proactive security protocols, which encompassed employee education, multi-factor authentication, and ongoing surveillance.

5.2.2. Case Study #2. Ineffective Cyber Threat Defense

This case study examines a real-world scenario involving an unsuccessful defense against a cyber threat. By analyzing the factors contributing to the failure, this study aims to identify key lessons and recommendations for improving cyber defense strategies. The increasing prevalence of cyber threats poses significant challenges to organizations across all sectors

Background: Organization Y is a healthcare provider of moderate size. In this particular instance, we undertake an analysis of the shortcomings exhibited by Organization Y in its efforts to mitigate a ransomware assault.

Factors contributing to an ineffective defense. Organization Y has a documented record of implementing patches and upgrades in a delayed manner. The analysis reveals that the ransomware assault capitalized on a well-documented weakness present in the organization's antiquated software, thereby emphasizing the utmost significance of promptly implementing software updates to address such vulnerabilities. One contributing factor to the issue at hand is the absence of employee training inside Organization Y, namely in the area of security awareness.

Analysis. It can be observed that the employees lacked sufficient preparation in identifying phishing emails or suspicious actions, rendering them vulnerable to the initial assault vector.

Weak Authentication Controls. Organization Y implemented inadequate password policies that lacked the use of multi-factor authentication. The present analysis reveals that the perpetrators were able to effortlessly infiltrate vital systems by exploiting compromised credentials, hence facilitating the propagation of the ransomware virus.

Insufficient Backup and Recovery Planning. Organization Y shown a deficiency in the implementation of comprehensive backup and recovery strategies.

Analysis. In the absence of efficient backup systems, the company was left with little alternative but to contemplate the payment of the ransom in order to restore their data, so intensifying the severity of the disaster.

Limited Incident Response Preparedness. Organization Y exhibited a deficiency in possessing a well delineated incident response plan. The absence of adequate planning led to a delayed response to the ransomware assault, hence facilitating its wider propagation across the network. Insufficient network segmentation is a significant factor in this case, as the firm had failed to adopt proper network segregation measures.The rapid spread of the ransomware throughout the network, resulting in widespread impact on many systems, might be attributed to the absence of proper segmentation.

The *outcome* of the incident was that Organization Y had a substantial data breach, resulting in financial losses due to the ransomware assault. The occurrence brought attention to the ramifications of insufficient cybersecurity protocols, such as the postponement of software updates, ineffective methods

of verifying user identities, and a deficiency in educating employees and preparing for potential security breaches.

5.3. Lessons Learned

The aforementioned case studies serve as examples that demonstrate how the integration of proactive security measures, prompt reactions, and adaptable procedures may effectively safeguard against cyber attacks. Conversely, the omission of crucial security components can render systems vulnerable and defense efforts ineffective.

Organizations have the opportunity to gain useful insights from both successful and unsuccessful defense situations, which can be utilized to strengthen their cybersecurity posture.

For Section 5.1.1 and 5.1.2, the lessons learned are summarized as follows.

Key insights gained from prominent instances of software security breaches and mitigation strategies:

- The prompt emphasizes the importance of promptly applying software patches and effectively managing vulnerabilities in order to mitigate the risk of known vulnerabilities being exploited.
- It is recommended to allocate resources towards continuous security awareness training for staff, with a specific focus on enhancing their ability to identify and effectively address potential dangers, particularly those associated with phishing attempts.
- The implementation of robust authentication systems, such as multi-factor authentication (MFA), is crucial in safeguarding against illegal access.
- The implementation of sophisticated email filtering and scanning methods is recommended in order to effectively mitigate the risk of harmful emails infiltrating users' inboxes.
- The implementation of incident response planning is crucial in promptly identifying, containing, and recovering from security issues. It is imperative to develop and routinely test well-defined incident response plans to ensure effective incident management.
- The use of continuous monitoring is recommended to effectively detect and respond to anomalies and threats in real-time, specifically in network traffic and endpoint activity.
- In order to effectively address new attack vectors, it is imperative to remain well-informed about developing threats and modify security measures accordingly.
- The implementation of comprehensive backup and recovery strategies is crucial in order to effectively address the potential risks associated with ransomware attacks or data breaches, hence minimizing the likelihood of data loss.
- The implementation of network segmentation is recommended as a strategy to restrict the horizontal propagation of malware and unauthorized individuals within the network.

These lessons highlight the significance of adopting a proactive and all-encompassing cybersecurity strategy that incorporates technology, protocols, and personnel education in order to effectively safeguard against a diverse array of cyber threats.

For Sections 5.2.1 and 5.2.2, the lessons learned are summarized as follows.

- *The Effective Mitigation of a Cybersecurity Incident by Company X (see Section 5.2.1).* The detection of threats is significantly influenced by security awareness training and staff that remain watchful. The use of multi-factor authentication serves as a crucial additional safeguard, particularly in situations where login credentials have been compromised. The implementation of robust email filtering and scanning procedures has the potential to effectively mitigate the risk of phishing emails infiltrating an organization's email system and reaching its employees.

The implementation of a well defined incident response plan facilitates expeditious containment and subsequent restoration. Continuous monitoring plays a crucial role in the identification and prompt response to atypical activity. The ability to adjust and respond to emerging challenges is crucial for maintaining long-term resilience.

- *The ineffectual response to a cyber threat by Organization Y (see Section 5.2.2)*. The implementation of prompt patching and effective vulnerability management is of utmost importance in order to mitigate the risk of known vulnerabilities being exploited. The implementation of security awareness training is crucial in equipping staff with the knowledge and skills necessary to identify and effectively address potential risks. Robust authentication measures, such as the use of multi-factor authentication, effectively reduce the risk of unwanted access.

The implementation of comprehensive backup and recovery strategies is crucial in order to avoid the need for ransomware payments. The implementation of a comprehensive incident response plan is of utmost importance in order to facilitate a prompt and efficient reaction. The implementation of network segmentation has the potential to mitigate the consequences of malware outbreaks and attacks.

The lessons underscore the significance of adopting a comprehensive and proactive strategy towards cybersecurity.

This strategy encompasses several elements such as educating employees, ensuring timely updates and patches, implementing robust authentication measures, developing thorough incident response plans, and employing adaptive security methods to effectively mitigate emerging threats.

6. Future Directions and Recommendations

It is anticipated that there will be substantial transformations in the field of software security in the forthcoming years. The primary instructions encompass:

- The imperative to allocate resources towards the investigation and advancement of encryption techniques that can withstand the potential threats posed by quantum computing is increasingly recognized. The utilization of these technologies will play a pivotal role in safeguarding data against potential quantum attacks in the future.
- The ongoing development of artificial intelligence (AI) and machine learning in the field of cybersecurity is expected to progress further. These technologies are expected to have a significant impact on the detection of threats, identification of anomalies, and analysis for prediction purposes.
- The prevalence of Zero Trust Architecture is increasing as organizations increasingly embrace the Zero Trust security paradigm. The underlying assumption of this model posits that, irrespective of their geographical location, neither users nor systems can be inherently trusted. There is a growing trend among organizations to use Zero Trust frameworks as a means to bolster their security measures.
- The importance of secure coding practices in secure software development will be further emphasized. Organizations will prioritize the implementation of secure development practices from the initial stages, which encompass thorough code reviews, dynamic and static analysis techniques, as well as the incorporation of threat modeling methodologies.
- The increasing dependence of enterprises on cloud services necessitates a heightened focus on cloud security. This will entail enhancing the mechanisms of identity and access management (IAM), implementing robust encryption protocols, and fortifying container security measures.
- The emphasis will be placed on collaborative sharing of threat intelligence among enterprises, industries, and government authorities. Enhancements in sharing systems are expected to bolster collective defense against cyber attacks.
- The prioritization of IoT security is anticipated, encompassing standardized security standards, enhanced device management, and secure device authentication.

- The field of cyber insurance and risk management is expected to undergo further development in order to effectively address the financial risks connected with cyberattacks. Organizations are inclined to evaluate their susceptibility to cyber risks and use cyber insurance as a component of their comprehensive risk management approach.
- The anticipation is that there would be an increase in cybersecurity rules and compliance requirements, particularly in the domain of data privacy. In order to mitigate any legal and financial repercussions, it is imperative for organizations to remain well-informed and maintain adherence to regulatory requirements.
- The importance of addressing the scarcity of cybersecurity specialists cannot be overstated in the context of skills and workforce development. Organizations may allocate resources towards the implementation of training and certification initiatives, aiming to enhance the skill set of their employees. This may involve collaborating with educational institutions to facilitate the acquisition of requisite competencies.

The following recommendations are suggested based on the aforementioned future directions, it is advisable for businesses to take into account the subsequent recommendations:

- Commence the process of conducting research and formulating strategies for the development of encryption technologies that are resistant to quantum computing threats.
- This study aims to investigate and apply artificial intelligence (AI)-based security solutions.
- This paper aims to assess and execute a Zero Trust security system.
- It is imperative to emphasize the use of secure software development techniques at every stage of the software development lifecycle.
- Improve the efficacy of cloud security protocols, encompassing Identity and Access Management (IAM) as well as encryption techniques.
- Participate in cooperative endeavors aimed at exchanging threat intelligence.
- It is imperative to implement comprehensive security measures for Internet of Things (IoT) devices in order to ensure their resilience and protection against potential threats.
- Evaluate the level of vulnerability to cyber risks and contemplate the implementation of cyber insurance.
- It is vital to remain knowledgeable regarding the dynamic nature of regulatory requirements and to guarantee adherence to them.
- It is recommended to allocate resources towards the implementation of cybersecurity training and certification programs for the workforce.

The implementation of these guidelines is crucial for enterprises to effectively respond to the always changing threat landscape and enhance their software security policies.

7. Conclusions

In the ever-expanding cyber landscape, the evolution of software security remains a critical and dynamic journey. This paper has explored the multifaceted realm of software security, highlighting the evolving nature of threats and the corresponding countermeasures. Drawing from historical perspectives, case studies, and lessons learned, several key conclusions emerge:

- *Adaptation is paramount*. Cyber threats continually evolve, necessitating adaptive security strategies. Organizations must remain vigilant, continuously update their security practices, and embrace emerging technologies to stay ahead of adversaries.
- *Human element is crucial*. Human factors, such as security awareness and training, play a pivotal role in the success or failure of defense against cyber threats. Empowering employees to recognize and respond to threats is as important as technological defenses.

- *Comprehensive defense is essential*. Effective software security requires a multifaceted approach. This includes proactive measures like timely patching, robust authentication, and secure coding practices, as well as reactive elements like incident response planning and threat intelligence sharing.
- *Zero trust and beyond*. The adoption of Zero Trust architecture is a promising direction for cybersecurity, emphasizing a "never trust, always verify" approach. However, organizations should also anticipate further innovations in security models to address emerging threats.
- *Collaboration is key*. The sharing of threat intelligence and collaborative efforts among organizations, industries, and government entities are critical for collective defense against cyber threats. Building a resilient cybersecurity ecosystem requires cooperation and information sharing.
- *Preparation matters*. Incident response planning, regular testing, and workforce training are integral components of a successful defense strategy. Being prepared to respond swiftly and effectively to security incidents can mitigate their impact.
- *Regulatory landscape evolves*. Organizations must monitor and adhere to evolving cybersecurity regulations and compliance requirements, particularly concerning data privacy. Non-compliance can lead to severe legal and financial consequences.
- *Future-proofing security*. As we advance, the emergence of quantum computing and the continued integration of AI and machine learning in security are future challenges and opportunities. Organizations should proactively plan for these advancements.

In conclusion, the journey through the cyber landscape demands unwavering commitment to cybersecurity. It calls for a holistic approach that combines technology, human factors, and adaptability. The evolution of software security is a continuous process, and the lessons learned from the past provide valuable guidance for building a resilient and secure digital future. It is our collective responsibility to navigate this landscape with diligence, innovation, and a commitment to safeguarding the digital world.

Acknowledgments

The authors contributed equally to all aspects of this work. A summarize of the authors contribution is: Marius Iulian Mihailescu (paper structure, verifying the correctness and validity of the data, Introduction, Section 1, Section 5, and Conclusions); Stefania Loredana Nita (Section 2, Section 3 and Section 5), Valentina Marascu (Section 4); Marius G. Rogobete (Section 5 and 6).

References

6. Brooks, R. R. (2014). Introduction to computer and network security: navigating shades of gray. Boca Raton; London, CRC Press, Taylor & Francis Group.
7. Colorado. Department of State. (2018). Cybersecurity protects election integrity initiative. Denver, Colo., Colorado Secretary of State's Office.
8. Kerfoot, T. (2012). Cybersecurity: towards a strategy for securing critical infrastructure from cyberattacks. Boulder, Colo., Silicon Flatirons Center.
9. Shaun Kimmons. (2022). Cyber Security for Beginners: How to Become a Cybersecurity Professional Without a Technical Background (2022 Guide for Newbies). Felix Walter.
10. Denka, A. (2020). COVID-19 cybersecurity concerns. Denver, CO, Colorado Legislative Council.
11. Billingsley, J. 1. (2020). State and local cybersecurity collaboration. Denver, CO, Colorado Legislative Council.
12. Coloroda Statewide Internet Portal Authority. (2023). Cyber security: modern-day warfare and practical countermeasures. Denver, Colo., Colorado Statewide Internet Portal Authority.

13. Jeremy N. Smith. (2019). Breaking and Entering: The Extraordinary Story of a Hacker Called "Alien". Unabridged Recorded Books, Inc.
14. Hackercool Magazine. Jul 01 2023 Hackercool Cybersecurity OPC Pvt Ltd.
15. Internet abuses and privacy rights. (2017). [First edition]. Amenia, New York, Grey House Publishing.
16. Hemby, K. V., & Grubb, R. E. (2015). Recent and projected technology trends affecting business education. Reston, VA, National Business Education Association.
17. Orson Henry. (2022). CODING FOR ABSOLUTE BEGINNERS: Learn Python, Java, C++, and How to Protect Your Data From Hackers by Mastering the Fundamental Functions of These Languages (2022 Guide). Peter Fruehauf.
18. Stein, R. J. (2009). Internet safety. New York, H.W. Wilson Company.
19. Lee, N. (2013). Facebook nation: total information awareness. New York, N.Y., Springer.

PROVIDING SECURITY FOR INTERCONNECTED DEVICES AND DATA EXCHANGES IN THE IOT-BLOCKCHAIN ECOSYSTEM

Marius I. Mihailescu[1], Stefania L. Nita[2], Marius G. Rogobete[3], Valentina Marascu[4],

[1] *Scientific Research Center in Mathematics and Computer Science, Faculty of Engineering and Computer Science, SPIRU HARET University, Bucharest, Romania, m.mihailescu.mi@spiruharet.ro*
[2] *Department of Computers and Cybernetic Security, Military Technical Academy "Ferdinand I", Bucharest, Romania, stefania.nita@mta.ro*
[3] *Harman International, Telematics Department, Bucharest, Romania, marius.rogobete@yahoo.com*
[4] *Low Temperature Plasma Department, National Institute for Laser, Plasma and Radiation Physics, 409 Atomistilor Street, Magurele, Romania, valentina.marascu@gmail.com*

***Abstract**: In an era defined by relentless digital innovation, the security of software systems stands as an imperative, evolving journey. This paper delves into the intricate web of software security, charting the dynamic evolution of threats and the corresponding countermeasures. Drawing from historical perspectives, real-world case studies, and lessons learned, it surfaces critical insights into what defines success or failure in the realm of cyber defense. From the fundamental importance of timely patching and robust authentication to the pivotal roles played by human factors and threat intelligence sharing, this exploration spans the breadth of contemporary software security. It underscores the value of a proactive, adaptive approach, one that integrates technological prowess with human vigilance. As the future beckons with quantum challenges and the integration of artificial intelligence, this paper concludes with a resounding call to navigate the ever-shifting cyber landscape with unwavering commitment, innovation, and the shared mission to secure the digital frontier.*

***Keywords**: software security, cyber landscape, countermeasures, APT, threat intelligence*

Introduction

The advent of the Internet of Things (IoT) and blockchain technologies has brought about a significant transformation in the manner in which devices communicate and data is shared within our progressively interconnected global landscape. The Internet of Things (IoT) has facilitated an unparalleled degree of interconnectivity across various devices, enabling them to independently gather and share data. In contrast, the advent of blockchain technology has brought forth a decentralized and tamper-resistant ledger system, thereby offering a safe mechanism for the documentation and authentication of transactions. The integration of the Internet of Things (IoT) and blockchain technology, commonly known as the IoT-Blockchain ecosystem, presents significant potential for several sectors such as healthcare, supply chain management, energy, and finance, among other industries.

Nevertheless, despite the transformational potential of the IoT-Blockchain ecosystem, it also presents a distinct array of issues, with security being the foremost concern. The exponential growth of networked devices and the extensive magnitude of data exchanged inside this network have rendered it

more susceptible to assaults and breaches of data security. The preservation of data and devices' security and integrity has emerged as a critical problem inside this intricate ecosystem.

The current work aims to examine the crucial matter of security within the ecosystem of the Internet of Things (IoT) and Blockchain technology. This study examines the distinct security difficulties that arise from the integration of Internet of Things (IoT) and blockchain technologies. It investigates potential threats and vulnerabilities associated with this integration and puts forth an innovative security framework aimed at mitigating these risks. Our framework endeavors to offer solid security solutions for networked devices and data exchanges by leveraging the immutable ledger of blockchain and the data-generating capabilities of IoT.

Blockchain is a decentralized ledger system that, when integrated with the Internet of Things (IoT), facilitates transactions between machines. The system utilizes a series of transactions that are kept within a database, validated by several sources, and recorded in a distributed ledger accessible to all nodes. The integration of Internet of Things (IoT) and blockchain technology has a wide range of possible advantages, such as enabling autonomous operation of smart devices without reliance on a centralized governing entity.

"The convergence of blockchain and IoT holds significant potential for enterprises, as these two technologies possess considerable capabilities individually. The projected value of the combined blockchain and IoT industry is estimated to be US$254.31 billion by the year 2026, as reported in a study published by Aftrex industry Research in 2018." [118]

The integration of blockchain and the Internet of Things (IoT) offers several significant advantages. Please engage in further reading to gain a comprehensive understanding of the benefits associated with the integration of blockchain and Internet of Things (IoT).on of the security landscape within the IoT-Blockchain ecosystem will be presented. Additionally, our suggested security framework will be introduced, followed by the presentation of implementation details and case studies. Furthermore, an assessment of the framework's performance will be conducted. The primary objective of this study is to make a scholarly contribution to the existing knowledge base in the domain of IoT and blockchain security. The final goal is to facilitate the development of a more secure and protected environment for the continuously expanding IoT-Blockchain ecosystem.

4. Background and Related Works

In order to have a clear image on what actually is happening nowadays with IoT and Blockchain integration, a solid background of knowledges should be covered accordingly. In the followings we will a short introduction of different domains and fields which should be covered.

Principles of Internet of Things (IoT) with Blockchain. The Internet of Things (IoT) signifies a fundamental change in the manner in which gadgets and objects engage with one another and the digital realm. The concept involves an extensive network of interconnected devices, sensors, and actuators that gather and communicate data autonomously, without the need for human involvement. These devices are integrated into diverse sectors, encompassing smart homes, healthcare systems, industrial automation, and transportation, so transforming the way in which we inhabit and engage in professional activities.

Blockchain technology, which was first introduced as the foundational framework for digital currencies such as Bitcoin, has garnered significant attention due to its capacity to introduce transparency, security, and decentralization across several sectors. The system functions as a distributed ledger, wherein transactions are documented in a decentralized and unalterable manner among a network of nodes. The fundamental tenets of blockchain technology, encompassing consensus

[118] Source: What are the advantages of Blockchain and IoT integration. Available on-line: https://www.analyticsinsight.net/what-are-the-advantages-of-blockchain-and-iot-integration/. Last accessed: 23.09.2023

procedures and cryptographic hashing, serve to uphold the integrity of data and fortify its resilience against unauthorized alterations.

Security Challenges in the Internet of Things (IoT). The exponential growth of Internet of Things (IoT) devices has resulted in an increase in security problems. Numerous Internet of Things (IoT) devices exhibit limitations in terms of resources, such as insufficient processing capabilities and memory capacity, which hinder their ability to effectively include comprehensive security methods. This renders them susceptible to a variety of attacks, encompassing unlawful entry, breaches of data, and distributed denial-of-service (DDoS) attacks. The prevalent security concerns in the realm of Internet of Things (IoT) encompass deficiencies in authentication protocols, deficiencies in encryption methods, and inadequacies in update processes. Moreover, the vast magnitude and diverse nature of Internet of Things (IoT) ecosystems pose a significant challenge in terms of their management and security.

Security Challenges in Blockchain Technology. Although blockchain is widely recognized for its robust security features, it is not impervious to potential threats. Instances such as 51% assaults, Sybil attacks, and smart contract vulnerabilities have provided evidence that blockchain systems can be corrupted under specific circumstances. Furthermore, the inherent characteristic of immutability in blockchain technology can have both positive and negative implications. Specifically, if inaccurate or erroneous data is permanently stored on the blockchain, the process of correcting or rectifying such information becomes considerably difficult.

Literature Review. A multitude of research endeavors have been dedicated to tackling security concerns in the domains of both Internet of Things (IoT) and blockchain technology in isolation. Within the realm of the Internet of Things (IoT), many solutions can be implemented to address security concerns. These solutions encompass the utilization of lightweight cryptographic algorithms, safe bootstrapping techniques, and access control methods. Within the domain of blockchain technology, progressions in consensus algorithms, such as proof of stake, along with the implementation of formal verification and smart contract audits, have played a significant role in bolstering security measures.

Nevertheless, the convergence of Internet of Things (IoT) with blockchain technology presents a distinctive array of issues and opportunities that necessitate further investigation. Limited research has been conducted to thoroughly investigate the collective security dimensions of the IoT-Blockchain ecosystem. Previous studies have predominantly focused on investigating prospective applications and technical viability, while giving insufficient regard to security implications.

This study aims to fill the existing vacuum in knowledge by conducting a comprehensive analysis of the security difficulties that arise from the integration of Internet of Things (IoT) and Blockchain technologies. Additionally, it proposes a unique security framework that is specifically designed to mitigate these challenges. Our methodology recognizes and expands upon the prior research conducted in the domains of Internet of Things (IoT) and blockchain security, while also considering the intricacies that arise from their intersection.

5. Security Challenges in IoT-Blockchain Integration

The convergence of Internet of Things (IoT) and blockchain technology offers a dynamic and promising environment. Nevertheless, this convergence also presents a unique array of security issues that necessitate meticulous examination:

- *The concepts of scalability and throughput are of significant importance in various domains*. The IoT-Blockchain ecosystem encompasses a wide array of interconnected devices that consistently generate a substantial volume of data. The challenge of maintaining the security of the blockchain network while also meeting the scale and throughput demands of IoT data is a noteworthy concern.

- The topic of concern is data privacy and ownership. The process of ascertaining data ownership and implementing privacy protections inside a decentralized system might provide intricate challenges. The criticality is in the secure ownership, access, and sharing of sensitive IoT data.
- Consensus mechanisms. Although blockchain's consensus mechanisms, such as proof of work (PoW) and proof of stake (PoS), offer enhanced security, their compatibility with the limited resources of Internet of Things (IoT) devices may not be optimal. It is imperative to attain a harmonious equilibrium between security and resource efficiency.
- The topic of discussion pertains to key management and identity. Internet of Things (IoT) devices frequently include restricted functionalities pertaining to the storage and administration of secure keys. The problem lies in effectively and securely providing and managing device IDs and cryptographic keys inside a blockchain-based framework.
- Interoperability is a concept that refers to the capacity of different systems, devices, or software applications to seamlessly communicate, exchange data The utilization of various communication protocols and standards by IoT devices can introduce complexities in achieving interoperability within a blockchain network. The maintenance of security while facilitating seamless communication across a range of various devices is a significant area of focus.
- The topic of discussion pertains to the security of smart contracts. Smart contracts, which are integral elements of numerous blockchain applications, possess weaknesses that can be exploited by adversaries. The assurance of both security and accuracy in smart contracts within the realm of Internet of Things (IoT) applications is of paramount importance.
- The topic of discussion pertains to trust and oracles. Trust plays a key role in the functioning of blockchain systems, however, it is important to acknowledge that Internet of Things (IoT) devices may possess vulnerabilities that make them susceptible to compromise. The incorporation of reliable data sources or oracles into the blockchain for the purpose of validating IoT data can present significant difficulties.
- The vulnerabilities of the network and physical layers are being discussed. Internet of Things (IoT) devices frequently function within surroundings that are untrusted or hostile in nature. Safeguarding Internet of Things (IoT) devices from physical threats and ensuring the security of the network layer are of paramount importance.
- Regulatory compliance refers to the adherence and conformity to the rules, regulations, and guidelines set out by governing bodies and authorities in a particular industry or sector. The complexity of regulatory compliance within the IoT-Blockchain ecosystem arises from the decentralized nature of blockchain technology and the need to adhere to data protection standards. Ensuring adherence to diverse legal systems is crucial.
- Education and Awareness of Users. It is of utmost importance to guarantee that those utilizing devices in the IoT-Blockchain ecosystem, such as device owners and operators, possess comprehensive knowledge regarding security best practices and potential threats. This is essential for maintaining overall security.

The aforementioned security challenges emphasize the necessity of implementing comprehensive and innovative strategies to ensure the effective security of the integration between the Internet of Things (IoT) and Blockchain technology. In the following sections of this article, we present a security framework that aims to tackle these difficulties and improve the overall security of networked devices and data exchanges within the IoT-Blockchain ecosystem.

6. Proposed Security Framework

In light of the complex security difficulties associated with the integration of IoT and Blockchain technologies, we propose a comprehensive security architecture designed to enhance the safeguarding

of networked devices and data exchanges within this ecosystem. The framework that we propose comprises the following essential components and principles:

- The Implementation of Identity and Access Management Using Blockchain Technology. Our organization supports the implementation of a strong identity management system that utilizes blockchain technology. This system aims to provide a safe and efficient means of authenticating devices and controlling access to them. The use of a blockchain technology guarantees the preservation of the integrity of device identities through the implementation of an unalterable ledger.
- Consensus Mechanisms with Low Computational Overhead. In view of the limited resources available to Internet of Things (IoT) devices, we suggest investigating lightweight consensus algorithms that strike a balance between security and efficiency. This entails the incorporation of consensus techniques that have been specifically tuned for devices with low power consumption.
- Techniques for Data Encryption and Preservation of Privacy. The approach we propose places a strong emphasis on the implementation of end-to-end encryption for Internet of Things (IoT) data, thereby ensuring the preservation of both its confidentiality and integrity. In addition, our system integrates privacy-preserving methodologies, including the utilization of zero-knowledge proofs, to safeguard user data and identities.
- Examination of Smart Contract Security. In order to address the potential vulnerabilities in smart contracts, we propose the implementation of thorough auditing and testing procedures. Comprehensive security assessments should be conducted on smart contracts utilized within the IoT-Blockchain ecosystem.
- Ensuring the Security of Data Oracles. To guarantee the authenticity and reliability of data sources in the Internet of Things (IoT), we suggest incorporating secure data oracles into the blockchain network. The oracles serve the purpose of verifying and validating data obtained from Internet of Things (IoT) devices, hence augmenting the level of confidence within the system.
- Standards for Interoperability Across Multiple Devices. Our organization strongly supports the design and implementation of standardized protocols and interfaces that promote efficient and uninterrupted communication between various Internet of Things (IoT) devices. It is imperative that interoperability standards conform to established security best practices.
- Data Logging with Immutable Characteristics. By utilizing the inherent immutability of blockchain technology, our architecture enforces the obligatory and safe recording of Internet of Things (IoT) data. This mechanism guarantees the preservation of an unalterable historical account of device interactions and data transfers.
- Mechanisms for the Detection and Response to Threats. The security framework implemented incorporates tools for the real-time identification and reaction to potential threats. Anomaly detection algorithms and artificial intelligence (AI)-driven security measures are deployed with the intention of preemptively identifying and addressing potential risks. The modules pertaining to compliance and governance. Acknowledging the significance of regulatory compliance, our framework integrates components for monitoring and managing compliance, as well as ensuring effective governance. This facilitates organizations in effectively conforming to legal and industry-specific regulations. User Awareness and Training. In this section, we will discuss the importance of user awareness and training in an academic context. In order to fully establish a comprehensive security ecosystem, it is imperative to place significant emphasis on user education and training. It is imperative that individuals utilizing devices, such as operators and administrators, has the necessary expertise and resources to proficiently address and minimize any security threats.

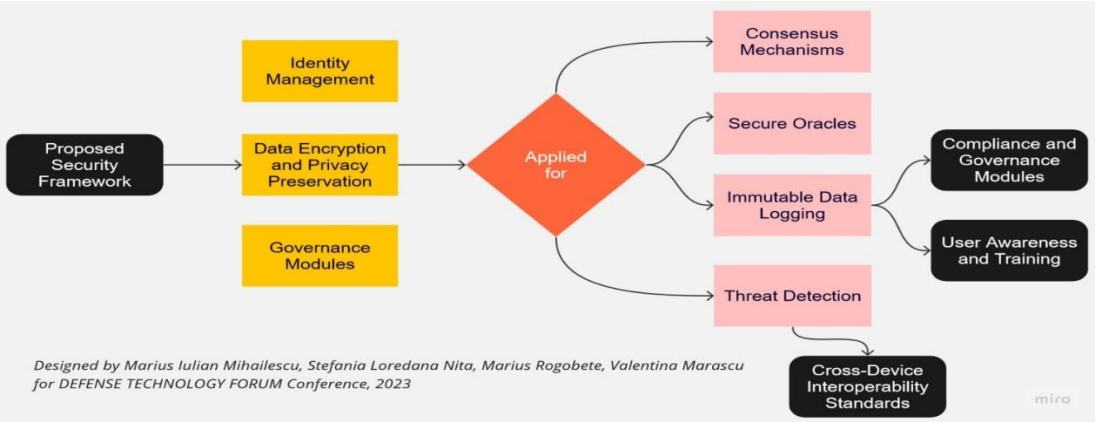


Figure 1. The proposed security framework

Our suggested security framework (see Figure 1) intends to offer a complete and scalable solution for resolving the complex security concerns associated with the integration of IoT and Blockchain technologies, by amalgamating various components and concepts. The framework has been developed with the aim of not only improving security, but also encouraging the broader utilization of IoT-Blockchain technologies by instilling trust in their ability to withstand growing threats. In the following sections of this manuscript, we will explore the pragmatic application of this theoretical framework and provide empirical substantiation of its effectiveness through the examination of case studies and evaluations.

7. Case Studies and Scenarios

In the subsequent section, we go from the theoretical underpinnings of our proposed security framework to its practical implementation and verification via the examination of case studies. This conversation offers valuable insights regarding the practical consequences and efficacy of our approach.

The implementation of a framework. The practical application of our security system highlights the importance of integrating theoretical concepts with real-world execution. This facilitates the analysis of the implementation of the framework in practical situations. The selection of technologies and tools for deployment is of paramount importance in guaranteeing the viability and flexibility of the framework.

Case studies are an effective method of examining real-world scenarios. The case examples provided serve as illustrations of the adaptability of our security infrastructure. By exploring a range of fields like healthcare, supply chain management, and smart cities, we showcase the versatility and relevance of this concept in different industries. The aforementioned case studies provide empirical evidence of the framework's efficacy in effectively mitigating distinct security challenges that are specific to each individual use case.

The findings obtained through empirical research. The utilization of empirical data obtained from our comprehensive case studies plays a crucial role in assessing the effects of the security architecture. The aforementioned technology offers concrete proof of enhanced security measures, encompassing several aspects such as the management of patient data, transparency in supply chain operations, and the provision of intelligent urban services. The obtained results provide empirical support for the effectiveness of the framework and its capacity to mitigate hazards.

This section will discuss the challenges and limitations associated with the topic at hand. Recognizing the difficulties and constraints faced during the implementation process is crucial for a comprehensive evaluation. Although our system exhibits potential, it is essential to acknowledge the practical challenges encountered, as these may provide insights for future enhancements and optimizations.

Key Takeaways. The knowledge acquired from our comprehensive analysis of case studies provides useful insights that can inform and guide future implementations of the security framework. These instructional sessions play a role in a perpetual enhancement cycle, augmenting the framework's capacity to adapt and withstand the challenges posed by ever-changing security risks.

Validation of a Framework. The efficacy of the security framework in practical contexts, supported by empirical data, highlights its validation as a viable and efficient solution. This statement reinforces the notion that it is possible to attain security in IoT-Blockchain systems without compromising their efficiency and usefulness.

As we go, the examination of these case studies and the subsequent debates serve as a robust basis for the pragmatic implementation of our security architecture. The authors underline the importance of addressing the security concerns presented by the IoT-Blockchain ecosystem by employing a comprehensive and flexible strategy. The shift from theoretical concepts to practical implementation enhances our level of assurance in the framework's ability to effectively safeguard networked devices and provide secure data flows across many application domains.

8. Evolution and Performance Analysis

Within this particular section, we proceed from the conceptual elements of our suggested security framework to its tangible execution and relevance in real-world scenarios. In this paper, we provide a collection of case studies and examples that demonstrate the efficacy of the framework in effectively mitigating the security concerns encountered within the ecosystem of the Internet of Things (IoT) and Blockchain technology.

Implementation of the Framework. This paper aims to elucidate the practical application of the security architecture inside a real-world situation or use case. This inquiry seeks to emphasize the technologies and instruments employed in the deployment of the framework. Elucidate the manner in which the diverse constituents of the framework are harmoniously incorporated inside the selected scenario.

Examination of Individual Cases. Please provide specific instances of the integration of Internet of Things (IoT) and Blockchain technologies, wherein a security framework has been implemented. This paper aims to elucidate the obstacles and security issues that were encountered prior to the implementation of the framework. Elaborate on the results and enhancements attained subsequent to the installation of the security framework.

In this analysis, we present the empirical findings of our study. The case studies yielded both quantitative and qualitative data. Incorporate statistical data, quantitative measures, and objective measurements that effectively illustrate the framework's influence on enhancing security. This analysis address the obstacles and constraints that were discovered throughout the implementation phase.

Let's discuss the evaluation and performance metrics used in the study. Within this particular area, we will evaluate the performance and efficacy of the security framework that has been put out. A set of performance measures and assessment criteria are established in order to assess the influence of security on the ecosystem of IoT-Blockchain.

Metrics for Security. The specific security indicators employed to assess the efficacy of the methodology include:

- The rate of detection of attacks.
- The protection of data integrity
- The efficacy of access control measures
- The duration of time it takes for an organization to respond to an incident.

Evaluation Criteria. Develop performance measures to evaluate the framework's influence on the efficiency of the system, encompassing:

- The concepts of throughput and latency are important factors in the field of computer networking. Throughput refers to the rate at which data is successfully transmitted from one point to another within
- The efficient allocation and usage of computing resources, including central processing unit (CPU), memory, and network bandwidth.
- The ability to effectively manage and accommodate a higher number of device connections

Comparative Analysis. In this analysis, we will conduct a comparative analysis to examine and evaluate the similarities and differences between different variables, factors, or entities.

- This analysis aims to compare the performance of the Internet of Things (IoT)-Blockchain ecosystem under two conditions: one with the implementation of a security framework, and the other without such a framework.
- This analysis examines the impact of the framework on security measures and its potential effects on performance metrics.

User Feedback and Satisfaction Analysis. Here we have two phases:

- Collect input from users and stakeholders who were engaged in the executed case studies.
- Evaluate the level of user satisfaction regarding the enhancements made to the security measures and the usability aspects of the framework.

The Application of Cost-Benefit Analysis. This analyse will focus on the cost-benefit analysis and the importance of the evaluation. This being said, we will have:

- Perform a comprehensive cost-benefit analysis in order to assess the economic ramifications associated with the implementation of the security architecture.
- It is imperative to carefully evaluate the expenses associated with deployment in comparison to the advantages of improved security and potential reduction of risks.

Evaluation of Scalability. Assess the scalability of the framework in relation to the growth of the IoT-Blockchain ecosystem. The objective is to ascertain whether the system retains its security and performance characteristics as the number of devices and data exchanges increases.

By conducting a comprehensive assessment of the security framework's effectiveness using various indicators and analyses, we can offer significant insights into its tangible effects on security inside the IoT-Blockchain ecosystem. These assessments are conducted to verify the efficacy of the framework and provide guidance for its further improvement to facilitate its wider use in interconnected systems.

9. Discussion

The security framework presented for the IoT-Blockchain ecosystem signifies a significant advancement in tackling the intricate and dynamic security issues inside this interconnected environment. Upon contemplation of the framework's evolution and its potential ramifications, a number of crucial aspects arise that warrant further examination and discourse.

The integration of comprehensive security measures. The architecture incorporates a range of security mechanisms, encompassing identity management, data encryption, smart contract auditing, and threat detection. The primary objective of this comprehensive strategy is to establish a resilient safeguard against the wide range of security vulnerabilities that have the potential to impact Internet of Things (IoT)-Blockchain applications.

Striking a Balance between Security and Efficiency. An essential factor to be taken into account in the design of the framework is the imperative to strike a balance between security and system efficiency, particularly in light of the limited resources available in IoT devices. This issue is reflected by the incorporation of lightweight consensus methods and efficient encryption solutions.

Practical Relevance. The case studies that are offered in the implementation section serve to illustrate the practical application of the framework. These empirical instances exemplify the efficacy with which IoT-Blockchain systems efficiently tackle security concerns and enhance the overarching security stance.

The concept of adaptability and scalability is of paramount importance in various domains. It refers to the ability of a system, process, or organization to adjust and accommodate changes in a flexible manner. This adaptability allows the framework's ability to accommodate a wide range of use cases in the context of IoT-Blockchain is a notable asset. Moreover, the study of its scalability highlights its ability to uphold security and performance as the ecosystem expands.

The user-centric approach is a methodology that prioritizes the needs and preferences of users in the design and development of products or services.

The inclusion of user awareness and training is essential within the framework. The promotion of knowledge regarding security best practices among device operators and administrators plays a significant role in enhancing the resilience of the IoT-Blockchain ecosystem.

The topic of regulatory compliance is of utmost importance in several industries. The continuing issue of navigating the regulatory framework is evident in the realm of IoT-Blockchain. The incorporation of compliance and governance modules demonstrates recognition of the significance of conforming to legal and industry-specific mandates.

The Application of Cost-Benefit Analysis. The cost-benefit analysis demonstrates the economic viability of adopting the framework. Organizations have the ability to assess the financial implications of implementing a certain deployment strategy in relation to the advantages it offers in terms of improved security measures and risk reduction.

Prospects for Future Research. Although the framework signifies a notable advancement, it is imperative to continue conducting research and engaging in development activities. Future directions in this field may entail the continued refinement of security measures that are resource-efficient, as well as the exploration of future technologies in order to effectively mitigate increasing threats.

In summary, the suggested security framework offers a comprehensive approach to augmenting security inside the IoT-Blockchain ecosystem and establishes a basis for ongoing scholarly investigation and advancement. The valuable contribution of this technology is in its real-world applicability, adaptability, and focus on user education, which aligns with the dynamic nature of interconnected devices and data exchanges in the developing landscape. The ongoing expansion and success of the IoT-Blockchain ecosystem will heavily rely on effectively addressing security concerns through the use of frameworks such as the one mentioned.

10. Conclusions

Security emerges as a significant worry inside the dynamic and constantly expanding IoT-Blockchain ecosystem. The security architecture suggested in this paper offers a comprehensive and flexible approach to tackle the complex security concerns that arise from the integration of Internet of Things (IoT) and blockchain technologies.

Our framework aims to enhance security by integrating many security components and concepts, hence offering comprehensive protection against a wide array of threats. The proposed approach achieves a harmonious equilibrium between security and efficiency, taking into consideration the limited resources of IoT devices. Furthermore, it places significant emphasis on user awareness and adherence to regulatory obligations.

The framework's practical relevance and efficacy are demonstrated through real-world case studies and empirical outcomes. The integration of blockchain technology in the IoT ecosystem not only

improves security measures but also establishes a solid foundation for future scalability and adaptability as the IoT-Blockchain ecosystem undergoes further expansion.

In order to keep ahead of evolving security concerns, it is imperative to do additional research and innovation to enhance and optimize the framework as we progress. By undertaking this action, we may facilitate the establishment of a more secure and protected future inside the interconnected realm of Internet of Things (IoT) and blockchain technologies.

Acknowledgments

The authors contributed equally to all aspects of this work. A summarize of the authors contribution is: Marius Iulian Mihailescu (paper structure, verifying the correctness and validity of the data, Introduction, Section 1, Section 5, and Conclusions); Stefania Loredana Nita (Section 2, Section 3 and Section 5), Valentina Marascu (Section 4); Marius G. Rogobete (Section 5 and 6).

References

1. Sharma, Shivani Ramesh. "Internet of Things IoT: IoT in Healthcare." International Journal of Trend in Scientific Research and Development Volume-3, Issue-4 (June 30, 2019): 980–82. http://dx.doi.org/10.31142/ijtsrd23971.
2. C. Sailaja. "Industrial Internet of Things – An Overview." December 2022 4, no. 4 (December 30, 2022): 257–71. http://dx.doi.org/10.36548/jismac.2022.4.003.
3. M. Al-Joboury, Istabraq, and Emad H. Al-Hemiary. "Internet of Things (IoT): Readme." Qalaai Zanist Scientific Journal 2, no. 2 (April 15, 2017): 343–58. http://dx.doi.org/10.25212/lfu.qzj.2.2.35.
4. Shaun Kimmons. (2022). Cyber Security for Beginners: How to Become a Cybersecurity Professional Without a Technical Background (2022 Guide for Newbies). Felix Walter.
5. Denka, A. (2020). COVID-19 cybersecurity concerns. Denver, CO, Colorado Legislative Council.
6. Billingsley, J. 1. (2020). State and local cybersecurity collaboration. Denver, CO, Colorado Legislative Council.
7. Birje, Mahantesh N., Arun A. Kumbi, and Ashok V. Sutagundar. "Internet of Things." International Journal of Hyperconnectivity and the Internet of Things 1, no. 2 (July 2017): 45–71. http://dx.doi.org/10.4018/ijhiot.2017070104.
8. Milivojević, Sanja, and Elizabeth Radulski. "The 'Future Internet' and crime: Towards a criminology of the Internet of Things." Crimen 11, no. 3 (2020): 255–71. http://dx.doi.org/10.5937/crimen2003255m.
9. Eltayeb, Mohamed A. "Internet of Things." International Journal of Hyperconnectivity and the Internet of Things 1, no. 1 (January 2017): 1–18. http://dx.doi.org/10.4018/ijhiot.2017010101.
10. Javida Damirova, Javida Damirova, and Laman Musayeva Laman Musayeva. "INTERNET OF THINGS." *PAHTEI-Procedings of Azerbaijan High Technical Educational Institutions* 13, no. 02 (March 1, 2022): 33–43. http://dx.doi.org/10.36962/pahtei13022022-33.
11. Hemby, K. V., & Grubb, R. E. (2015). Recent and projected technology trends affecting business education. Reston, VA, National Business Education Association.
12. Kumar, Sumit, and Zahid Raza. "Internet of Things." International Journal of Systems and Service-Oriented Engineering 7, no. 3 (July 2017): 32–52. http://dx.doi.org/10.4018/ijssoe.2017070103.
13. Radouan Ait Mouha, Radouan Ait. "Internet of Things (IoT)." Journal of Data Analysis and Information Processing 09, no. 02 (2021): 77–101. http://dx.doi.org/10.4236/jdaip.2021.92006.

14. Bertino, Elisa, Kim-Kwang Raymond Choo, Dimitrios Georgakopolous, and Surya Nepal. "Internet of Things (IoT)." ACM Transactions on Internet Technology 16, no. 4 (December 22, 2016): 1–7. http://dx.doi.org/10.1145/3013520.
15. Coyne, Joshua G., and Peter L. McMickle. "Can Blockchains Serve an Accounting Purpose?" Journal of Emerging Technologies in Accounting 14, no. 2 (September 1, 2017): 101–11. http://dx.doi.org/10.2308/jeta-51910.
16. Schrepel, Thibault. "Libra: A Concentrate of "Blockchain Antitrust"." Michigan Law Review Online, no. 118 (2020): 160. http://dx.doi.org/10.36644/mlr.online.118.libra.
17. Saari, Anniina, Seppo Junnila, and Jussi Vimpari. "Blockchain’s Grand Promise for the Real Estate Sector: A Systematic Review." Applied Sciences 12, no. 23 (November 23, 2022): 11940. http://dx.doi.org/10.3390/app122311940.
18. Pincheira, Miguel, Massimo Vecchio, and Raffaele Giaffreda. "Characterization and Costs of Integrating Blockchain and IoT for Agri-Food Traceability Systems." *Systems* 10, no. 3 (April 25, 2022): 57. http://dx.doi.org/10.3390/systems10030057.
19. Pincheira, Miguel, Massimo Vecchio, and Raffaele Giaffreda. "Characterization and Costs of Integrating Blockchain and IoT for Agri-Food Traceability Systems." *Systems* 10, no. 3 (April 25, 2022): 57. http://dx.doi.org/10.3390/systems10030057.
20. Ge, Zerui, Dumitrel Loghin, Beng Chin Ooi, Pingcheng Ruan, and Tianwen Wang. "Hybrid blockchain database systems." *Proceedings of the VLDB Endowment* 15, no. 5 (January 2022): 1092–104. http://dx.doi.org/10.14778/3510397.3510406.

CYBERSECURITY IN CRISIS MANAGEMENT

Robert Zakrzewski

War Studies University,al. Gen. Chruściela – Montera 103, 00-910 Warsaw, Poland
r.zakrzewski@akademia.mil.pl

Abstract: *In the article, the author defines and presents the essence of cybersecurity of IT systems from the point of view of crisis management assumptions based on the Act on the National Cybersecurity System and the National Crisis Management Plan. The author justifies the need for continuous development of computerization of public administration sector based on the Program of Integrated Informatization of the State and presents its assumptions.*

Keywords: *cybersecurity, crisis management, computerization*

Introduction

The development of the information society causes the development of information systems, changes in security to more and more effective, which also causes the development of new cyberterrorist techniques.

Dependence on IT systems in homes, corporations and public institutions causes a situation in which we are completely attached to information resources in our system.

A national cybersecurity scheme shall aim to ensure cybersecurity at national level, including the smooth provision of essential services and digital services, by achieving an appropriate level of security of the information systems used to provide those services and by ensuring the handling of incidents.

Act on the National Cybersecurity System

On August 28, 2018, the Act on the National Cybersecurity System was implemented. The source of guidelines for the modified act is the EU NIS (Network and Information Systems Directive), which in its assumptions imposes a number of new obligations on Polish companies. They mainly concern the so-called key operators, whom the Act clearly defines and introduces new obligations towards them.

The Act on the National Cybersecurity System is the first legal act in Poland that defines the following terms:

- Cybersecurity,
- Critical incident,
- Operator of the key service,
- Risk.

The assumptions of this Act define new requirements for an increased level of security in the IT systems of key operators, public authorities and universities.

The Act defines operators of a key service as companies or institutions that provide services of priority importance for ensuring critical social or economic activity, using a key service. Among these institutions we can distinguish:

- operators of essential services;
- digital service providers;
- CSIRT MON;

- CSIRT NASK;
- CSIRT GOV;
- sectoral cybersecurity teams;
- public finance sector entities referred to in Article 9 points 1-6, 8, 9, 11 and 12 of the Act of 27 August 2009 on public finance (Journal of Laws of 2022, item 1634, as amended2));
- research institutes;
- National Bank Polish;
- National Holding Bank;
- Office of Technical Inspection;
- Polish Air Navigation Services Agency;
- Polish Centre for Accreditation;
- the National Fund for Environmental Protection and Water Management and provincial funds for environmental protection and water management;
- commercial law companies performing public utility tasks within the meaning of Article 1(2) of the Act of 20 December 1996 on municipal management (Journal of Laws of 2021, item 679);
- entities providing cybersecurity services;
- the competent authorities for cybersecurity;
- a Single Window for Cybersecurity, hereinafter referred to as the "Single Window";
- Government Plenipotentiary for Cybersecurity, hereinafter referred to as "Proxy";
- the Cybersecurity College, hereinafter referred to as "the College".

To sum up, these are fundamental services provided by operators of a key service (abbreviated as OUK), which are essential for the proper functioning of the state infrastructure.

The Act defines a number of tasks that operators of key services are obliged to perform. These tasks, which are part of the responsibilities of IT employees, include:

- Conducting systematic assessment of the risk of an incident occurrence and management of this risk.
- Maintenance and safe operation of the information system.
- Physical and environmental security, including access control.
- Security and continuity of supply of services on which the provision of an essential service depends.
- Continuous monitoring of the information system used to provide the key service.
- Incident management.
- Care for software updates. 119

Chapter 6 of the Act, Article 26 defines the tasks:

- CSIRT MON - – Computer Security Incident Response Team operating at the national level, led by the Head of the Internal Security Agency,
- CSIRT NASK – Computer Security Incident Response Team operating at the national level, run by the Minister of National Defence;
- and CSIRT GOV – Computer Security Incident Response Team operating at the national level, run by the Scientific and Academic Computer Network – National Research Institute.

[119] https://mwtsolutions.eu/artykul/jakie-wyzwania-stawia-nam-ustawa-o-cyberbezpieczenstwie/?psafe_param=1&utm_term=&utm_campaign=PL-DSA-baza+wiedzy&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=4516776325&hsa_cam=14528968503&hsa_grp=123665242461&hsa_ad=543941193560&hsa_src=g&hsa_tgt=dsa-608285613792&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjw3dCnBhBCEiwAVvLcuzC0t0k65uQL1imBapUrnfw5_kiTRzHnD8u77qMSxjZHYdKt5UyZghoCkLQQAvD_BwE - accessed 01.09.2023.

"CSIRT MON, CSIRT NASK and CSIRT GOV cooperate with each other, with the competent authorities for cybersecurity, the minister competent for computerization and the Plenipotentiary, ensuring a coherent and complete risk management system at the national level, performing tasks to counteract cybersecurity threats of a cross-sectoral and cross-border nature, as well as ensuring the coordination of handling reported incidents."[120]

National Crisis Management Plan and Cybersecurity

The National Crisis Management Plan[121] is a planning document prepared by the Government Centre for Security and adopted as a result of provisions resulting from the Act on the national cybersecurity system. The plan was developed on the basis of the Crisis Management Act.

This document was prepared for the needs of the Prime Minister and the Council of Ministers itself. It is a document that is an initial element in the process of civil planning at both central and provincial level.

The KPZK, in accordance with the provisions of the Act on Crisis Management, must be updated at least once every two years, as well as in a situation where the necessary changes or a new procedure are found to be found in the event of launching procedures, and in the case of updating other legal acts that affect the effective operation of the procedures defined in the KPZK itself.

The revolutionary nature of the changes made during the update of the National Crisis Management Plan (KPZK) consists in the addition of task-based modules to the plan. This change is to improve the planning process and thus the effectiveness of decisions made when a crisis situation occurs. The modular approach was tested during the preparations for the Euro 2012 Tournament, World Youth Day or the NATO Summit in Warsaw. The revolutionary character of the modules is their flexibility and versatility. The module can be used during threats of various nature. The module called "Ensuring sanitary and epidemiological safety in the country" can be used in the event of a threat of flood, epidemic and terrorism.

In addition, the plan includes at least 190 modules, which cover the spectrum of activities that are carried out by the Prime Minister or each minister managing the government administration department, the heads of the Internal Security Agency and AW, voivodes and the director of the Government Centre for Security. Individual modules contain a list of precisely defined tasks and how to implement them. These modules have been divided into catalogues (respectively for each contractor) from I to XXXV. The owner or contractor of each is a specific minister or voivode. During the occurrence of a crisis situation, which may be a flood, catalogues are separated, m.in. by ministers competent for: internal affairs, public administration and health, and transport. In the event of a crisis situation, the leading entity (minister or voivode) has at its disposal a set of catalogues, which must be implemented in a given case. Individual modules from a specific catalogue are activated by the competent minister in advance in agreement with the relevant lead entity. Individual entities responsible for a specific catalogue are obliged to prepare modules assigned to it. At the stage of preparation of these modules, they have at their disposal the templates available in the KZPK.

The KZPK safety net defines 19 threats:

- flood
- epidemic
- chemical contamination,
- disruption of telecommunications systems and services,
- disruption of energy, fuel and gas systems,
- severe frost,
- heavy snowfall,

[120] Journal of Laws of 2018, item 1560, Act of 5 July 2018 on the national cybersecurity system.
[121] https://www.gov.pl/web/rcb/krajowy-plan-zarzadzania-kryzysowego - accessed 01.09.2023

- hurricane
- large-area fire,
- epizootics,
- epiphytosis,
- shipwreck,
- drought
- heat
- radiation contamination,
- collective disturbance of public order,
- a terrorist event,
- disruption of network and information systems
- and hybrid activities.

For events that have not been clearly identified in the planning process, we can use KPZK modules.

The changes that affect the functionality of the KPZK concern the division into two parts A and B.

Part A defines all activities in activities carried out during the minimization of risks that may lead to the emergence of a crisis situation. Its scope includes tasks that are carried out by public administration bodies during the first phases of crisis management, which are prevention and preparation.

Part B specifies the activities that public administration carries out during the recovery from the crisis. It is a set of solutions that should be implemented at the stage of crisis management phases, such as response and reconstruction.

Part A contains:

- hazard characterisation and risk assessment, including critical infrastructure, risk maps and hazard maps;
- tasks and responsibilities of crisis management participants in the form of a safety net (description of projects carried out by ministers and voivodes listed in the safety net);

Part B contains the following elements:

- the tasks and responsibilities of crisis management participants in the form of a safety net; - hazard monitoring tasks;
- crisis response procedures, defining the manner of dealing with crisis situations – a list of task modules of ministers and voivodes;
- cooperation between forces involved in the implementation of planned projects in the event of a crisis situation;
- the procedure for mobilising the necessary forces and resources involved in the implementation of planned projects in the event of a crisis situation;
- a statement of forces and resources planned to be used in crisis situations (maps in GIS format);
- procedures for the implementation of tasks in the field of crisis management – Standard Operating Procedures, including those related to the protection of critical infrastructure;
- organization of communications;
- organisation of a hazard monitoring, warning and alert system;
- rules for informing the public about risks and how to deal with hazards;
- organization of evacuation from risk areas;
- organization of rescue, medical care, social assistance and psychological assistance;
- the rules and procedure for assessing and documenting damages;
- procedures for mobilising strategic reserves;
- priorities for the protection and restoration of critical infrastructure;

- a list of concluded contracts and agreements related to the implementation of tasks included in the crisis management plan;
- abbreviations included in the National Crisis Management Plan;
- the procedure for updating the National Crisis Management Plan.

Program of Integrated Informatization of the State

The dynamic development of digital technologies forces users of social and economic life to undertake activities to modernize the infrastructure used so far, as well as to expand their knowledge and skills in everyday innovation. This goes hand in hand with a growing awareness of the importance of competence in this area for the success of the business and business. Hence, companies and institutions compete in search of new business models and continuous improvement of existing ones. In the longer term, these activities lead to a broad digital transformation, i.e. systemic changes in entire sectors of the economy, based on technologies using the digital form of data as a driving force. The area of public administration is no exception in this respect, and more precisely, its digitization in the near future may be an important factor in increasing the attractiveness and competitiveness of the Polish economy by increasing the efficiency of service and support for citizens.

Such factors can undoubtedly contribute to economic growth through, inter alia, better provision of public services and high efficiency and management of the public sector. For the process of digital transformation at the state level to be effective, simultaneous and complementary actions of the state for the benefit of administration and the economy are important. Not without significance in this matter is therefore institutional, legislative, as well as organizational and financial support for IT companies, which can be considered an indispensable factor in increasing the competitiveness of the Polish economy. The digitisation of various sectors of functioning, including the economy or public services, and the involvement of all state and non-state actors in the transformation can contribute to a significant economic acceleration and a factor leading to a reduction in development gaps compared to the most advanced digital economies in Europe. In addition to the progress of civilization, the economic profit is also important, which, according to estimates, may reach PLN 275 billion by 2025. For comparison, the same data indicates that maintaining the current pace of development would be tantamount to an increase in the Polish digital economy by only PLN 94 billion, which is only one third of the previous amount.

The assumptions in the field of digitization were presented from the document which is the Program of Integrated Informatization of the State.[122] It is a strategic document defining the activities of the Council of Ministers aimed at the development of Polish public administration using modern digital technologies. The effect of the implementation of this program is to improve the functioning of the state by creating conditions facilitating communication with public administration for the average citizen, whose information resources would be adapted to the needs of the recipient in the use of services offered in the public sector. The implementation of the updated version of the Programme is planned for the years 2019-2022.

The content of the program also presents a diagnosis of the current state of digitization in the public sector, which is the starting point for determining the directions of growth of services provided. The document also includes content identifying problems in the field of integrated computerization of the state as well as factors and elements affecting the success of the assumed effects. The position of Polish among other European countries in terms of the availability of public services in digital form was also indicated.

The Programme defines the main objective, which includes the modernization of public administration and the improvement of the functioning of the state using digital technologies. The

[122] Annex to Resolution No. 109/2019 of the Council of Ministers of September 24, 2019 - Program of Integrated Informatization of the State for the years 2014-2022

implementation of this assumption is to improve the quality of communication between citizens and other stakeholders and public administration. In addition to the main objective, specific objectives have also been specified, defining at the same time the desired directions of state intervention. These issues include:

1. reorientation of public administration towards citizen-oriented services;
2. implementation of horizontal tools supporting the activities of public administration;
3. development of digital competences of citizens, administrative staff and specialists in Information and Communication Technologies.

The main means aimed at achieving the adopted assumptions was considered to be the direct interaction of the state with citizens through the provision of e-services to the latter by the former. Consequently, the activity undertaken by the state in the field of creation and provision of digital services will be directed towards continuous improvement of their quality. The essential issue here is to increase the ease of access to services, improve their transparency and comprehensiveness and usability. It is worth noting that the document shows that the state has resources that will allow to remodel many processes in relations between the state and the citizen in a way that minimizes the burden on citizens associated with the use of e-services. At the same time, the creators of the Programme are aware that the e-services offered by the public administration should enable the implementation of citizens' needs in a comprehensive manner, and what is more, anticipate their needs in terms of fulfilling the obligations provided for by law. As an example, you can give in this matter, for example, a reminder about the expiry date of the ID card or technical examination of the car. It is also important that the average citizen should also have more opportunities to check their data that is at the disposal of the public administration, as well as how it can be used.

There is no need to convince anyone that the extensive use of digital technologies in the process of improving the operation of public administration for the benefit of citizens and entrepreneurs may contribute to increasing the comfort of citizens in relations with the state, as well as increasing satisfaction with these relations on both sides. By organizing and building modern and universal solutions constituting *back-office* solutions for public administration, one can expect support for its real needs, which in turn can lead to an efficient and secure information exchange process. Not without significance are also issues such as support in the field of standardization of procedures, which in total can contribute to achieving high quality of processed data, necessary to provide services to citizens. Such changes may undoubtedly result in an increase in the overall efficiency of public administration and a reduction in the costs of providing specific services to citizens.

However, one should be aware that the increase in the general level of digitization of public administration is not only technical and IT activities. Not without significance is also the fact that the use of digital technologies in various spheres of state activity requires the implementation of activities aimed at preparing all groups of citizens for their effective use in accordance with their intended purpose and individual needs. To this end, it is possible to postulate multidirectional digital education, which in turn may allow, for example, to increase the competitiveness of the economy, for example by improving the digital competences of ICT specialists. Not without significance in this matter is also increasing the accessibility of public administration for citizens by preparing administration employees for the gradual implementation of technological solutions. All these actions can result in maximizing the use of e-services, but the long-term view is important in this matter, which includes the modification of civic attitudes towards approval of the use of e-government.

Informatization in public administration[123]

It seems appropriate to state that the performance of public administration tasks is directly based on activities based on information that is acquired, recorded, transformed and transmitted. Individual administration activities can be clearly defined as an activity on information. However, all activities of public administration can be defined as operations performed with the use of obtained information. All human activities are associated with the processing of information, which leads to the development of society. We live in a world that can be described as an "infosphere". This term can be referred to information as an intangible good, although subject to communication with the participation of the human factor. The functioning of public administration without the participation of information is an element that is of fundamental importance to it. According to M.L. Mehl, "administration produces nothing; It shall be limited to receiving quantitative and qualitative information (...), process it and send it to the persons concerned (...)". Activities carried out as part of the performance of activities in public administration can be defined as information activities for which the acquisition of information, its processing and transmission is the essence of the activity. The product of public administration can be called its activities in the field of considering the content of information and creating new information in the form of products, such as decisions or creating components of these products, i.e. applications. Effective circulation of information in public administration is a factor that clearly determines the efficiency of its operation. The use of appropriate techniques of obtaining, processing and transferring information is the key to success. Legal activities in administration are also based on information processing. Procedural activities require the processing of information for proper implementation. The existence of these activities without information is not possible. The authorities that conduct the proceedings in the course of their activities must collect, create and make available information. Those authorities may, in the course of proceedings, use information which they have, create and obtain in the course of proceedings from persons taking part in those proceedings as parties to the proceedings or from other persons involved in the proceedings. All activities of the authority during the proceedings produce information, thereby increasing their information resources. The mere termination of the proceedings also results in the production of information. Information created in proceedings is information that is contained in administrative files (these may be decisions or decisions), as well as the content of the decision or information on the legal and factual status contained in the justifications of individual administrative acts. The need for information circulation is a clear need in public administration, which is a reference point for information recorded and obtained in the form of an electronic document. In the circulation of information, it is necessary to build an effective relationship not only between the administration and the citizen, but also between the authorities themselves, depending on the parties involved in the transmission of information. Since these relationships are the result of regulations, they can be treated as legal relationships. If these relations result from the provisions of administrative law, they can be defined as administrative and legal relations. Relations between authorities resulting from individual provisions in the use of information can, in the doctrine, be defined as information relations or as legal and informational relations. These relations are established in the process of obtaining, registering, archiving and transferring information during the implementation of activities in public administration bodies. In situations of an administrative and legal nature, the relationship with the use of information may have a more complex degree of complexity. For the proper course of administrative and legal activities, the use of information is necessary due to the need to establish, due to the necessary identification of the parties to the relationship or due to the need to indicate the party's request. Where an act constitutes an end in itself, that is to say, it requires a legally defined competence of an administrative authority, a distinction must be made between

[123] G.Sibiga "The use of information technology in general administrative proceedings", C.H.Beck Publishing House, 2019, chapter I, pp.14-18

information received from a party and information received from other persons participating in the procedure.

Regardless of the angle from which we will consider the use of information, all actions of administrative bodies during the implementation of legal provisions against another entity, also in the field of individual matters, it is an action inseparably connected with the activity on information. When performing activities, due to the importance and nature of these activities, it is necessary to record information. Public administration activities are performed on the basis of previously recorded information, which should be treated and defined as a document. Not without significance is the issue of using an appropriate medium to record this information and the method of transferring such archived information. Information stored on media and stored and transmitted on media is a source of knowledge. The evolution of techniques for processing information in digital form allows us to conclude that information does not exist without a medium. The medium for information in the performance of the tasks of the authorities is of secondary importance, while the information itself is of primary importance. The computerization of public administration activities is a breakthrough in the change of the method of medium from paper to digital, the process of transferring information and enables the implementation of some tasks without the participation of the human factor. The use of the possibilities offered by the use of information technology opens up new ways not only in the field of processing, saving and transferring information, but also in the field of automation of activities carried out during the management of the received information.

Summary

Cybersecurity is an important element for a citizen, organization or state. Implementation of new procedures and improvement of existing ones is an action that will allow you to build a safe and effective system in its operation. Functioning without procedures is impossible. Ensuring the protection of cyberspace at the national level enables the uninterrupted provision of services from the point of view of the citizen and improves the functioning of the economy. Continuous development and improvement is always a guarantee of success. Remember that cybersecurity and information security are not synonymous.

ABILITIES FOR INCREASING THE ELECTRONIC PROTECTION OF RADAR SENSOR NETWORKS BY USAGE OF MATRIX SIGNALS

Dilyan I. Dimitrov

Communication Networks and Systems Department, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University "V. Levski", Shumen, Bulgaria, dilyaniv@abv.bg

***Abstract**: Today radar sensor networks are widely used in intelligent complex systems. Due to this reason, they are prioritative targets for many criminal and theroristic groups, using the methods of electronic warfare. Accounting this situation, in the paper the abilities for increasing the electronic protection of radar sensor networks in hostile radio-electronic environment by usage of matrix signals are presented systematically.*

***Keywords**: Radar sensor network, Electronic protection, Matrix signal*

Introduction

Today radar sensor networks are widely exploited in intelligent factories, smart cars and smart homes [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7]. Due to this reason, they are prioritative targets for many criminal and theroristic groups, which try to disturb the proper operation of the above mentioned intelligent complex systems, using the methods of electronic warfare.

Accounting this situation, the aim of this paper is to present systematically the abilities for increasing the electronic protection of radar sensor networks in hostile radio-electronic environment by the means of matrix signals.

The paper is organized as follows. First, the basic properties of the matrix signals are recalled. After that the methods for electronic protection, which can exploit effectively the peculiarities of matrix signals, are explored. At the end the main results of the study, conducted in the paper, are summarized.

1. Mathematical Model of the Matrix Signals

Most often, the digital signal processing in the receiver of a radar can be described by the following polynomial model [8], [9]:

$$\left[\sum_{i=0}^{N-1} \mu(i)x^{i}\right]\left[\sum_{i=0}^{N-1} \mu^{*}(i)x^{-i}\right] = \sum_{r=-N+1}^{N-1} P_{\mu\mu}(r)x^{r} \ . \tag{1}$$

In (1) the following notations are used.

First, the digital signal

$$\{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} = \{\mu(0), \mu(1), \dots, \mu(N-1)\} \tag{2}$$

consists of the samples of the digitalized echo-signal. As the echo-signal is produced by reflection of the probe signal from the surface of some object, the echo-signal is a diminished copy of the probe signal of the radar transmitter [3], [8], [9]. Due to this reason, the samples (2) are complex numbers, presenting the complex envelopes of the elementary phase symbols (or chips) with duration τ_{ch}, forming the probe signal.

Analogously, the sequences of complex numbers

$$\{\mu^*(i)\}_{i=0}^{N-1} = \{\mu^*(0), \mu^*(1), \dots, \mu^*(N-1)\}, \tag{3}$$

$$\{P_{\mu\mu}(r)\}_{r=-N+1}^{N-1} = \{P_{\mu\mu}(-N+1), \dots, P_{\mu\mu}(-1), P_{\mu\mu}(0), \dots P_{\mu\mu}(N-1)\}, \tag{4}$$

are the samples of the finite response matched filter (MF), used in the radar receiver, and the autocorrelation function (ACF) of the digital signal (2) respectively.

In (3) the symbol "*" stands for "complex conjugation".

Second,

$$F_\mu(x) = \sum_{i=0}^{N-1} \mu(i) x^i \tag{5}$$

is the so-called generating function or Hall polynomial, associated with the digital signal (2).

It should be pointed out that the powers of the variable x^{-i}, x^i denote "overtaking or delay at i time-clocks with duration τ_{ch} during the signal processing" respectively.

Analogously, the generating functions (Hall polynomials) of the digital signals (3) and (4) are

$$F_\mu^*(x^{-1}) = \sum_{i=0}^{N-1} \mu^*(i) x^{-i}, \tag{6}$$

$$F_{P_{\mu\mu}}(x) = \sum_{r=-N+1}^{N-1} P_{\mu\mu}(r) x^r. \tag{7}$$

Now it should be taken in consideration, that performance quality of the radar sensor networks is worsened mainly by the so-called self-interferences (SIs) and multi-access interferences (MAIs) [3], [4], [5], [8], [9].

The SIs can be explained as follows. The most often in the radar receiver an input mix of echo signals, reflected by different objects, is present. In such situations, the ACF sidelobes of echo-signals of more huge objects can mask the ACF main lobes of echo-signals of smaller objects, which may be more important.

The MAIs are result of the simultaneous work of many radar sensors and other radio electronic devices in a common frequency band.

In our previous papers [9], [10], it is proved that the deleterious effects of SIs and MAIs can be significantly diminished by the means of families of sets of phase manipulated (PM) signals, which are sent/received by the means of different carrier frequencies. Namely, let a radar sensor network uses simultaneously the following system of M different carrier frequencies

$$\{f_1, f_2, \dots, f_M\} \tag{8}$$

for transmission/reception of PM signals.

This means that the probe pulse of the m-th radar sensor, $k = 1, 2, \dots, M$, can be presented in the following matrix form

$$\begin{pmatrix} h_{k1} g_{11} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \odot h_{k2} g_{12} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \odot \dots \odot h_{kM} g_{1M} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \\ h_{k1} g_{21} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \odot h_{k2} g_{22} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \odot \dots \odot h_{kM} g_{2M} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ h_{k1} g_{M1} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \odot h_{k2} g_{M2} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \odot \dots \odot h_{kM} g_{MM} \{\mu(i)\}_{i=0}^{N-1} \end{pmatrix}, \tag{9}$$

which gives reason the above families of sets of PM signals to be called families of matrix signals.

In (9) the following notations are used.

First, the symbol "$\odot$" means concatenation.

Second, g_{mn} and h_{mn}, $m = 1, 2, \dots, M, n = 1, 2, \dots, M$, are the elements of two (not necessarily different) unitary orthogonal matrices, which sizes are $M, M \geq 2$. This means that all entries of G and H have unit magnitude and their columns are orthogonal (as a result their rows are orthogonal also), i.e.

$$\begin{bmatrix} g_{1n_1} \\ g_{2n_1} \\ \dots \\ g_{Mn_1} \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} g^*_{1n_2} \\ g^*_{2n_2} \\ \dots \\ g^*_{Mn_2} \end{bmatrix} = C_{gn_1} \otimes C^*_{gn_2} = \sum_{m=0}^{M-1} g_{mn_1} g^*_{mn_2} = \begin{cases} M, n_1 = n_2, \\ 0, n_1 \neq n_2, \end{cases} \tag{10}$$

$$\begin{bmatrix} h_{1n_1} \\ h_{2n_1} \\ \dots \\ h_{Mn_1} \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} h^*_{1n_2} \\ h^*_{2n_2} \\ \dots \\ h^*_{Mn_2} \end{bmatrix} = C_{hn_1} \otimes C^*_{hn_2} = \sum_{m=0}^{M-1} h_{mn_1} h^*_{mn_2} = \begin{cases} M, n_1 = n_2, \\ 0, n_1 \neq n_2. \end{cases} \tag{11}$$

The advantages of the matrix signals can be summarized as follows.

First, the PM signals can be generated by simple, reliable and cost-effective digital devices.

Second, the matrix signals are wideband as they exploit sets of $M, M \geq 2$ carrier frequencies. As a result, the spectral density of signals can be very small, which provide electromagnetic compatibility with other radio communication systems as well as very low probability of detection by the electronic reconnaissance of the criminal and theroristic groups.

Third, the aggregated ACF of every matrix signal as well as the aggregated cross-correlation function (CCF) of every pair of matrix signals in a family resemble a delta-pulse, i.e. their sidelobes are small or are completely absent.

Forth, C_{gn_1}, $C^*_{gn_2}$, and C_{hn_1}, $C^*_{hn_2}$ are the n_1-th column and the complex conjugate of the n_2-th column of the orthogonal matrices G and H respectively.

The concept of matrix signals is clarified by the following example.

Example. Let the PM signal (2) be

$$\{\mu(i)\}_{i=0}^{2} = \{1,1,-1\}. \tag{12}$$

Besides, let the unitary orthogonal matrices G and H be

$$G = H = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}. \tag{13}$$

In this situation it is possible to build a radar sensor network with $M = 2$ radar sensors, which can operate simultaneously practicaly without SIs and MAIs, if their probe pulses form the following family of two matrix signals:

$$S_1 = \begin{pmatrix} 1 \times \{1,1,-1\} \odot 1 \times \{1,1,-1\} \\ 1 \times \{1,1,-1\} \odot -1 \times \{1,1,-1\} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{11} = \{1,1,-1,1,1,-1\} \\ S_{12} = \{1,1,-1,-1,-1,1\} \end{pmatrix}, \tag{14}$$

$$S_2 = \begin{pmatrix} 1 \times \{1,1,-1\} \odot -1 \times \{1,1,-1\} \\ 1 \times \{1,1,-1\} \odot 1 \times \{1,1,-1\} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} S_{21} = \{1,1,-1,-1,-1,1\} \\ S_{22} = \{1,1,-1,1,1,-1\} \end{pmatrix}. \tag{15}$$

At the one hand, fig. 1 and fig. 2, where the ACFs of matrix signals (14) and (15) are presented, demonstrate that SIs for each of radar sensors are very small. This conclusion ensues from the fact that each of aggregated ACFs (fig. 1c, fig. 2c) has only one sidelobe, which magnitude is small relatively to the peack lobe.

At the other hand, fig. 3 shows that MAIs between the radar sensors are completely absent, as the aggregated CCF (fig. 3c) does not possess any lobes.

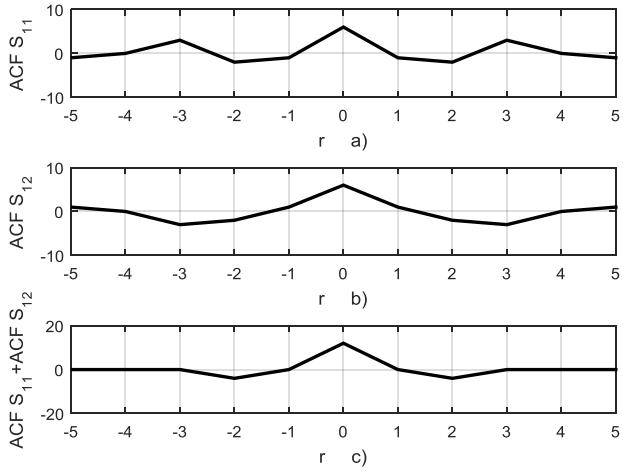


Figure 1. Autocorrelation functions of matrix signals (14)

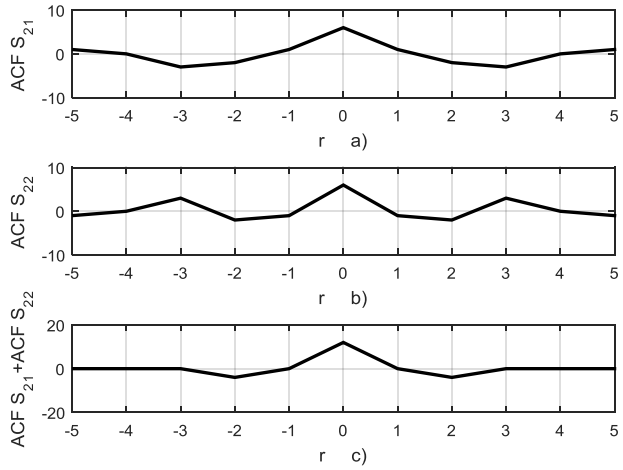


Figure 2. Autocorrelation functions of matrix signals (15)

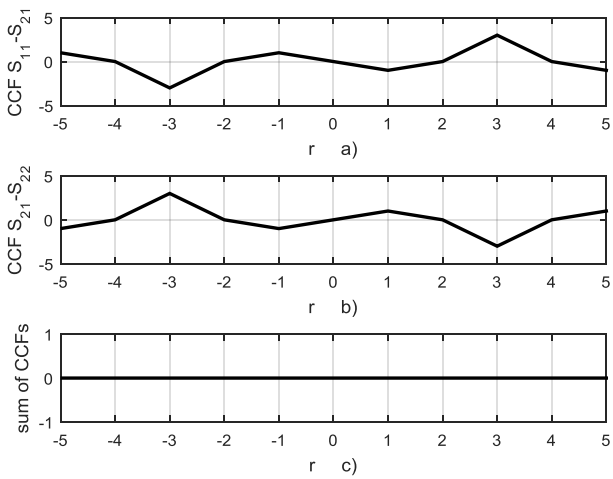


Figure 3. Cross-correlation functions of matrix signals (14) and (15)

2. Analysis of Abilities for Increasing the Electronic Protection of Radar Sensor Networks by the Means of Matrix Signals

As known [11], electronic warfare (EW) is the art and science of denying an enemy the benefits of the electromagnetic spectrum while preserving them for friendly forces.

The electronic warfare subareas are [11]:

SA 1) Electronic warfare support (ES), which aims to detect, intercept, identify, locate and/or localize sources of intended and unintended radiated electromagnetic (EM) energy.

The above functions are performed by the signals intelligence (SIGINT), which analyzes and identifies: frequency, bandwidth, modulation ("wave- form") and polarization of the intercepted transmissions.

The signals intelligence (SIGINT) is divided in:

- electronic intelligence (ELINT);
- communications intelligence (COMINT);
- foreign instrumentation signals intelligence (FISINT).

SA 2) Electronic attack (EA) presents actions to interfere with enemy radar or communications (formerly known as electronic countermeasures, ECM). It includes:

- passive jamming, expendables (decoys), chaff;
- active jamming (by the means of special radio interferrence generators);
- barrier jamming;
- deception jamming.

SA 3) Electronic protection (EP) comprisses the features of radars or communications systems that reduce the effectiveness of enemy EW (formerly known as electronic counter- countermeasures, ECCM).

From the point of wiev of the used physic principles these feasures are classified as follows [11]:

- anti-passive;
- anti-active;
- electronic camouflage;
- low probability of intercept (LPI) measures for radars and communications;
- "stealth" technology.

The electronic protection measures are classified as follows [11], [12], [13]:

EPM 1) Electromagnetic hardening, which comprises the action taken to protect personnel, facilities and/or equipment by blanking, filtering, attenuating, grounding, bonding and/or shielding against undesirable effects of electromagnetic energy.

EPM 2) Electronic masking, which controls the radiation of electromagnetic energy on friendly frequencies in order to protect the emissions of friendly communications and electronic systems against enemy electronic warfare support measures/signals intelligence without significantly degrading the operation of friendly systems.

EPM 3) Emission control, which is a selective and controlled use of electromagnetic, acoustic or other emitters to optimize command and control capabilities while minimizing the following for operations security: detection by enemy sensors, mutual interference among friendly systems and enemy interference with the ability to execute a military deception plan.

EPM 4) Electromagnetic spectrum management, which comprises: planning, coordinating and managing joint use of the electromagnetic spectrum through operational, engineering and administrative procedures.

EPM 5) Wartime reserve modes, which are characteristics and operating procedures of sensors, communications, navigation aids, threat recognition, weapons and countermeasures systems that will contribute to military effectiveness if unknown to or misunderstood by opposing commanders before they are used, but could be exploited or neutralized if known in advance.

EPM 6) Electromagnetic compatibility which is the ability of systems, equipment and devices that use the electromagnetic spectrum to operate in their intended environments without causing or suffering unacceptable or unintentional degradation because of electromagnetic radiation or response.

The analysis in the previous section of the paper shows that the usage of matrix signals allows the electronic protection measures EPM 2, EPM 3, EPM 4, EPM 5 and EPM 6 to be applied successfully in radar sensor networks. This conclusion ensues from the following pecuiliarities of the matrix signals.

First, the matrix signals are wideband as they exploit sets (8) of $M, M \geq 2$ carrier frequencies. As a result, the spectral density of signals can be very small, which provide electronic masking, possibilities for emission control as well as electromagnetic spectrum management and compatibility with other radio communication systems.

Second, the matrix signals form an infinite class of signals with ideal cross-correlation and perfect or nearly perfect autocorrelation properties. Indeed, at one hand the initial signal (2) in the synthesis of matrix signals can be every PM signal with perfect or nearly perfect autocorrelation. In the specialized literature several infinite classes of such signals are descriebed [14], [15], [16]. Besides, from a PM signal with perfect or nearly perfect autocorrelation many other derivative PM signals can be obtained by applying of several equivalence transformations, preserving the autocorrelation properties [16].

At other hand the unitary orthogonal matrices exist for infinitely many values of M. More over, for every given value of M they form an algebraic group. This makes possible a very large set of unitary orthogonal matrices to be generated by matrix multiplication of small quantity of "initial" orthogonal matrices.

Obviously, the ability to change dynamically in a pseudo-random manner the exploited matrix signals, using a huge base of matrix signals, allows all electronic protection measures EPM 2, EPM 3, EPM 4, EPM 5 and EPM 6 to be applied successfully in the radar sensor networks.

3. Conclusion

The paper prolongates in more detail the study of matrix signals, presented in [9] and [10]. On this base the abilities for increasing the electronic protection of radar sensor networks in hostile radio-electronic environment by the means of matrix signals are analyzed and systematized.

The conclusions, substantiated in the paper, could be used in the development of new radar sensor networks, which exploit effectively the electromagnetic spectrum and possess a high electronic protection against attacks of criminal and theroristic groups, using the methods of electronic warfare.

Acknowledgments

This paper is supported by the National Scientific Program "Security and Defense", approved with Decision № 171/21.10.2021 of the Ministry Council of Republic of Bulgaria.

References

1. Ignatova, T., Nedelchev, M., & Bedzheva, M. (2022). Contemporary approaches for effective radio spectrum utilization. *Proceedings of University of Ruse - 2022, volume 61, book 3.2.*, pp. 161-166 (in Bulgarian), ISSN 1311-3321 (print), ISSN 2535-1028 (CD-ROM), ISSN 2603-4123 (on-line);
2. Iliev, M., & Bedzheva, M. (2020). An approach for application of UAVs for observation of processes in agriculture. *Proceedings of 7th International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering* (*EE&AE 2020*), *12-14 November 2020, Ruse, Bulgaria;*
3. Vasilev, V. (2007). Stochastic model of complex ISAR signals and spatial correlation image reconstruction procedure. *Proceedings of the 32nd International scientific conference "Modern technologies in the 21st century", Buharest, Romania*, ISBN 978-973-640-127-5;

4. Kumari, P., Choi, J., Prelcic, N., & Heath, R. (2018). IEEE802.11 ad-based radar: An approach to joint vehicular communication-radar system," *IEEE Transactions on Vehicular Technology, Volume 67, Issue 4, April 2018*, pp. 3012-3027;
5. Yosifov, Y. V., Peshev, T. G., & Kulev, N. Z. (2015). Synthesizing an adaptive algorithm to estimate parameters of a moving target. *Proc. of Int. Sc. Conf. "Defense, security and military technology," Shumen, Bulgaria*, pp. 204-211, ISSN 2367-7902. Retrieved from https://aadcf.nvu.bg/scientific_events/papers/NS_2015.pdf;
6. Nedelchev, M., & Bogdanov, R. (2019). Military software defined radio systems - advantages and challenges. *CIO, July 2019*, pp. 73-75, ISSN 1312 – 5605 (in Bulgarian);
7. Slavov, D., & Nedelchev, M. (2023). Impact of weather conditions on flights and aircraft. *Proceedings of the international scientific conference "Scientific research and education in the air force – AFASES 2023", Brasnov, Romania*, pp. 47-52, ISSN, ISSN-L: 2247-3173, DOI:10.19062/2247-3173.2023.24;
8. Bedzhev, B., & Dimitrov, D. (2023). Generalizations of the recursive methods for synthesis of complementary pairs of phase manipulated signals. (*In press*);
9. Bedzhev, B., & Dimitrov, D. (2023). A model of signal processing in software defined radio communication systems. (*In press*);
10. Bedzhev, B., Dimitrov, D., & Bedzheva, M. (2023). A method for synthesis of families of sets of phase manipulated signals with optimal correlation properties. *Proceedings of the international scientific conference "Scientific research and education in the air force – AFASES 2023", Brasnov, Romania*, pp. 11-16, DOI: 10.19062/2247-3173.2023.24.1;
11. Wolff, C. B. W. (2022). Radar and electronic warfare-eGuide. *Rohde&Schwarz.* Retrieved from https://scdn.rohdeschwarz.com/ur/pws/dl_downloads/premiumdownloads/premium_dl_brochures_and_datasheets/premium_dl_ebook/Radar-and-electronic-warfare_eGuide-misc_en_3683-4778-92_v0100.pdf;
12. Nikolov, L., & Slavyanov, K. (2017). On the contemporary cybersecurity threats. *I st International scientific conference "CONFSEC 2017", 11-14.12.2017, Borovets*, pp. 142-144, ISSN Print: 2603-2945, ISSN Online: 2603-2953;
13. Nikolov, L. G. (2018). Wireless network vulnerabilities estimation. *International Scientific Journal "Security & Future", Vol. 2 (2018), Issue 2*, pp. 80-82; WEB ISSN 2535-082X; PRINT ISSN 2535-0668;
14. Schmidt, K.-U. (2015). Sequences with small correlation. Retrieved from https://arxiv.org/abs/1602.03722;
15. Katz, D. J. (2018). Sequences with low correlation. Retrieved from https://arxiv.org/pdf/1806.04707.pdf;
16. Iliev, M., Nikolov, N., Dimitrov, M., &Bedzhev, B. (2020). Genetic algorithm for synthesis of binary signals with optimal autocorrelation. *Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Information Technologies (InfoTech-2020), 17-18 September 2020, St. St. Constantine and Elena, Bulgaria.*

THE ROLE AND ADVANTAGES OF MACHINE LEARNING AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN DEFENSE CYBERSECURITY

Toni B. Borisov, Dimitar I. Raev

Departament of Armament and Computer-Aided Design, Artillery, Air Defense Communication and Information Systems Faculty, National Military University „V. Levski", Shumen, Bulgaria, toniborisov2000@gmail.com, divanovraev@gmail.com

***Abstract**: AI and machine learning have become increasingly important to defense cybersecurity. Their applications can improve cybersecurity efforts through detection, response, and mitigation. Technologies provide real-time threat assessment capabilities, as well as adaptive defensive systems and evolving threat predictions. Defending digital assets requires the integration of machine learning and AI.*

***Keywords**: artificial, intelligence, cybersecurity, machine, learning*

Introduction

Cybersecurity in defense, in a technologically driven age, is pushing the boundaries of innovation. Now, when digital infrastructure is crucial, protecting these assets is vital. Emerging as potent weapons, machine learning, and AI join forces in the fight against cyber threats.

A significant shift in approach, integrating machine learning (ML) and artificial intrelligence (AI) into defense cybersecurity means defending our digital borders. Detecting, responding to, and neutralizing threats have opened up new opportunities with advanced technology. Through an examination of their complex interplay, this report delves into how machine learning and artificial intelligence impact defense cybersecurity. Fundamental principles will be investigated, along with their application in defense cybersecurity, and their advantages evaluated. By grasping their application in bolstering digital security protocols, countries and businesses can learn valuable lessons from the constantly evolving nature of cyberattacks and the sophisticated tactics needed to effectively combat them.

In today's era of digital transformation, the fusion of machine learning and artificial intelligence with cybersecurity is no longer a privilege but a must. Examining the digital realm's security with thoroughness, this report sheds light on the repercussions, challenges, and optimistic future scenarios.

1. Brief History of AI and ML in Cybersecurity

The history of AI and ML in cybersecurity spans several decades. While early efforts focused on rule-based systems for anomaly detection during the mid to late 1980s, the rise of Big Data after 2000 drove significant changes for AI and ML [2].

As technology became more sophisticated, machine learning algorithms emerged as a powerful tool for threat detection. In the late 2000s, the application of supervised learning algorithms paved the way for more accurate threat detection and prevention. Unsupervised learning algorithms followed suit, enabling the identification of anomalous patterns and previously unknown threats [2].

Machine learning algorithms have emerged as powerful weapons against threats. Marking an important milestone, the adoption of supervised learning algorithms in the late 2000s improved threat detection and prevention precision significantly. The subsequent advancements in unsupervised learning led to increased exploration, revealing unknown patterns and emerging dangers.

Deep learning's transformative impact, prominent in the 2010s, revolutionized cybersecurity. Extensive dataset processing and complex pattern revelation were revolutionized by its capabilities. Center stage, NLP techniques, and their ability to uncover deep insights and detect intricate social engineering tactics.

Cybersecurity in today's age is spearheaded by AI and machine learning. Evolution is crucial in response to an always-changing threat landscape; this is why they continue to innovate. Employing their analytical might, they identify patterns, anomalies, and potential dangers in vast datasets with exceptional accuracy. Dynamic cyber threats require swift adaptation, which this fusion enables through analysis and response in real time.

2. Advantages and Disadvantages

Machine learning and Artificial Intelligence are powerful tools to bolster defenses against cyber attacks, yet can also be weaponized by attackers to cause destruction. Therefore, these technologies must be utilized safely by reviewing them carefully for potential risks.

Cyber threats are ever-evolving. The threat landscape is filled with numerous attack vectors such as Trojans (malware that enters systems disguised as regular software), DDoS attacks (disrupting networks with multiple requests in an attempt to take over its functions or cause server overload), and data breaches (stealing sensitive information from a system). Machine Learning/AI technologies enable cybersecurity teams to detect patterns quickly while adapting faster in responding to changing threat landscapes.

AI can help employees save time by streamlining and automating routine tasks that previously required their manual effort, freeing them up for more complex issues. AI is also capable of detecting threats based on potential impact to help security teams more efficiently allocate resources and limit downtime when faced with an attack.

Human error is the root of many cyber attacks, and AI and ML technologies can reduce human errors by automating manual tasks - helping prevent attacks that go undetected for longer.

One of the greatest advantages of AI in security is its scalability. As businesses grow, their security needs can quickly outstrip what their current staff and processes can manage; with machine learning (ML), these processes can be scaled up by automating them so employees can focus on more strategic, high-level issues.

Like any technology, AI in security comes with potential drawbacks. AI may become vulnerable to value lock-in if it reinforces or amplifies existing values, beliefs, and biases; this could cause skewed decision-making and hinder international cooperation through embedded assumptions of AI systems. Therefore, for optimal use, the design of AI must incorporate interpretability and explainability features as part of its design to mitigate this risk.

Prioritize security in developing AI systems as you develop them. Integrity checks should be performed for data, executables, and libraries used in their creation. Integrating security into the engineering lifecycle is of utmost importance, as is convening cybersecurity and AI development teams together for discussions regarding best practices and program reviews. As such, AI deployment in cybersecurity may help mitigate risks related to adversarial AI - where attackers leverage AI for attacks or disrupt detection models - with some obstacles being presented when adopting it; however, the benefits outweigh them; by employing proven solutions and consulting with experts, your business can successfully deploy and maintain its security systems without interruption or compromise.

The main disadvantages can be summed up in the following categories:

- **False Positives**

One of the most significant disadvantages of AI in cybersecurity is the potential for false positives. AI-powered security systems rely on machine learning algorithms that learn from historical data. However, this can lead to false positives when the system encounters new, unknown threats that do not fit into existing patterns. False positives can result in alert fatigue, where security teams become overwhelmed by a large number of false alarms and may miss genuine threats [3].

- **Cybersecurity Skills Gap**

Another disadvantage of AI in cybersecurity is the skills gap that currently exists in the industry. AI-powered security systems require skilled professionals who can develop, implement, and manage the technology. However, there is currently a shortage of professionals with the necessary skills and experience to work with AI in cybersecurity [3].

- **Cost**

Implementing AI-powered security systems can be expensive, especially for smaller organizations with limited budgets. The technology requires specialized hardware, software, and skilled professionals to develop and maintain the systems [3].

- **Hackers use AI**

Hackers can use AI to develop more advanced attacks and to evade detection by AI-based security tools. Similarly, while neural fuzzing can help identify vulnerabilities, it can also be used by hackers to gather information about the weaknesses of a target system [3].

Organizations need to carefully consider the advantages and disadvantages of AI in cybersecurity and weigh the benefits against the costs and risks. Implementing AI-powered security systems requires a comprehensive security strategy that includes other technologies and human expertise to provide a layered defense against evolving threats. In summary, while AI is a promising technology in the cybersecurity space, it is not a panacea for all security challenges, and organizations must remain vigilant in their approach to cybersecurity [3].

3. Challenges of the Technology

As technology becomes increasingly automated, security and intelligence teams must ensure these systems remain secure. AI has quickly become an essential element of this effort; however, its use poses several unique challenges that must be met before becoming an effective defense weapon.

First and foremost, it is crucial to recognize that AI does not innately have either good or bad qualities; just like any powerful tool it can be utilized both maliciously and to do good - in this instance cybersecurity AI may help thwart attacks faster while detecting threats quicker.

Utilizing machine learning (ML) can also speed up response times to attacks. As humans struggle to keep up with all the security alerts they encounter every day, using ML can enable systems to react faster than humans - leading to significant reductions in response times.

Software testing can also help identify unknown threats and zero-day attacks, as well as detect any software and hardware issues that require faster fixes or are related to better anticipating future needs. This will ultimately ensure the defense industry stays one step ahead of attackers.

Machine learning (ML) can also be utilized to detect anomalies and suspicious behavior that would otherwise go undetected by human analysts. Furthermore, its capacity to process vast amounts of data allows it to detect issues more accurately.

The ethical use of AI presents another challenge, which includes balancing data collection with machine learning models to maintain effective defenses while safeguarding privacy regulations and complying with them. Noteworthy is the fact that many tech teams lack the training or expertise required to make such decisions independently.

AI systems carry with them a risk of value lock-in that could perpetuate existing biases or beliefs, leading to biased decision-making and hindering international cooperation. To avoid these potential issues, we must create an environment that fosters critical thinking while viewing human intuition and AI as complementary forces rather than competitors.

Utilizing Machine Learning and AI for defense will require taking an unconventional approach to data and personnel management, including certification of training data and processes, secure supply chains, continual evaluation, standardization, and an understanding of what makes AI trustworthy - ultimately leading to the creation of certifiably trustworthy AI capable of fulfilling its role effectively in cybersecurity defense.

Defense CyberAI continues to evolve and become a formidable defensive weapon despite the challenges faced. The military must engage in research, create a plan, and enter competitions to be fully prepared against any new threats that arise.

4. Three ways AI and ML can help with Cybersecurity

- **Anomalies**

Anomalies can be found with the help of AI and Machine Learning, which use the study of behavior and factors that are always changing to find unusual things that could be signs of an attack [1].

Cybersecurity relies heavily on identifying irregularities to safeguard digital assets. Established patterns often have subtle deviations known as anomalies, which sometimes precede harmful acts. Anomaly detection in this context, thanks to the combination of AI and ML, has ushered in an era.

AI and ML, fueled by their capacity to discern subtle behavioral cues and analyze variables in constant motion, have emerged as crucial assets in uncovering unexpected phenomena. Through comprehensive analysis of user behavior, network traffic, and system interactions, these technologies identify unusual occurrences indicative of an approaching cyber attack.

- **Predicting future data breaches**

AI and Machine Learning make it possible to handle large amounts of different types of data to predict cyber threats before they happen [1].

Future data breaches can be predicted, one of the most promising aspects of AI and ML in cybersecurity. In today's digital age, the sheer volume of diversified data makes conventional threat prediction techniques obsolete. Data-crunching capabilities allow AI and ML to empower organizations to predict cyber threats, rather than simply reacting to them after the fact.

These technologies scan through massive volumes of data to discover minute patterns and relationships that would otherwise go unnoticed. Data insights hidden within, AI and ML can detect early warnings enabling security teams to prepare and defend against possible attacks.

- **Responding to data breaches in real-time**

AI and Machine Learning can send alerts when a cyber threat is found, or they can act on their own without any help by instantly building defense changes when an attack is found [1].

All the difference can be made by the speed of response in the face of a cyber threat. Real-time defense capabilities are offered by AI and ML, serving as the linchpin of cybersecurity. Once a cyber threat is detected, swift action is taken by these technologies.

Immediate alerts are the ability of AI and ML systems to detect suspicious activities or potential breaches. With the autonomy to initiate defense mechanisms, they can proceed without human involvement. Pivotal in minimizing damage, limiting exposure, and enhancing mitigation chances is this rapid response capability.

While automation plays a role, the union of AI and ML with cybersecurity also boosts digital defense through a more comprehensive approach. Identifying anomalies, predicting breaches, and reacting swiftly are the strengths of these technologies, forming an impenetrable shield against contemporary cyber dangers. Anticipation and adaptation are crucial when it comes to securing the future of cybersecurity.

5. The Future

As cybersecurity threats increase in number and severity, AI will become an invaluable asset to defense industry operations. Automating repetitive and time-consuming tasks for humans, enables them to dedicate more time towards what matters: stopping cyberattacks - with one occurring every 39 seconds it's vital that they can quickly recognize threats like these and respond effectively against them.

- AI and machine learning come into their own here, by processing huge volumes of data to recognize patterns in attacks faster than human teams could. AI/ML systems also enable human teams to speed up response times while augmenting capabilities and capabilities.

- AI and ML solutions can also save companies money in terms of cost; their affordability can allow companies to hire additional staff or invest in other security technologies - particularly important when facing ever-evolving threats that find new ways of bypassing traditional defenses.
- AI can provide organizations with an accurate picture of the threat landscape, helping them better understand and predict the actions of attackers. This can be particularly helpful when it comes to detecting evasive attacks such as polymorphic malware or advanced persistent threats; additionally, AI may assist in developing new defense strategies or improving existing ones.
- AI can also be highly adaptable; it quickly adapts to new environments by drawing upon experience and continually learning, while traditional solutions often rely on specific expertise for solutions. AI also processes massive amounts of data at lightning speed - something no human team could manage alone.

However, AI in military and defense applications comes with some risks that must be managed responsibly - including robust international regulation and transparency for AI weapon development, as well as accountability mechanisms. Failure to properly address these threats could leave nations strategically disadvantaged on the battlefield.

AI will become more integrated with existing security technologies to form an all-inclusive approach to protecting businesses against complex threats. Automatic threat detection and response software not only has the power to swiftly detect threats and respond but can also detect false positives and reduce manual intervention needs. SentinelOne is an endpoint protection and detection & response solution that combines automation with machine learning (ML) technology to detect modern threats quickly without the need for manual intervention from cybersecurity professionals.

Conclusion

Defense against cyberattacks depends heavily on AI and ML today. Evolving cyber threats are met by the central component of cybersecurity technology, which is in the ongoing battle.

Diverse benefits offered by AI and Machine Learning, according to the texts, have enhanced defense operations. Freeing up time allows humans to focus on swift and efficient threat response thanks to automation. Identification and action must happen rapidly to counteract each assault occurring once every 39 seconds.

Organizations can now allocate their resources more efficiently due to AI and ML's cost-effectiveness. With their adoption, enhanced understanding, prediction, and detection capabilities arise.

By leveraging prior experiences and ongoing education, AI becomes a powerful tool, reinforcing human team capabilities. Prudence in AI weapon development calls for inclusivity of transparency and responsibility to evade on-battlefield shortcomings.

ML and AI play critical parts in a holistic cybersecurity approach. Not only does faster detection and response offer enhanced security, but it additionally allows for the reduction of unwanted alarms and manual intervention.

Integration of AI and ML is no longer an option for military success. From cyber dangers, these technologies have matured into guardians. Intimately tied to defense's future is artificial intelligence.

References

1. Ai, T. (2023, July 7). How AI And Machine Learning Are Helping To Make The Internet Safer. AI and Machine Learning in Cybersecurity - eLearning Industry. https://elearningindustry.com/how-ai-and-machine-learning-are-helping-to-make-the-internet-safer;

2. Zvelo, B. (2023, May 17). AI and Machine Learning in Cybersecurity. AI And Machine Learning in Cybersecurity. https://zvelo.com/ai-and-machine-learning-in-cybersecurity/;

3. (2023, October 5). The Impact of AI on Cybersecurity: Advantages and Disadvantages. The Impact of AI on Cybersecurity: Advantages and Disadvantages|. https://www.ntrinsic.net/resources/blog/the-impact-of-ai-on-cybersecurity/.

THE ROLE OF THE USE OF VPN TECHNOLOGIES IN MILITARY OPERATIONS

Dimitar I. Raev, Toni B. Borisov

Department of Computer Systems and Technologies, Artillery, Air Defense Communication and Infor-mation Systems Faculty, National Military University „V. Levski", Shumen, Bulgaria, divanovraev@gmail.com, toniborisov2000@gmail.com

***Abstract**: In the realm of computer systems, there are endless tools, services, and systems that help us perform our tasks on a daily basis. VPN is one of them. In this report, I will look at its history, how it works and the possibilities and the future of its usage in military operations.*

***Keywords**: VPN, Military, Technology*

Introduction

In the 21st century, national security requires new technological levels of information security and protection. The development of Virtual Private Networks (VPNs) is becoming increasingly important. The priority modernization of this type of service is observed in many of the NATO armed forces. The sustainability of communication and information support, maintaining the mobility and security of military personnel and protecting information during operations are some of the benefits that this service gives us. This report will examine the role and significance of VPN technologies in military and defense operations, focusing on several key aspects.

1. History

Since forever, internet presence has demanded security-preserving protocols. Dating back to 1996, VPN history begins with PPTP, a creation by a Microsoft employee. Creation of a safer connection between computers and the internet through PPTP paved the way for contemporary VPNs.

With rise of internet popularity, there was increased need for advanced security measures. While anti-virus software may help protect end-users, the true need lies in strengthening network connections. That's where VPNs came in.

The creation of encrypted connection online is possible because VPN. Further clarification about these protocols will come later, part of the broader definition. They share the ability to link privately over a public network.

Business was where VPNs were initially employed. A turning point in the evolution of VPN technology came with the spate of highly publicized security breaches in the early 2000s. Online security concerns shifted focus after everyday internet users realized the dangers lurking beneath cyberspace.

Used today, VPN's aim to secure internet connections and mask user identities. Now easier to use and at an all-time low cost, a VPN remains a crucial online protection instrument.[2]

2. Working method

Unauthorized users cannot access a created point-to-point connection at its most basic level, VPN tunneling does. Creating a tunnel through preexisting networks uses a tunneling protocol.

Each VPN has its own unique tunneling protocol preferences, between OpenVPN and SSTP being two examples. Depending on the platform, the tunneling protocol employed may range from SSTP in Windows OS to other options, and this variation in encryptions strength is a common feature. Locally or in the cloud, a VPN client (software application) must run on the endpoint device. Background running, the client experiences. Unless it creates problems, the VPN client will go unnoticed by the user. By connecting via a VPN, a user's device will join a separate network while masked behind an obscured IP address and encrypted transmissions. Personal information protection comes from this, hiding it from attackers or those seeking access. A false sense of being somewhere other than where they truly are will be given to the user by a connection via tunnel to an exit node in a more distant place. As shown of figure 1.

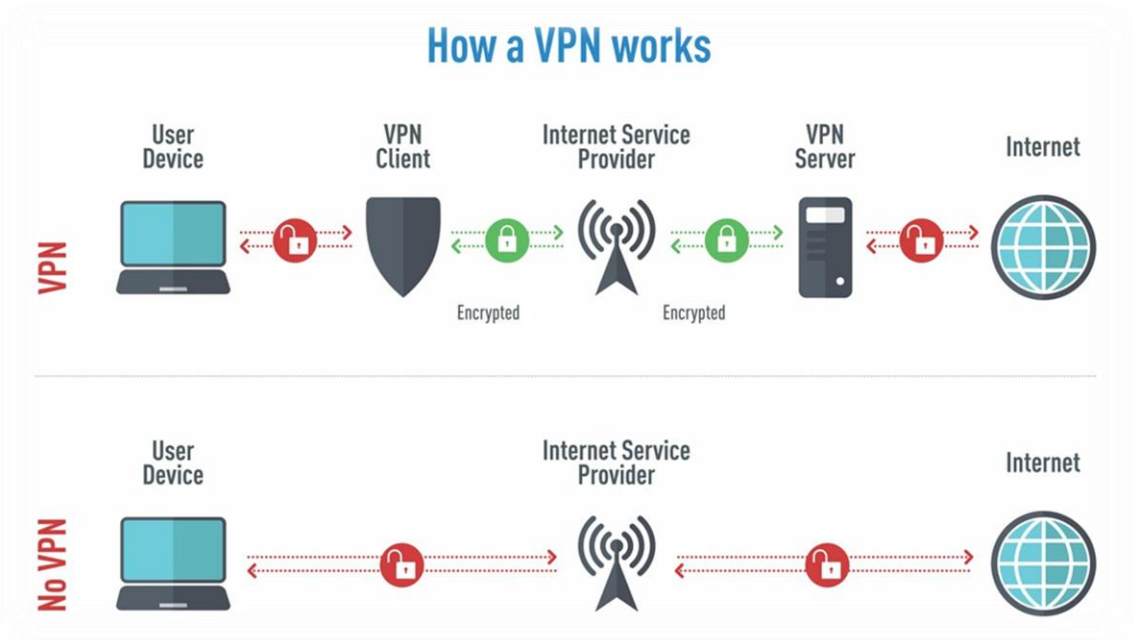


Figure 1. How VPN works [1]

VPNs create a link between a user's search history and the VPN server's IP address. From any of these locations, a user may seem to be through VPN servers. The effectiveness of a virtual private network depends heavily upon these elements: internet speed, available protocol options, encryption quality. IN

Organizations must take note of how external factors impact QoS and overall enterprise performance. A safety measure of last resort, the kill switch is sometimes used in VPN products. Kill switch ensures device separation from Internet if VPN link is cut off. IP addresses remain hidden. There are two types of kill switches: 1. When a device connects to a VPN, active kill switch protocols prevent unsafe network connections. Not being connected to a VPN means that it is disabled apart from server outages. 2. Protocols that are passive are more secure. Even when disconnected from the VPN server, devices will be unable to connect to non-VPN networks. [3]

3. Functions of VPN in Military Operations

Protection of communications: Of note among VPN technology applications, defending military communication is one key function. Enabling encryption of communications between military bases and command hubs they are used. Unauthorized attacks or eavesdropping are kept at bay by making certain information illegible, thereby securing military missions against intrusion with fundamental measures.

Protection of military bases and objects: Preventing intrusion and damage requires enhancing security measures around military bases. With VPN technology, network security and resource access controls are made possible through virtual private networks. Enhanced security translates to improved physical protection of military buildings thanks to this measure.

Remote work and mobility: Modern military strategy increasingly relies on remote work capabilities. Accessing data and tools while away from base requires VPN innovation. Through enhanced operational efficiency, troops can adjust rapidly to unpredictable ground situations.

Data Protection in Internet Operations: Data protection has assumed critical importance amidst growing Internet operations and associated threats like hacking and fraud. With encryption and anonymity, a VPN keeps sensitive data safe from prying eyes.

Practical examples and use in the military industry: Through case studies and practical examples, the report highlights the significance of VPN technologies, particularly within the military industry. Military hotspot operations, as well as securing communication with allied forces and creating secure connectivity options within the armed services, fall under these categories:

Protection of battlegroup data and communications, Special Operations Communications, Control of drones and unmanned aerial vehicles (UAVs), Protection of information centers and data, Combating cyber attacks. [4], [5], [6].

4. Benefits of using VPN in military operations

Without referring to strategies and doctrines, because they are classified, it can be said that the future of VPN in the implementation of military operations comes down to the following factors:

Enhanced Security: Through continued innovation, VPNs will remain critical for protecting military communications. An emphasis on cybersecurity in military operations is foreseen, with VPNs serving as a crucial means of encryption and channel security against adversaries.

Reduced Latency and Improved Speed: As VPN technology advances, latency drops and connections speed up. Real-time data transmission and communication are paramount in such operations that may mean life and death.

Integration with Other Technologies: Threat detection and auto responses will improve if military VPNs are integrated with emerging techs like AI and ML.

Stealth and Anonymity: Enhancing anonymity and stealth within the digital domain is exactly where military VPNs come into their own. Protecting soldiers' identities and locations requires solutions like Tor and blockchain technology.

Interoperability and Coalition Operations: With increased alliance formation, the importance of harmonious VPN integration grows. Military networks require interoperable communication to stay secure; this is essential.

Countermeasures and Cyber Warfare: Defensively and offensively, VPNs play an important role in cyber warfare. To counteract emerging cybersecurity risks, military groups must continue creating and modifying their VPN tactics. [7], [8].

5. Conclusion

Commonplace and essential in today's digital battlefield, VPN usage by the military has become crucial. Securing, protecting, and preserving the integrity of military communication channels, VPNs play a crucial role. Military operations will rely more heavily on VPNs as we move into the future.

These advancements: improved security; easy remote access; geo-specific access controls; lower latency; innovation fusion – will keep driving the growth and development of military VPNs. Operations will run smoother thanks to these technologies while simultaneously defending against cyberattacks.

Military VPN application development hinges on tackling lawful concerns with moral standards while advancing international cooperation through technology innovation.

The changing environment of modern warfare causes VPN technology roles in military operations to change. To ensure their operations remain secure, secret, and efficient, militaries need to incorporate VPNs into their tools.

References

1. How VPN works (2021). Retrieved from https://www.itaims.com/blog/a-basic-guidance-for-vpn-by-a-non-programmer.
2. The history of VPN (2018). Retrieved from The History of VPN creation | Purpose of VPN | Le VPN (le-vpn.com).
3. How Virtual Private Networks Work (2021). Retrieved from How a VPN (Virtual Private Network) Works | HowStuffWorks.
4. Dynamic VPNs for Coalitions (2006). Retrieved from Dynamic VPNs for Coalitions (dtic.mil).
5. Cyber Primer (2022). Retrieved from Cyber Primer 3rd Edition (publishing.service.gov.uk).
6. EUROCONTROL Guidelines for Civil Military Coordination Information Exchanges (2020). Retrieved from EUROCONTROL Guidelines for Civil Military Coordination Information Exchanges.
7. Department of Defense (DoD) Zero Trust Reference Architecture (2022). Retrieved from Department of Defense Zero Trust Reference Architecture.
8. The Future of VPN Technology: What to Expect in the Coming Years (2023). Retrieved from The Future of VPN Technology: What to Expect in the Coming Years (ts2.space).

NEURAL NETWORK FOR CYBERSECURITY

Angela R. Borisova

AADCIS Faculty, National Military University, Shumen, Bulgaria,
arborisova@nvu.bg

***Abstract**: Artificial intelligence (AI) with its techniques – Machine Learning (ML) and Deep Learning (DL) is the most developing area in computer science nowadays and one useful application is for Cybersecurity. There are algorithms developed for malware detection, but still lack of experimental data is the struggle among AI engineers. Furthermore, the complex charateristics of malicious network and computer behaviour determines a lot of questions to be answered in order to predict and prevent infections. A proposal for a neural network are discussed in this paper in favor of cybersecurity specialists. Having AI for malware detection decreases the load over personal treadmil tasks only if the resulting confusion matrix from the system in use brings correct outcomes.*

***Keywords**: Computer networks, Artificial Intelligence, Neural Networks, AI, Cybersecurity*

Introduction

Artificial intelligence for cybersecurity is used to identify, report, and ultimately investigate a specific problem while finding a solution to that specific problem e.g. definition of bad network traffic, presence of software virus in the system, etc. In such a manner, some decisons can be predicted with the help of a structure called „Knowledge graph". This knowledge graph is represented as a data structure and most often shows how the available information is visualized in the physical or logical world. In order to solve some of the mentioned problems, training of artificial neural networks (ANN) is resorted to. By their nature, neural networks form the basis of deep learning. ANNs receive input data and with its help are trained to recognize concrete patterns, classify them into a specific category, and convert their output into a predictive one, waiting for a new set of similar data. In the recent researches it is said that, in specialized systems, with the help of an ANN, a malware can be prevented from infection over a network infrastructure. In this paper, both neural networks in their nature and single-layer neural networks in particular, their training and their advantages and disadvantages will be discussed.

1. ANN - training

Let a square composed of 30 by 30 pixels be given. 900 pixels total. And a neural network built on the basis of this image (figure 1). Each pixel is fed as an input to each neuron (the basic processing units of a neural network are the neurons) of the first layer. Channels (connections) connect neurons from one layer to neurons from the next layer. Each link is assigned a numerical value called a weight. The next layer, named hidden layer, receives data from the previous layer, previously multiplying the input data values and their respective weights. Each of these neurons is associated with a bias, and this bias represents a numerical value which in turn is added to the input sum. The amount received is transferred to the so-called activation function (threshold function). The activation function for a small part of the network has the following form:

$$(x_1*0.2 + x_3*0.3) + b_1$$

This function determines whether the corresponding neuron will be activated. When one of the neurons is activated, it transmits data to the neurons in the next layer. The number of neurons in this layer is set according to the final number of desired classes [2]. Finally, the neuron with the highest value in the output layer fires and makes a prediction of what the output will be (in the particular case, the square has a higher weighting factor and this is the correct choice). In this way the data is propagated through the neural network and this propagation is called forward propagation. To really train the neural network however the initial input is fed with an actual output, and the neural network finally compares its predicted result with the actual output. When analyzing the result, if the forecast is wrong, it is monitored how big the deviation is and the direction of the deviation itself (whether the deviation is higher or lower than the actual value), and the goal is to reduce the error. After this analysis, all the information is fed back to the network, this time the direction of propagation is reversed and is called Backpropagation.

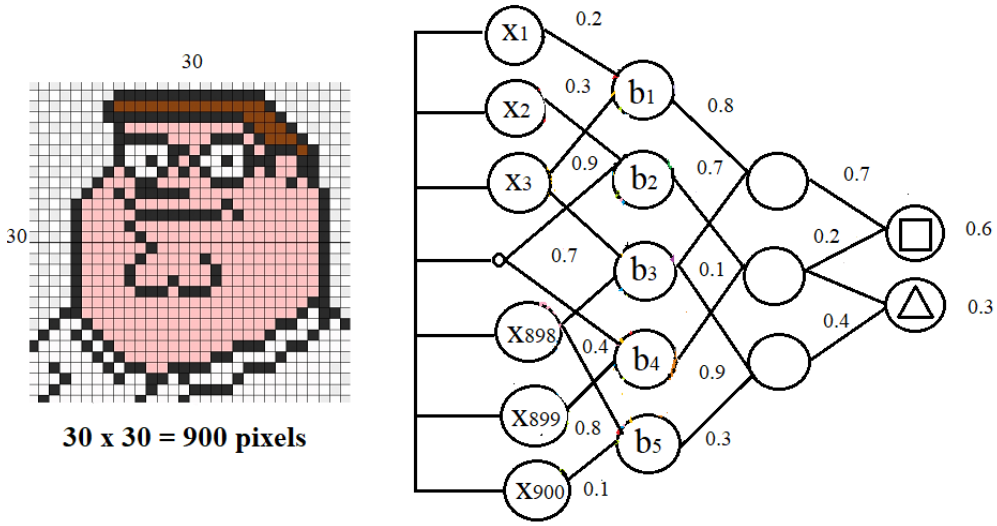


Figure 1. Example of neural network training, with weights presented

2. ANN - training in Matlab environment for cybersecurity needs

For the purposes of the experiment, a simple, single-layer neural network was created and trained to categorize traffic as normal or malicious based on the packets passing through the network. The training itself is supervised and takes place in the Matlab environment. In this particular case, a network is evaluated based on 12 criteria and they are presence of the following information:

1) SOURCE IP ADDRESS;
2) DESTINATION IP ADDRESS;
3) TCP SOURCE PORT;
4) TCP DESTINATION PORT;
5) TCP SYN FLAG (TCP Synchronize FLAG);
6) TCP ACK (TCP ACKNOWLEDGE);
7) DNS QUERY;
8) DNS ANSWER;
9) DNS PAYLOAD;
10) HTTP REQUEST;
11) HTTP RESPOND;
12) HTTP PAYLOAD.

The available 12 parameters as main entropy components, are extracted from each pakcet in a predefined timeslot session over a network, forming a .pcap file. These information parameters are converted into a table file appropriate for the ANN training. In order to present the data in numerical form, so that the necessary calculations can be performed thus deriving a correct predictive result, it is necessary that each of the 12 input nodes be categorized as 0 or 1. Logical 1 means the given component does not contain malicious action, i.e. the packet for this moment is legal, and 0 means that the corresponding element contains malicious information and is a potential threat to the security of the network, i.e. the packet for this moment is malicious. And since the training is controlled, the output compares the predicted result with a previously prepared actual one. The particular task releases an output quantity which is determined as *binary classification*. Such a classification is accompanied by the categorization of the input data into class 0 or class 1. In the present experimental setup the training of the neural network has gone through 50,000 epochs (1 epoch is equivalent to 1 cycle). The algorithm used for learning is *forward propagation*. The steps performed for the purpose of the experiment are:

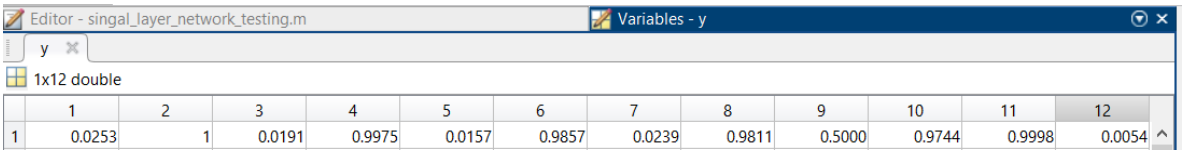
- sampling the input data and upload to the Matlab environment;
- conversion from tabular to binary matrix form [4] - the converted matrix is 12x12 in size;
- correct output results are set in the source code itself, with the help of which it will be monitored whether the obtained output result is correct;
- the weighted sum is calculated according to the well-known formula:

$$(x_1 * w_1) + (x_2 * w_2) + \ldots + (x_n * w_n),$$

where **n** is the number of parameters used (in this case = 12);

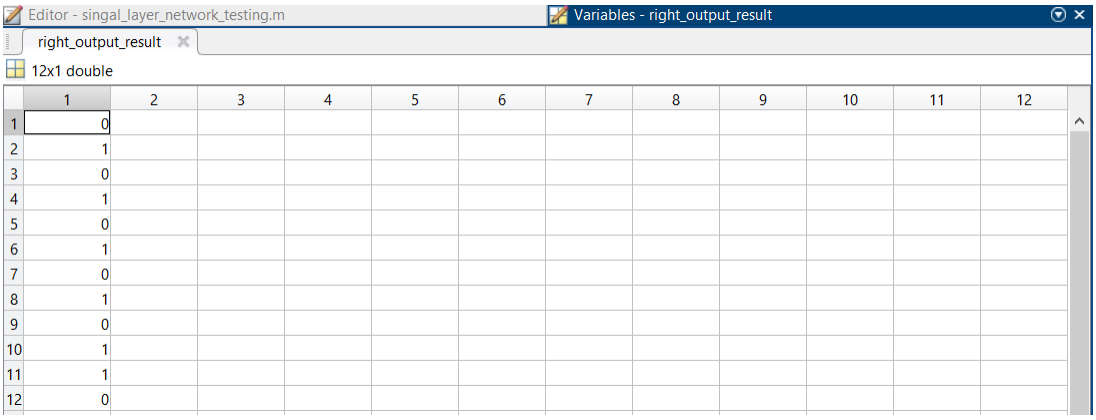
- in order to derive a predictive result, it is necessary to process the obtained sum (after multiplying the weight coefficient and the input node) with a sigmoid activation function (best suited for binary classifications, it perfectly transforms the output, both linear and non-linear) depending on the needs of the problem;
- the model is training with a batch method (this method is used to cluster small volumes of data) and Stochastic gradient descent (through it rusher iterations are performed);
- adjusting the parameters/adjusting the weight;
- the model is testing.

The result after training is shown in Figure 2. The correct result is shown in Figure 3.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0.0253	1	0.0191	0.9975	0.0157	0.9857	0.0239	0.9811	0.5000	0.9744	0.9998	0.0054

Figure 2. Predicted output



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	0											
2	1											
3	0											
4	1											
5	0											
6	1											
7	0											
8	1											
9	0											
10	1											
11	1											
12	0											

Figure 3. Correct output

If the predicted result is compared with the actual result (Table 1), it can be concluded that in the first training of the network, the predicted result matches the actual result, i.e. the single-layer neural network is trained correctly.

Table 1. Resulting output conversion

№	Predicted Output	Actual Output
1.	0.0253 ≈ 0	0
2.	1.0000 ≈ 1	1
3.	0.0191 ≈ 0	0
4.	0.9975 ≈ 1	1
5.	0.0157 ≈ 0	0
6.	0.9857 ≈ 1	1
7.	0.0239 ≈ 0	0
8.	0.9811 ≈ 1	1
9.	0.5000 ≈ 0	0
10.	0.9744 ≈ 1	1
11.	0.9998 ≈ 1	1
12.	0.0054 ≈ 0	0

With further training of the network (second and third time respectively), the results are similar. There is a slight fluctuation up or down in the predicted results, but in the end the values of the outputs after rounding to 0 or 1 do not change. Figure 4. visualizes the predicted training results after the first, second, and third training of the artificial neural network, respectively.

Another important component in processing and calculating the input data is the weighting factor. In the first, second and third training of the artificial neural network, the weight of the input nodes changes its values and this change is again in both directions (up and down). Figure 5 shows an image comparing the weighting coefficients of the three successive trainings. The so-called correction of the weights, in order to minimize the error and obtain a more accurate result.

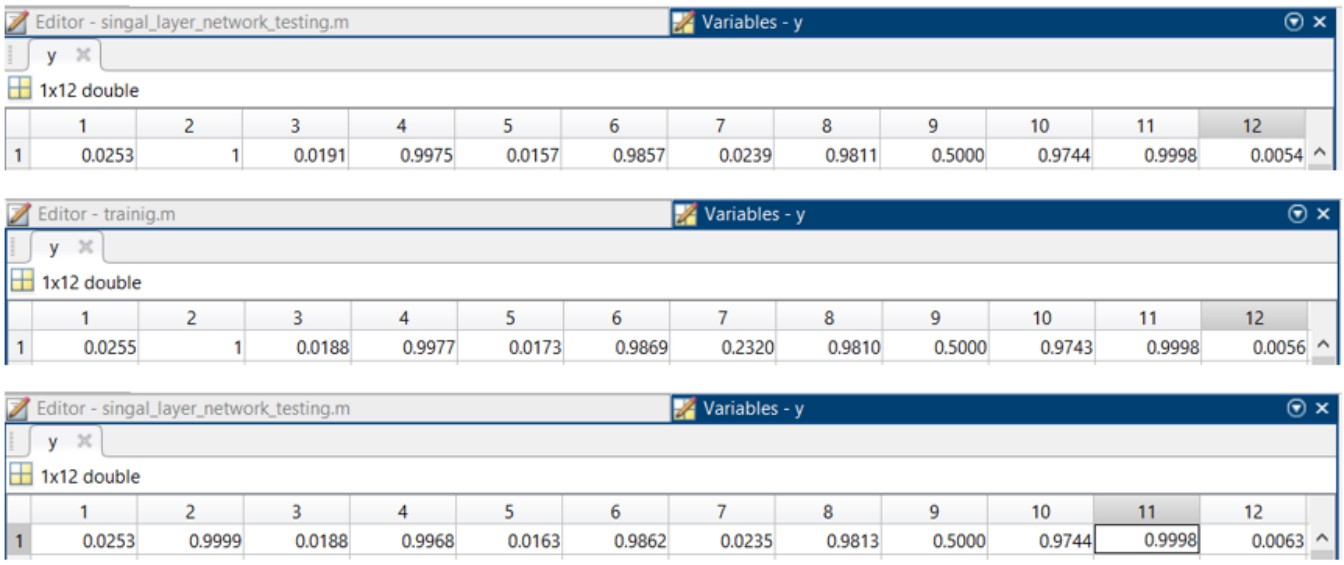


Figure 4. Comparing the results after the three trainings.

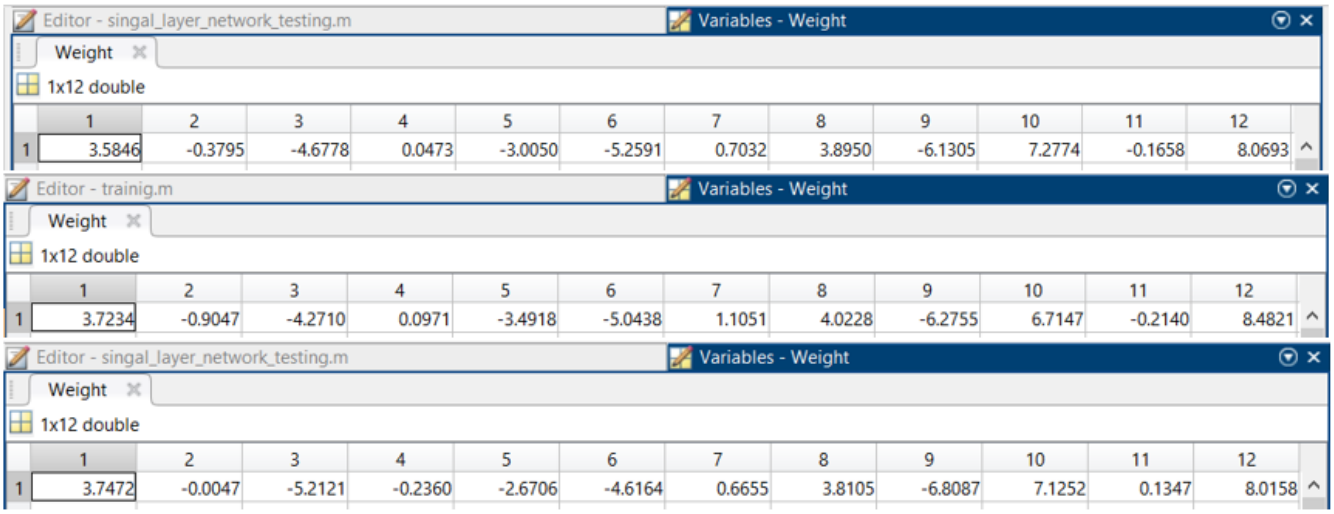


Figure 5. Adjusting weighting factors

For the specific task, it can be concluded that the trained single-layer neural network is suitable for the study and analysis of a pre-selected network packet involved in the network traffic.

2.1. Advantages of the investigated single-layer neural network

The pros of a single-layer neural network are:

1. Large computing power is not required when performing calculations for the needs of the task.
2. Interpretation of the model - simplicity, efficiency[5] and ease of working with this type of neural networks.
3. They are ideal when complex calculations of huge data sets are not needed.
4. The training time of the network is fast, i.e. the qualitative indicator of speed is good.

2.2. Disadvantages of the investigated single-layer neural network

The cons of a singular-layer neural network are:

1. Need for more complex architectures - inability to solve more complex problems.
2. It does not have any hidden layers or activation functions that can introduce non-linearity and flexibility to the model [5].
3. Limitations of Single Layer Neural Networks - single-layer neural networks cannot cope with the solution of complex and non-linear dependencies.

Conclusion

After considering the essence of artificial neural networks and accordingly after making an experimental setup by training a single layer neural network for cybersecurity needs, ANN is stated as powerful tool for classifying the packets passing through the network. Artificial neural networks can be trained to recognize malware and malicious scenarios by analyzing some linked characteristics of packets, as well as session behaviors and packet payload content. Nevertheless, Artificial neural networks can be subject to attack and manipulation by malicious individuals [6], so the security of the applied models themselves must be strictly managed and maintained. They can be successfully used to predict future cyber attacks by analyzing past data and eventual trends. More detailed study and analysis of the hyperparameters of the model are needed so that the data can be adjusted, such as changing the number

of neurons, choosing an appropriate activation function, adjusting the learning rate if the problem requires it, etc. Artificial neural networks in cybersecurity are extremely useful for gathering information and enriching data about new threats and vulnerabilities, which in turn helps security adapt to ever-changing conditions. In the future, this area will certainly develop further and become more useful and more secure for various organizations.

References

1. Bhargava, Ch., Sharma, P. (2021). Intelligent Reliability Analysis Using MATLAB and AI: Perform Failure Analysis and Reliability Engineering using MATLAB and Artificial Intelligence (English Edition), BPB Publications, ISBN: 939068465X,9789390684656
2. Slavyanov, K. (2019). Neural network classification method for aircraft in isar images, p. 143. DOI: 10.17770/etr2019vol2.4074
3. Imzaacc (2020), Peter cube pixel art 30x30, https://imgur.com/gallery/RVYniqi
4. Lazarov, A., Minchev, Ch. (2017). ISAR Image Recognition Algorithm and Neural Network Implementation, ISSN: 1314-4081, DOI: 10.1515/cait-2017-0048
5. LinkedIn community. (2023). What are the advantages and disadvantages of using a single-layer perceptron versus a multi-layer perceptron?. https://www.linkedin.com/advice/0/what-advantages-disadvantages-using-single-layer
6. Miroslav NEDELCHEV, Delyan SLAVOV, Cybersecurity recommendations and best practices for digital education, Scientific research and education in the air force – AFASES 2023,pp47-52, ISSN, ISSN-L: 2247-3173, DOI:10.19062/2247-3173.2023.24

This paper is created in favor of Bulgarian National Scientific programme "Security and Defense", Ministry Council decision No 731/21.10.2021, Agreement No Д01-74/19.05.2022.

SOCIAL STUDIES

ASSESSMENT OF THE SOCIAL ENVIRONMENT IN EDUCATIONAL

Mariela Lyubcheva Ivanova

Konstantin Preslavsky University of Shumen, Shumen, Bulgaria, e-mail: m.l.ivanova@shuv.bg

Abstract: *The analyses in the present article are based on empirical research and observations conducted in two types of environments, referred to as "military" and "civilian" environments. Samples from these environments will be described throughout the article. They are part of a larger-scale study that encompasses a wider range of developmental issues during this age period.*

Keywords: *environment, assessment of the social environment*

Personality is most often defined as a system for regulating individual behavior. Its adaptive functions extend to all social interactions of the individual, carried out in their social life. By assuming one or another social role, pursuing their goals, and carrying out their life plans, the individual adapts to different environments.[1]

Some of these manifestations are related to the processes of learning and self-learning. In other words, a certain period of the individual's life journey is undoubtedly connected to functioning in an environment commonly referred to as the "educational" environment. In this environment, a person needs to adapt, not just withstand or go through it, but to achieve the goals they have set for themselves.[2,3,4]

It is entirely natural and as an extension of the above reasoning, there is a striving to uncover the essence of the environment, as well as the possibilities for influencing the learning processes. This will clarify the factors that influence individual development during one of the crucial periods in a person's life, which would allow for the optimization of the process of accumulating life experience and building effective behavioral models on one hand, and on the other hand, it would help uncover the causes of certain personal deficits acquired during this period. This provides a basis for scientific research to focus precisely on this aspect. The author does not exclude the influence of gender, but it is not the subject of study and discussion in this particular research.[5,6,7]

In the scientific literature, there is currently no unified understanding of the essence of the environment and at what levels it should be studied. In a review of the state of environmental research, Holahan (1986) only touches upon the topic of the physical environment and its influence on human behavior are discussed in Holahan's review. By the physical environment, Holahan refers to all the parameters of external reality that impact the organism. According to this understanding, the environment includes a wide range of specific configurations of external physical factors such as climatic conditions, spatial distribution of stimuli, organization of transportation and communication routes.[8]

Other authors provide a broader understanding of the environment, encompassing multiple levels of analysis. The first level is the physical environment, which influences biological adaptive processes. The second level emphasizes the environmental structures that provide opportunities for individuals to act and achieve their goals. The third level combines both individual actions and the environment, not in isolation but as part of the social system, which in turn shapes its existence and determines the position of individuals within it. [9]

In the specific case, the definition of the social environment can be based on the fact that individuals exist within certain material and social conditions that are structured and organized as specific entities. This understanding suggests that these entities influence individual behavior and adaptation, including their educational adaptation, mediated through subjective perceptions and specific activities of the individual within them. Therefore, referring to them not just as environments but as social environments highlights the presence of interactions between individuals and material conditions, as well as the existence of social organization and interpersonal relationships. As a working definition, the social environment can be considered a relatively distinct and consistently organized combination of material conditions and the social relationships created based on them. The social environment provides certain opportunities for action and the satisfaction of needs, while also placing demands on individuals within it to invest time, resources, efforts, or other means.[10]

The fulfillment of the functions of the environment and the achievement of its goals impose certain forms of behavior and the attainment of specific results on individuals. The minimum level of achievements by all members of a particular environment ensures its existence. That is why a series of behaviors have a mandatory character for individuals within the environment, and therefore, their entry and stay in it require them to possess corresponding qualities and skills, to embrace the environmental goals, and to exert effort to achieve them.[11]

To determine the influence of the social environment on individuals, it is necessary to describe it through its essential features. Considering the aforementioned points, the social environment can be described by a set of characteristics that represent the typical processes within it, as well as the typical relationships it establishes among the individuals involved. These characteristics can be grouped into three main categories:

(a) Structural and functional characteristics: These reflect the organization and processes of the social environment as a distinct system.

(b) Characteristics of the environment regarding the individuals residing in it: These encompass aspects of the environment that directly affect the individual's stay within it and the achievement of their personal goals.

(c) Characteristics of the environment as part of the broader social system: These describe how the environment exists within the context of society and the relationships established for the individual within it in relation to larger social communities. [12]

The three groups of parameters are closely interconnected. They have specific content and modes of interaction and manifest themselves in a particular way in each environment. Only some exemplary characteristics of the three aspects are mentioned here. It is natural to assume that when studying other specific environments, it is possible to provide a different, more detailed, or distinct description of their characteristics, taking into account their specificity.

The parameters of the environment and the situations it generates, in which individuals find themselves, could potentially be expressed in terms of objective measurements, such as the processes and the extent to which they are directly regulated by governing rules. However, in psychology, it has long been accepted that the environment or situation is perceived as individuals see them. This refers to the so-called "second reality."[13]

Individuals react to the environment and situations based on their subjective evaluations and perceptions. According to R. M. Murray's theory, perceptions of the social climate in the work environment are subjective for each individual and depend on the interaction between the events occurring in the environment and its characteristics on one hand, and the values and beliefs of the individual on the other hand.[14]

Magnusson emphasizes that the individual's interpretation of the environment and the emotional values attributed to it form the basis for planning one's own behavior and contribute to forming a consistent understanding of how reality functions.[13] Walsh examines the matter in a more complex manner, emphasizing that understanding the relationship between personality and the environment requires

taking into account the individual's characteristics, the characteristics of subjective perception of the environment, its objective characteristics, and the current behavior.[15]

The mentioned viewpoints clearly highlight the importance of subjective perception of the environment and support the idea that individuals react to the conditions of the environment to the extent that they perceive and interpret them according to their own perspectives and internal attitudes. Therefore, when studying the influence of the environment, it is necessary to consider not only its objective characteristics but also the individual with their psychological traits, ways of perceiving its functioning, and the behavioral repertoire developed for coping in different situations. Each person sees what they are tuned to and acts according to the subjective worldview they have constructed. Therefore, behavior cannot be predicted solely based on the assessment of the environment unless the subjective viewpoint towards it is taken into account.[16,17]

In the specific case of this study, it is assumed that when studying the influences of the social environment, several conditions should be ensured to guarantee comparability of results and provide reliable and valid conclusions and generalizations. Firstly, studying a single social environment would pose many challenges arising from its specificity and uniqueness. To test the theoretical model, multiple social environments need to be investigated, and data between them should be compared. In addition to having replicable observations for each environment, it is necessary to ensure data replicability across different environments.

Furthermore, the compared environments should be similar, meaning they should have the same systemic functions. Otherwise, generalizations would not be possible as incomparable entities are being compared.

Thirdly, although similar, the social environments should vary in certain parameters, such as the content of activities performed or differences in organizational structure. This requirement arises from the need to identify the specific characteristics of each environment and delineate the commonalities and differences among them. [18]

Fourthly, the individuals being studied from all social environments should be in the same role position. As mentioned earlier, different positions that people occupy in a given environment are associated with different influences on them and different opportunities for organizing individual behavior. Therefore, it is necessary to ensure a sufficient number of observations for individuals in the same position in each of the studied social environments, and comparisons should be made only among them.

In response to these requirements, the primary empirical studies have been conducted on individuals in both military and civilian educational environments. The social environments and the samples in the study are as follows:

- Military educational environment - 338 persons
- Civilian educational environment - 217 persons

From the given information, it is apparent that the samples are not balanced in terms of quantity, and furthermore, the individuals studied are not divided based on gender. Later in the text, the two environments will be referred to as the "military" and "civilian" environments for convenience.

The selected educational environments have the same function, which is to prepare individuals for higher education as specialists. However, they differ from each other in terms of the content of education, the specialties taught, the organization of the learning process, and the requirements imposed by the environment on the individuals involved. They also differ in the degree of involvement of individuals within them. In the military educational environment, both students and instructors are present during the regular working hours, within an 8.5-hour workday. In civilian universities, students and instructors are present according to the class schedule and on so-called attendance days. In this way, the primary research not only allows for testing the theoretical model but also provides information about the characteristics of specific types of social environments.

The empirical procedures in the study involve group testing, examination of documents, and interviews with academic leadership.

One of the well-known approaches to studying the environment, applied extensively in Bulgarian research as well, is the assessment of social climate. The aforementioned R. Moos distinguishes three primary dimensions of climate: interpersonal relationships, personal growth, and system maintenance and change. Each of these dimensions is described using a specific set of scales, with the aim of highlighting those that are common across different social environments.

In this case, the same approach is applied, but according to the theoretical model of Velichkov, Radoslavova, and Petkov, social environments are described by three dimensions that reflect their mode of existence and functioning. These dimensions are the organizational and functional state of the environment, the environment's relationship to the broader social context in which it exists, and the environment's relationship to the individuals involved in it.

The organizational and functional state of the environment describes the way it exists as a separate entity. This dimension includes the following scales:

- **Normative framework.** Describes the presence of norms and rules of behavior within the environment that maintain its functions.
- **Strictness of order.** It describes the degree to which deviations from norms and rules are sanctioned.
- **Contradiction.** Presence of incompatible or conflicting demands. The relationship of the environment to the broader social context is revealed through certain aspects of its differentiation from it. This dimension is represented by the following scales:
- **Accessibility.** Difficulty of access to the environment.
- **Prestige.** The presence in the environment contributes to the construction and maintenance of a positive self-image.
- **Isolation.** The presence in the environment hinders contact with other environments in the broader social context.

The environment's attitude towards the individuals residing in it is expressed through their subjective experience of comfort in its presence. This dimension includes the following scales:

- **Personal burden:** The need to expend personal resources to achieve the goals of the environment.
- **Satisfaction:** The extent to which the environment provides opportunities to satisfy the individual's needs.
- **Embeddedness:** The consequences associated with leaving the environment are more negative than staying in it.
- **Protection:** Being in the environment shields the individual from unfavorable influences of the broader social context.
- **Mobility:** Opportunities for growth and advancement within the environment, including the ability to assume a different position within it.

The method consists of 72 attributes, rated on a 5-point scale ranging from 1 (completely untrue) to 5 (completely true). The individuals being studied assess the extent to which the selected descriptions are characteristic of their environment. The consistent reliability of the scales has been calculated across the entire sample of the large-scale study. (Table 1).

Table 1. Reliability and Descriptive Statistics of the Social Environment Assessment Scales.

Scale	Number of items	Alpha	M	SD
Normative basis	3	.79	4.28	0.99
Strictness of order	6	.80	3.59	0.74
Contradiction	4	.79	2.45	0.84
Accessibility	3	.77	3.66	1.32
Prestige	5	.79	3.85	0.87
Isolation	6	.83	2.20	0.91
Personal burden	6	.81	2.68	0.82
Satisfaction	3	.73	3.45	1.05
Embeddedness	3	.31	2.62	1.13
Protection	5	.77	.86	0.77
Mobility	4	.71	4.28	0.99

The obtained results indicate that all scales have acceptable coefficients of internal consistency. Only the scale for assessing attachment can be considered unreliable. [19]

The discriminant validity of the method was examined by comparing the descriptive statistics of the military and civilian educational environments. The obtained data are presented in Table 2.

Table 2. Discriminant validity of the method for assessing the social environment.

Perceptions	Environment	M	SD	F	Sig.
Normative basis	Military	4.42	1.11	19.43	.000
	Civilian	4.05	0.71		
Strictness of order	Military	3.63	0.81	2.13	.145
	Civilian	3.53	0.63		
Accessibility	Military	4.33	1.10	363.78	.000
	Civilian	2.62	0.91		
Prestige	Military	3.95	0.97	10.85	.001
	Civilian	3.70	0.67		
Isolation	Military	2.32	0.96	15.70	.000
	Civilian	.01	0.81		
Personal burden	Military	2.85	0.81	39.71	.000
	Civilian	2.42	0.77		
Satisfaction	Military	3.71	1.00	62.54	.000
	Civilian	3.03	0.99		
Embeddedness	Military	3.02	1.12	139.35	.000
	Civilian	1.98	0.82		
Protection	Military	2.78	0.78	8.74	.003
	Civilian	2.98	0.74		
Contradiction	Military	2.60	0.88	29.34	.000
	Civilian	2.21	0.71		

The results demonstrate high discriminant validity of the method. All scales of the method significantly differentiate between the two types of educational environments. The exception is the strictness of order scale. It is logical to assume that both types of education involve adherence to the same rules

for acquiring and expressing knowledge. In the other scales, the direction of differences is in line with expectations – the military environment, compared to the civilian environment, is more isolated and has a higher level of workload. At the same time, the military environment better satisfies individuals' diverse needs. Additionally, individuals feel less protected in the military environment. This last fact is likely related to the ongoing transformation that inevitably affects the military educational system and generates some uncertainty. It is clear that this method allows for a relatively accurate diagnosis of the parameters of the environment and corresponds to its objective characteristics.

Overall, the obtained results provide a basis to conclude that the method allows for the detection of differences and similarities between individual social environments.

The outlined commonalities in perceiving the organization of the social environment indicate that individuals view environmental factors through the lens of the influences they experience. Three directions of subjective perception of the environment stand out - demands and burdens, constraints, and advantages of being in it. This structure of the studied characteristics of the environments reflects the fundamental aspects of impact on the individuals involved, which they perceive and respond to.

The assessment of environments through subjective perceptions of their parameters allows for the formation of only a general and approximate understanding of their objective characteristics. Nevertheless, the described approach provides enough information to evaluate what is characteristic of a particular social environment and compare it to others that are similar to it. The obtained information about its subjective perception is important because it reveals the subjective mental image of the external conditions that underlie the planning of one's own behavior. Despite its inherent inaccuracies and distortions, its significance remains crucial for understanding the influence of the environment on the organization of individual behavior in educational settings, which are the subject of this study. As a result, informed management decisions can be made to optimize the environment and its impact on both learners and educators, aiming to improve outcomes in the educational process. During the ongoing transformation of the Armed Forces and the military education system, this approach should find its appropriate application.

From the perspective of the idea of optimal functioning of the educational system, it is evident that the military environment is somewhat more challenging and demanding compared to the civilian one. This statement reflects objective differences between the two types of educational environments, regardless of individual variations in the perception of each specific social environment. These variations can be attributed to factors such as the specific content of the education, the organization of the learning process, the leadership style, and the administration of the educational process, as well as the characteristics of the studied samples.

The identified common characteristics in perceiving the organization of the social environment are interesting. People perceive their surroundings and conditions of behavior from the perspective of their own interests and the opportunities to satisfy their needs. Three aspects of evaluating the social environment emerge, which are in different proportions. An unfavorable configuration occurs when internal demands and burdens place individuals in a lower prestige and lack of protection in relation to the external social environment. Direct efforts to keep individuals in the environment without sufficient functional justification for its existence create additional negative conditions and worsen the perception of its overall characteristics. It is evident that social environments are not always configured in a way that facilitates optimal functioning. They may contain aspects that are not necessarily essential for their organization and functioning. An example of this is the efforts to isolate individuals within these environments, which prove to be detrimental to their optimal organization. They create additional complications and burdens that lead to a contradictory perception of the organization of social environments. Elevating the prestige of the environments, the sense of protection for individuals within them, and potentially creating favorable conditions for meeting their needs can serve as much more powerful motivators for remaining in a particular environment than imposing constraints. If people see the environment they are in as consolidated and beneficial, additional requirements are not necessary to keep

them there. The conclusion that can be drawn is that optimal environments provide conditions for behavior that stimulate individuals to make efforts to maintain them while allowing room for individual freedom and independence regarding their presence in those environments. Efforts in educational environments should be directed towards achieving such an optimum.

References

1. Mitevska, M., G. Petkov. Interrelations between personal qualities leadership styles and cultural practices in Bulgarian universities. Tematski zbornik Radova, Naissus, 2017, kniga 3, ISBN 978-86-6113-047-2, s. 101-110, COBISS.SR-ID 248222732.
2. Mitevska, M., G. Petkov. Akademichna motivatsia – savremenni izmerenia. Monografia. Sofia, Za bukvite 2017, 203 s. ISBN 978-619-185-279-6.
3. Mitevska, M., G. Petkov. Adaptatsiyata kam universitetskata sreda, klyuchov fak-tor za optimizirane na uchebnia protses. Novi informatsionni tehnologii v obrazovatelnia protses. Sbornik, Istanbul 4-8 april, 2015 g. S., Izd. Za bukvite – O pisme-neha", ISSN 1313-2768. Sh. 10 (2015), s. 299-309.
4. Kardzhieva, M. Relatsiyata izkustvo - menidzhmant. Politicheski i ikonomicheski transformatsii v 21 vek. Sbornik s dokladi ot nauchna konferentsia na mladite izsledovateli, Universitetsko izdatelstvo VSU „Ch. Hrabar", 2013. ISBN 978-954-715-620-3, str. 326-346.
5. Mitevska, M., G. Petkov. Moderator Personality Effects on Satisfaction Based on Gender Differences in Bulgarian universities. IJIRES Index Copernicus Value (ICV): 57.79, November 2016, Vol. -6, Isuue-11 ISSN 2249-2496.
6. Mitevska, M., G. Petkov. Moderirashtata rolya na pola pri adaptirane na studentite kam universitetska sreda. Godishna universitetska nauchna konferentsia, Natsionalen voenen universitet „V. Levski", Veliko Tarnovo 20 – 21 oktomvri 2016, t. 7, s. 253-262, ISSN 1314-1937. Izdatelski kompleks na NVU «V. Levski».
7. Kardzhieva, M. Building up a competent profile and requirements for knowledge and skills to the folklore ensemble manager in Bulgaria. Fundamental and applied researches in practice of leading scientific schools, Vol 28 No 4 (2018), ISSN 2313-7525, стр. 57-79 8 Holahan C.J. (1986), Environmental psychology, Annual Review of Psychology, 37, 381.
8. Velichkov, A., M. Radoslavova, G. Petkov. Optimalno funktsionirane na lichnostta v sotsialnata sreda. S., 2002, 27.
9. Mitevska, M., G. Petkov. Vzaimovrazki mezhdu sotsiokulturnata sreda i lichnostnite perspektivi v balgarski universiteti. Novata ideya v obrazovanieto. Burgaski svoboden universitet. T. 2 (2016), s. 242 - 248. ISSN 1311-3771; ISBN 978-619-7126-28-0.
10. Jessor R. (1981), The perceived environment in psychological theory and research, in D.Magnuson (Ed.) Toward a Psychology of Situations: An Interactional Perspective, Hillsdale, New Jersey, 297 – 322.
11. Moos, R.H. (1986), Work as a human context, in: M.S. Pallak, R.O. Perloff (Eds.), Psychology and work: Productivity, Change, and Employment, APA, Washington, DC, 9 – 52.
12. Magnuson D. (1990), Personality research-challenges for the future, European Journal of Personality, 4, 1 - 17 .
13. Walsh W.B. (1987), Person-environment congruence: A response to the Moos perspective, Journal of Vocational Behavior, 31, 347 – 352.
14. Mitevska, M., G. Petkov. Izborat na kariera kato funktsia na lichnostta. Godishna mezhdunarodna universitetska nauchna konferentsia, Natsionalen voenen universitet „V. Levski", Shumen, 4 – 6 oktomvri 2017 Izdatelski kompleks na NVU „V. Levski". ISSN 1314-1937.

15. Mitevska, M., G. Petkov. Motivatsia za uchene – otrazhenie na kariernite predpochitania. Yuridicheski sbornik, t. 24, ISSN 1311-3771, s. 238-246.
16. Moos, R.H. (1987), The social climate scales: A user's guide, Consulting psychologists press, Palo Alto, California.
17. Velichkov, A., M. Radoslavova, G. Petkov. Optimalno funktsionirane na lichnostta v sotsialnata sreda. S., 2002, 60.
18. Briggs, S.R. (1989), The optimal level of measurement for personality constructs, in: D.M. Buss, N. Cantor (Eds), Personality psychology: Recent trends and emerging directions, New York: Springer Verlag.

DECISION MAKING UNDER STRESS IN EDUCATIONAL SETTING

Mariela Lyubcheva Ivanova

Konstantin Preslavsky University of Shumen, Shumen, Bulgaria, e-mail: m.l.ivanova@shuv.bg

Abstract: *This study analyzed the relationship between each of five decision- making styles, including rational, intuitive, dependent, avoidant, and spontaneous (and two indicators of stress and coping strategies, among military officers, students and school principals (n = 175). Results showed that rational decision- making style was significantly associated with lower stress and constructive coping strategies measured by Constructive Thinking Inventory. Dependent and avoidant decision-making styles were significantly associated with higher perceived stress and less frequent use of constructive coping strategies. Intuitive decision-making style was significantly associated with less frequent use of constructive coping strategies.*

Keywords: *decision- making style, stress*

The decision-making process is often defined as "responding to a question or choosing between two or more alternatives". People make decisions every day, ranging from small everyday problems to significant ones. The ability to make decisions relates to making choices among different alternatives. Ultimately, decision-making is inevitable because even explicitly avoiding decision-making is, in itself, a decision. Research shows that individuals differ in their specific decision-making style profile, and this profile remains relatively stable over time However, there is still no clear or universally accepted understanding of the concept of decision-making styles, despite its importance being comparable to the paradigm of individual differences in psychology among decision-making researchers.

Traditionally, research on individual differences in decision-making has focused on the cognitive processes through which individuals make decisions. However, specific steps to define decision-making styles were taken only in the early 1990s, and interest in this scientific field has expanded in the early 21st century. Although cognitive style and decision-making style are often used interchangeably, the main research tradition distinguishes between the two concepts, albeit with some contradictions. Some authors define decision-making style as a broader concept than decision-related cognitive styles. Others highlight the strong association between them, while some suggest that decision-making style is a dimension of the more general construct - cognitive style or a "subset of cognitive style defined broadly as the way people use their intellectual abilities or approach cognitive tasks". [3]

The existing empirical ambiguity in the field of decision-making style taxonomies has largely been overcome by the model proposed by Suzanne Scott and Reginald Bruce. In an attempt to integrate all the earlier influential research in the field of decision-making styles, they offer a definition that is among the most frequently cited and accepted by most researchers: "a learned, habitual pattern of response exhibited by an individual (personality) when faced with a decision-making situation. It is not a personality trait but a habit-based predisposition to respond in a certain way in a specific decision-making context". This definition suggests that style is a dispositional characteristic closely related to a tendency for likely behavior in a given situation. On the other hand, decision-making styles differ from personality traits, which have a more stable nature.

Despite the existence of various constructs that identify individual differences in decision-making, the empirically derived taxonomy by Suzanne Scott and Reginald Bruce through the General Decision Making Style Inventory (GDMSI) is among the most influential, and the inventory itself is undoubtedly the most comprehensive, tested, and widely used tool. It has been validated in numerous cultures and among different professional groups, demonstrating good internal consistency, and its five-factor structure has been confirmed in all known validations. In the article where they introduced the General Decision Making Style Inventory to the scientific community, the authors acknowledge that the conceptual framework for studying decision-making styles is not clear, and there are no instruments that synthesize empirical data from all studies in the field. To overcome this gap, they extracted four decision-making styles from the most influential scientific publications up until the mid-1990s, and in the process of validation with a sample of 1441 military officers, a fifth style (spontaneous decision-making style) emerged, later verified in samples of students, engineers, and technicians. [5]

The rational decision-making style is characterized by a preference for systematic gathering and evaluation of information and the exploration of various hypotheses.

The intuitive decision-making style is characterized by a focus on the details of the information flow (rather than systematic search and processing of information) and a tendency to rely on feelings, impressions, intuition, hunches, and emotions in evaluating them, often unable to be expressed in words during decision-making. [8]

The dependent decision-making style demonstrates a preference for seeking opinions, advice, guidance, or support from others when making decisions. [6]

The avoidant decision-making style reveals a preference for postponing, hesitating, or attempting to avoid decision-making altogether.

The spontaneous decision-making style is associated with a preference for reaching a decision immediately or as quickly as possible.

The relationship between decision-making styles and experiencing stress has been relatively underexplored, despite its presumed importance. Stress and coping with it have been among the most extensively studied topics in psychology since the 1960s. However, the results have been disappointing. In a special edition of the American Psychologist dedicated to stress, McCrae and Somerfield state that stress research is in crisis: "Two decades of intense investigation have not yielded results of the expected clinical or theoretical value. The unbounded enthusiasm of the 1980s has given way to widespread disappointment, excessive skepticism, and calls for change". In the same edition, Richard Lazarus, one of the most influential theorists in the field of stress, also expresses reservations about the future of research in the field. [4]

The critical analysis of the most important studies in the field of stress over the past 30 years revealed another important limitation - they are not based on a personality theory that guides the research and provides a framework for interpreting the results in a consistent manner. This overall creates an impression of chaos, making theoretical generalizations difficult, which in turn affects the work of practitioners in the field of stress management. Recognizing that the intelligence of the rational system is measured using standard IQ tests, the creator of the cognitive-experiential theory, Epstein, developed a method for studying individual differences in the intelligence of the experiential system through the concept of constructive thinking, operationalized by the Constructive Thinking Inventory. Based on a critical review of the existing literature on the impact of cognitive information processing on behavior and long-term empirical research, he distinguishes six types of experiential information processing related to coping with stress: emotional coping, behavioral coping, categorical thinking, personal superstitious thinking, esoteric thinking, and naive optimism. Each scale includes several subscales that provide a more detailed picture. All subscales are interconnected and collectively contribute to a global index of constructive thinking, which is a reliable and valid measure of constructive and destructive thinking that occurs automatically in individuals. The questionnaire contains items that describe constructive and counterproductive automatic thoughts in people's daily lives. [2]

The aim of the current study is to investigate the relationship between stress experience, coping strategies, and decision-making styles.

METHOD: General Decision Making Style Inventory, Scott & Bruce, 1995.

The study includes 25 items, differentiated into 5 scales of 5 items each. Participants rate the extent to which the statements are true for them using a 5-point Likert scale ranging from "completely untrue" to "completely true."

The scale for the rational decision-making style includes items such as: *I double-check my sources of information to ensure that I have the accurate facts before making a decision.*

It is important to note that the decision-making style and the items used to measure it pertain to the process of decision-making rather than the outcomes of the decisions. In other words, it relates to an analytical approach to decision-making.

The scale for the intuitive decision-making style includes items such as: *When making decisions, I tend to rely on my intuition.*

The scale for the dependent decision-making style includes items such as: *When making important decisions, I often need the help of other people.*

The scale for the avoidant decision-making style includes items such as: *Whenever possible, I postpone making decisions.*

The scale for the spontaneous decision-making style includes items such as: *I often make decisions on the spot.*

The questionnaire has been validated in various countries, including Canada, the United Kingdom, Sweden, Italy, Iran, Norway, Turkey, Slovenia, Slovakia, France, Argentina, and others. It demonstrates good psychometric properties with a proven five-factor structure in different countries.

The Bulgarian validation of the questionnaire confirms the five-factor structure (5 factors with eigenvalues greater than 1, explaining 60.509% of the variance from 23 items). The internal consistency of the scale, which indicates the extent to which the items in the scale form a coherent group, as measured by Cronbach's coefficient alpha, exceeds the accepted reliability threshold (Cronbach's alpha > 0.70).

- The scale for rational decision-making style, consisting of 5 items, has a Cronbach's alpha of 0.735.
- The scale for intuitive decision-making style, consisting of 4 items, has a Cronbach's alpha of 0.845.
- The scale for dependent decision-making style, consisting of 5 items, has a Cronbach's alpha of 0.715.
- The scale for avoidant decision-making style, consisting of 4 items, has a Cronbach's alpha of 0.834.
- The scale for spontaneous decision-making style, consisting of 5 items, has a Cronbach's alpha of 0.74.

Constructive Thinking Inventory it measures individual differences in the intelligence of the experiential system. Its full version includes 108 items. In the study, the short version was used, consisting of 30 items, which "captures the main components of constructive versus destructive thinking." or constructive versus destructive coping with stress. The questionnaire includes two scales for constructive thinking, three scales for destructive thinking, and one scale that can be attributed to both types of thinking depending on the degree of expression. Each scale consists of five items. [1]

Emotional Coping (EC) scale measures the ability to avoid negative, self-destructive thoughts and feelings. It includes items such as: "I don't worry about things I can't do anything about" and "I tend to dwell more on pleasant past events than on unpleasant ones."

Behavioral Coping (BC) scale explores behaviorally oriented thinking. It includes items such as: "I am the type of person who is more likely to take action rather than just think or complain about the situation" and "When faced with upcoming unpleasant events, I usually carefully consider how to approach them."

Categorical Thinking (CT) scale explores rigid thinking, perceiving the world in black-and-white categories without shades of gray. It includes items such as: "There are basically two types of people in this world - good and bad" and "I believe there are many wrong ways but only one right way to do almost everything."

Superstitious Thinking (ST) scale examines non-traditional, personal superstitions or mental "games" people engage in to prepare themselves for disappointments. It includes items such as: "When something good happens to me, I believe that to balance it out, something bad will happen" and "Sometimes I think that if I want something to happen too badly, it will prevent it from coming true."

Esoteric Thinking (ET) scale pertains to beliefs in unusual and paranormal phenomena, as well as common superstitions (such as walking under a ladder, breaking a mirror, or encountering a black cat), talismans, astrology, spirits, extrasensory perception, and mind control. It includes items such as: "I believe in astrology" and "I have at least one talisman that brings me good luck."

Naive Optimism (NO) scale relates to the tendency, after experiencing a positive outcome, to conclude that individual success guarantees things will always happen in a favorable way. It includes items such as: "I believe that people can achieve anything they want if they have strong enough willpower" and "I believe that if I do something good, good things will happen to me as well."

The respondents rate the statements in the questionnaire using a five-point Likert scale ranging from "completely untrue" to "completely true."

The overall coefficient of constructive thinking is calculated using the formula:

Constructive thinking = EC+BC+ (30-CT) +(30-ST) + (30-ET).

The reliability of most subscales of the questionnaire is good: Emotional Coping (Cronbach's Alpha = 0.73), Behavioral Coping (Cronbach's Alpha = 0.76), Categorical Thinking (Cronbach's Alpha = 0.74), Personal Superstition Thinking (Cronbach's Alpha = 0.79), Esoteric Thinking (Cronbach's Alpha = 0.86), except for the subscale Naive Optimism (Cronbach's Alpha = 0.54), which is not used in calculating the overall constructive thinking index. The reliability of the overall scale is very good (Cronbach's Alpha = 0.85). The reliability and validity of the questionnaire allow its use for research purposes.

The Perceived Stress Questionnaire is likely the most popular method for studying stress in the last 20 years. It measures the extent to which individuals perceive events in their lives as stressful over the past month. The assessment is primarily associated with feelings of unpredictability, uncontrollability, and overload. It is assumed that the results of the questionnaire reflect the level of perceived stress valid for a period of 4 to 8 weeks, as they are influenced by everyday stress, significant stressful events, and potential changes in coping resources. The questionnaire consists of 7 positively formulated items and 7 negatively formulated items. Respondents rate on a 5-point Likert scale how often they have felt and thought in the manner described in the items over the past month, using the following alternatives: never - 1; almost never - 2; sometimes - 3; often - 4; very often - 5.

The scale includes items such as "How often have you felt that you cannot control important things in your life over the past month?", "How often have you successfully coped with everyday hassles over the past month?", "How often have you been able to manage how you spend your time over the past month?" (Karastoyanov, Hristova, 2000). The internal consistency of the scale (Cronbach's Alpha = 0.87) is very good. The reliability and validity of the questionnaire allow its use for research purposes.

The study was conducted with three samples:

64 school principals in the Burgas region, including 18 males (28.1%) and 46 females (71.9%), aged between 35 and 63 years, with an average age of 48 years.

57 students from Sofia University "St. Kliment Ohridski," New Bulgarian University, and "G. St. Rakovski" Military Academy enrolled in master's programs. This sample consisted of 19 males (33.3%) and 38 females (66.7%), aged between 23 and 44 years, with an average age of 29 years.

54 officers specializing in "G. St. Rakovski" Military Academy, senior officers, all males (100%), aged between 41 and 52 years, with an average age of 44 years.

Results and discussion

The obtained results indicate that some sociodemographic characteristics are associated with differences in decision-making styles. We found that the dependent style is more frequently used with increasing age (p = 0.287, r = 0.011) and experience (p = 0.293, r = 0.009), as well as the use of the rational style with increasing age (p = 0.270, r = 0.015), while the use of the spontaneous style decreases with increasing age (p = 0.290, r = 0.01). The data also show that males more frequently use the rational style (F = 4.249, p = 0.043) and dependent style (F = 6.658, p = 0.012), while females more frequently use the spontaneous style (F = 4.885, p = 0.031). Furthermore, officers are found to more frequently use the rational style (F = 5.141, p = 0.025) and less frequently adopt avoiding decision-making styles (F = 4.571, p = 0.035) compared to students.

Table 1. presents the data on the correlational relationships between decision-making styles and the experience of stress, assessed through the perceived stress scale.

Table 1. The correlational relationships between decision-making styles and the experience of stress are as follows:

Style of decision-making	Sample	Perceived stress
Rational decision-making style	school principals	-0,118
	students	**-0,278***
	officers	**-0,487****
Intuitive decision-making style	school principals	0,153
	students	0,034
	officers	0,042
Dependent decision-making style	school principals	**0,382****
	students	**0,415****
	officers	**0,576****
Avoidant decision-making style	school principals	**0,485****
	students	**0,475****
	officers	**0,556****
Spontaneous decision-making style	school principals	-0,003
	students	-0,115
	officers	-0,008

** The correlations are significant at p < 0,05.*
*** The correlations are significant at p < 0,01.*

The presented data demonstrate that there is empirical confirmation of the theoretically logical hypothesis that the rational decision-making style is associated with experiencing low levels of stress in two of the samples - students and officers. This result is explainable considering the established relationship between preventive regulation, satisfying the need for security, and the rational decision-making style. We found moderate and strong correlation dependencies between the levels of perceived stress and the avoidance style of decision-making in all three samples. These findings are similar to those obtained in the first historically oriented study on the relationship between decision-making styles (based on the Scott and Bruce model) and stress, where it was found that the avoidance style is positively associated with the level of stress in sales managers. These findings were confirmed when indicators of stress levels were used, such as the Perceived Stress Questionnaire (PSQ) by Levenstein

and the quality of sleep in three samples of tax officials, insurance workers, and police investigators. The authors of the study emphasize that these data are likely influenced by the cultural characteristics of the organizational environment in Sweden - belief in rational control, transparency, low levels of corruption, and social coordination. Only in the sample of police investigators, a relationship between the dependent style and the level of perceived stress was found, similar to the data we obtained. It is assumed that due to the nature of their work, often requiring individual initiative, police investigators with a more pronounced dependent style have difficulties in performing their duties, which is associated with experiencing higher levels of stress. In fact, more definitive results were obtained regarding the relationship between stress experience and the avoidance style in an elegant experiment by Peter Thunholm, who studied 23 Swedish army officers with the rank of major in decision-making situations in two different realistic military contexts, using cortisol levels in saliva as an indicator of stress, measured four times - twice before and twice after decision-making. [7]

We find moderate and strong correlation dependencies between the levels of perceived stress and the dependent (interpersonal) decision-making style in all three samples. Also found statistically significant positive correlation dependencies between the avoidance decision-making style and stress and depression in a sample of high school students and university students, using the shortened 4-item version of the Perceived Stress Scale and the Beck Depression Inventory as indicators of stress and depression. In another study, conducted on a sample of students from a state university, no association was found between the dependent style and the avoidance style and the experience of stress when the stress scale from the Turkish adaptation of the Depression Anxiety Stress Scale (DASS), developed by Lovibond and Lovibond, was used as an indicator of stress. The hypothesis regarding the relationship between the dependent style and stress was not confirmed in Thunholm's study, which examined cortisol levels as an indicator of stress.

The presented five studies use the same instrument to assess the decision-making style but different indicators of stress and samples from various professional groups. Only in our study and the study by Bavol'ár and Orosová, the Perceived Stress Scale is used. We acknowledge that the differences in the data may also be attributed to the variations in the instruments used to measure stress.

In Table 2., data on the correlation dependencies between constructive thinking and decision-making style are presented.

Table 2. The correlation dependencies between constructive thinking and decision-making style are as follows:

Style of decision-making	Sample	Emotional coping	Behavioral coping	Categorical thinking	Superstitious thinking	Esotheric thinking	Constructive thinking
Rational style of decision-making	students	**0,227***	**0,454****	0,094	**-0,258***	-0,136	**0,295***
	officers	**0,224***	**0,379****	*0,593***	**-0,407****	*-0,232**	**0,220***
Intuitive decision-making style	students	-0,177	-0,007	0,117	0,100	*0,295**	**-0,224***
	officers	0,064	-0,112	*0,305**	*0,500***	0,066	**-0,278***
Dependent decision-making style	students	**-0,237***	*-0,330***	*0,265**	**0,251***	**0,269***	**-0,412****
	officers	**-0,504****	-0,097	-0,038	**0,325****	**0,480****	**-0,472****
Avoidant decision-making style	students	-0,205	**-0,384****	**0,423****	**0,414****	**0,306***	**-0,531****
	officers	*-0,606***	**-0,397****	**0,248***	**0,507****	**0,325****	**-0,652****
Spontaneous decision-making style	students	-0,008	-0,019	-0,247*	-0,012	0,175	0,006
	officers	*0,304**	*0,342***	0,018	-0,150	0,025	0,212

* *The correlations are significant at $p < 0,05$.*
** *The correlations are significant at $p < 0,01$.*

The presented data in Table 2. show positive correlation dependencies between the overall index of constructive thinking (the level of using constructive coping strategies) and the use of rational decision-making style in both samples. We also observe a specific pattern where the "non-constructive" strategy of categorical thinking is strongly associated with the use of a rational decision-making style, which is likely influenced by the characteristics of the officer profession. Negative correlation dependencies are found between constructive thinking and intuitive style (weak), dependent decision-making style (moderate), and avoidant style (strong). No correlation is found between constructive thinking and spontaneous decision-making style.

The weak correlation between emotional coping and rational decision-making style in both samples is theoretically predictable. The less frequent use of personal superstition is also associated with less frequent use of intuitive decision-making style. Negative correlation dependencies are found between constructive thinking and avoidant decision-making style and dependent (interpersonal) decision-making style, with strong and moderate strengths, respectively. In the student sample, moderate correlation dependencies are found between emotional coping and behavioral coping with spontaneous decision-making style, but not in the officer sample. Notable are the weak to strong positive correlation dependencies between categorical thinking and four decision-making styles and a negative dependency with spontaneous style in the officer sample.

We conclude that the overall index of constructive thinking or the intelligence of the coping system, i.e., the adaptive way of functioning, is associated with differences in four decision-making styles. Higher coping system intelligence or more frequent use of constructive coping strategies predicts more frequent use of rational decision-making style and less frequent use of intuitive, dependent, and avoidant decision-making styles. No correlation is found between constructive thinking and spontaneous decision-making style, suggesting that this style is not associated with stress experience and management.

The presented study found that the level of stress and coping strategies used are associated with most decision-making styles. Lower levels of perceived stress are associated with a stronger preference for using a rational decision-making style, while higher levels are associated with the use of dependent and avoidant decision-making styles. The use of constructive coping strategies (emotional and behavioral coping, and less frequent use of superstitious thinking) is associated with a rational decision-making style, while less frequent use of constructive strategies is associated with more frequent use of intuitive, dependent, and avoidant decision-making styles. The use of spontaneous decision-making style is not related to individual differences in stress levels and coping strategies. These findings confirm that affective regulation or the experience and management of stress is associated with the decision-making styles used. Future research in this area would clarify the factors that mediate or moderate this relationship.

References

1. Карастоянов, Г., Русинова-Христова, А. (2000) Българска адаптация на въпросника за възприет стрес. Сп. *Психологични изследвания*, кн. 1 – 2, с. 67 – 77.

2. Карастоянов, Г. (2017). Индивидуални различия при вземане на решение (непубликуван ръкопис).

3. Bavoľár, J., & Orosová O. (2015). Decision-making styles and their associations with decision-making competencies and mental health. *Judgment and Decision Making*. 10(1), 115-122.

4. Hammond, J. S. (1999). *Smart Choices*. Boston: Harvard Business School Press.

5. Lazarus, R. (2000). Toward better research on stress and coping. *American Psychologist*, 55, 665 – 673.

6. Russ, F. A., McNeilly, K. M., & Comer, J. M. (1996). Leadership, decision making and performance of sales managers: A multi-level approach. *Journal of Personal Selling & Sales Management*, 16, 1–15.

7. Scott, S. G. & Bruce, R. A. (1995). Decision-making style: the development and assessment of a new measure. *Educational and Psychological Measurement*, 55, (5), 818-831.

8. Thunholm, P. (2004). Decision-making style: habit, style or both? *Personality and Individual Differences*, 36, 931–944.

THE POWER OF WORDS - CHALLENGES FOR MILITARY PR (THE "BE A SOLDIER" CAMPAIGN)

Valya Simeonova

Logistics Support Command, Sofia, Republic of Bulgaria valiasimeonova_sweet@abv.bg

Abstract:*The report provides definitions and explanations of communication and special events. The "Be a soldier" campaign in the city of Vidin was examined and the positive sides of the military profession were indicated. Special events are a key element of a military organization's communications policy.*

Keywords:*military profession, communication, special events*

Communication and special events

Special events represent a very specific communication with audiences, communication by creating emotions, getting involved in these emotions and experiencing them, sharing them with close and not so close people make special events a key element of the communication policy of any organization. According to sonia alexieva, "the special event is distinguished by its non-standard nature and a scenario that surprises the audience, with the aim that what is seen and heard is not only remembered and liked, but also connects with the message of the communicators." [1]

The creation of special events is a spatio-temporal phenomenon and each event is different and unique, this is due to the specific interactions during the creation, the people involved in the event, the design, the program and last but not least the management of the event. "Special events are a phenomenon that arises from those non-routine events that have cultural, personal or organizational purposes, or those related to leisure time, outside the normal activities of everyday life, the purpose of which is to enlighten, entertain a group of people or challenge certain experiences in them."[4]

Serious attention must be paid to the communication aspects, because the presentation of the event could not be successful if the manager does not have rhetorical knowledge, does not know how to lead meetings, captivate the audience, keep their attention, persuade them to buy or to participate in events, to be attached to a brand. A special event is a process in which a number of communication, information, interconnected and mutually exclusive message flows take place between the organizer of the special event and the target groups and audiences.

Communication is important in the process of organizing, coordinating and controlling events. Every organizer is aware of this, at the same time he considers that there is sometimes a deficit of specific communication knowledge and skills. He is prepared to manage and control what should happen, but sometimes the management of communication through different levels and channels is an obstacle to effective implementation. Since one of the roles of the organizer is coordination, he should carry it out without allowing conflicts and delay, asynchrony and non-fulfilment. He is at the center of the communication system and is authorized to coordinate communication both within the closed system of the event organization and outside it. Therefore, its activity depends on heterogeneous internal and external factors.

Communications is a key tool that is becoming increasingly important in developing the relationship between organizations and audiences. Special events are part of a complex model that

fulfills the objectives of the organization's communication policy. Such goals can be - evoking attention, evoking interest, changing attitudes, evoking reactions and ideas.

Special events are appreciated by experts and practitioners as a universal communication technology that has a very strong impact on the audience. Reasons for this impact are the direct contact with selected persons, the emotional impact based on the experience during the event, as well as the trust and emotional connection that is built between the organizer and the audience of the event.

Ministry of Defense and Be a Soldier

Special events are an inalienable part of the presentation of an institution to the public, in addition, they contribute to a large extent to the formation of the image of the given institution. The modern Ministry of Defense is a large and complex organization. Therefore, in management there is a need for the joint work of many people and the distribution of work between them. The Ministry of Defense is a budget-supported legal entity with its headquarters in Sofia. It is organized into administrative units which, integrated and in interaction with each other, assist the Minister of Defense, the Deputy Ministers, the Permanent Secretary of Defense and the Chief of Defense in the exercise of their powers, ensure their technical activity and carry out activities related to the administrative service of the physical and legal entities. [3]

The Ministry of Defense launched a national information campaign to popularize the military profession. It is entitled "Be a soldier" and the main goal is to attract candidates for military service by getting to know in advance the application conditions, the social status of the serviceman, as well as the opportunities for personal and professional development in the Armed Forces of the Republic of Bulgaria.

Organized by the Department of Defense, the event typically begins with a Soldier and Sailor Recruiting Information Exchange. The Ground Forces, the Air Force, the Navy, the Special Operations Forces, the Military Police Service, the National Guard Unit and the Central Military District participate in it with their stands. For hours, many young people from the area received information about the essence of the service of the cadre soldiers, about the announced vacancies, about the upcoming competitions and the ways of applying, and had the opportunity to look at the military equipment, weapons and equipment of the Bulgarian Army.

The "Be a soldier" event itself provokes public interest with its value in the activities of the military organization. The special event draws public attention to a certain aspect, namely the military profession. The event's ability to "visualize" the advantages of the military profession determines their popularity in the modern world.

The special event that features artists and musicians is now a widespread practice. With a pre-planned performance subject to a certain script, the special event impresses with its "art of live action" appeal. [2]

Special events have the specific feature of generating additional promotion of the institution through events, provoking in the consumer the so-called "word of mouth" marketing. Sharing experiences and emotions is key in interpersonal communications, sharing experiences of special events brings additional promotion of the institution.

The main goal is to attract quality and motivated young people to serve in the Bulgarian Army, to provide opportunities for career development, secure remuneration and a social package for them and their families. Among the tasks of the campaign is raising the awareness of young people about the prospects offered by the Bulgarian army. For this purpose, various channels will be used, but the live contact during the information exchanges will be relied upon the most. There, anyone who shows interest will be able to ask their questions and receive a competent answer.

"Be a soldier" in Vidin

The town of Vidin is a regional port town in Northwestern Bulgaria, located on the right bank of the Danube River. In the 70s and 80s of the 20th century, the city grew rapidly thanks to the "Vidahim" Chemical Plant, the Pump Factory, the Tobacco Plant, the Ceramic Plant, the "Bdin" Furniture Plant, the "Vida" Shirt Plant, etc. After 1990 and the transition to a market economy in Bulgaria, the industrial enterprises in the city quickly fell under the influence of factors such as political-economic influence, corruption in the state and local authorities, privatization of enterprises with a clear inability to survive in the new conditions. An alarming demographic trend is the reduction of the population in recent years, due to the migration of people to other cities.

The purpose of the event is to promote the military profession among young people, and also to remind the citizens of Vidin that such a profession still exists. After all, Vidin is the city of the legendary Third Bdin Regiment. The heirs of those wars still live in Vidin and will be very pleased to attend this special event.

During the campaign there were representatives from the Varna Higher Naval School and the Veliko Tarnovo National Military University. There is also a static display of techniques, weapons, equipment of the types of armed forces, and there will also be a dynamic display of hand-to-hand techniques of the Joint Special Operations Command. Later in the evening, a concert is organized by the Guards Representative Brass Band, the Representative Ensemble of the Armed Forces and the Danube - Vidin Ensemble." The members of the patriotic club "Bdintsi" join the event with their exhibition of discovered ancient weapons.

It is necessary to emphasize that the "Be a soldier" campaign is very important in cities like Vidin, where there is no military formation, and the only opportunity for people to see the Bulgarian army up close is precisely through the organization of such events.

The service in the Bulgarian army is first and foremost a service in the name of the Motherland, and during the campaign the strengthening of society's relationship with the army will be sought.

During the campaign, the great interest in the Bulgarian Army and the Armed Forces on the part of people of all ages was noticed. Definitely what should be noted is that the campaign is visited by many young people. In practice, conditions have been created for them to become familiar with the peculiarities of the military profession, to be informed, to relate to the Bulgarian Army and one day to make their choice.

Briefly about military service

The military service is a state service with a special purpose for the preparation and implementation of the armed defense of the country. Military service in peacetime is performed as a profession in the Ministry of Defense, in the Bulgarian Army, in the structures directly subordinated to the Minister of Defense, as well as in other state bodies and departments. It is performed on the territory of the country and outside it. The modern officer is a professional, an expert who performs a certain service irrevocably necessary for the functioning of society.

The military profession should be accepted by society not only as a "profession", but also in the context of the vocation and manifestation of morality and readiness to protect the integrity and sovereignty of the country. With the official recognition of the military profession, it can be said that in accordance with Professional Qualifications for the Regulated Professions, we find three main military professions: operational management level officer; Defense and Armed Forces Strategic Command Officer; tactical command level officer. Ordinary cadre military personnel, with specific internal departmental military specialties, form the content of the main combat elements.

The main thing is to understand the vocation, the exceptional manifestation of morality and willingness to subordinate the personal to the interests of the state /sacrifice/. This is what makes the military profession difficult, highly unpredictable, limiting the possibilities of choice.

The functions performed by military personnel require a very high level of competence. No one, whatever his innate intellectual abilities, qualities of character, and ability as a leader, could perform these functions satisfactorily without continued training and experience.

The modernization projects of the Bulgarian Army, as well as the tendency to increase remuneration, in accordance with the difficulties, risks and responsibilities of the profession, also provide good prospects for those who have chosen the profession of a soldier.

The ambition is to return the public's attention and trust to the Bulgarian Army, to show that despite the hardships, the Bulgarian soldier fulfills his constitutional duties, helps people in disasters and accidents, participates in rescue operations. To show that being a soldier is a matter of honor and dignity, that there are men and women in uniform who are ready, like their forefathers, to fight and die for Bulgaria.

Conclusion

Continuous reforms in the security sector have led to people's disillusionment and, above all, to the instability of the military service. It should not be forgotten that defense and security are not areas that can be neglected. Defense and security require long-term and sustainable solutions, public consensus and support from the people, to whom alone belongs the power in the Republic of Bulgaria. Society deserves to have greater confidence in its military, and this can now be achieved by popularizing its activities.

References

1 Aleksieva, S. (2012) Special events - image building or state PR /on the example of the Olympics in Beijing 2008/: May 3, 2012 Available from: http://media-journal.info/?p=item&aid=107, last visit on 20.07.2023.

2. Delchev, Krasimir. Phenomenology of performance // notabene-bg.org.Nota Bene. Electronic edition for philosophical and political sciences, issue 13

3. Organizational regulations of the Ministry of Defense, effective from 1.10.2021.

4. Shone, A. and Parry, B. (2004). Successful Event Management: Practical Handbook, Thomson Learning, London.

BUILDING COMPETENCES FOR QUALITY MANAGEMENT IN THE RAKOVSKI NATIONAL DEFENCE COLLEGE

Zarko I. Zdrawkow, Anelia A. Atipova, Sevdalin H. Stoykov,

DARI, Rakovski National Defence College, Sofia, Bulgaria, z.zdravkov@rndc.bg

***Abstract**: In the paper are examined the quality management of education at the Rakovski National Defence College, based on building a quality management system and risk managment. The role of analysis in the process of achieving the predifined set of goals is presented. The systematized requirements for strategic analysis and risk analysis in relation to the stages of their application in the quality management process are presented as an aproach to overcome specific misconceptions and approaches.*

***Keywords**: quality management, risk analysis, strategic analysis, quality of education, process approach.*

СЪЗДАВАНЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ ПО УПРАВЛЕНИЕ НА КАЧЕСТВОТО ВЪВ ВОЕННА АКАДЕМИЯ „Г. С. РАКОВСКИ"

Зарко И. Здравков, Анелия А. Атипова, Севдалин Х. Стойков

ИПИО, Военна академия „Г. С. Раковски", София, България, z.zdravkov@rndc.bg

***Abstract**: В доклада е разгледано управлението на качеството на обучение и академичния състав във Военна академия „Г. С. Раковски", базирано върху изграждане на система за управление на качеството, основано на риска. Представена е ролята на анализа в процеса за постигане на заложените цели. Систематизирани са изискванията към стратегическия анализ и риск анализа спрямо етапите на прилагането им в процеса по управление на качеството за преодоляване на конкретни грешни сващания и подходи.*

***Keywords**: управление на качеството, анализ на риска, стратегически анализ, качество на обучението, академичен състав, процесен подход.*

Увод

Управлението на качеството на обучението и академичния състав във Военна академия „Г. С. Раковски" е итеративен процес, който стои в основата на непрекъснатото усъвършенстване и адаптиране на предоставяните услуги, към нуждите на крайните потребители. То се осъществява като се следват взаимно допълващите се стандарти БДС ISO 9001:2015 „Системи за управление на качеството. Изисквания" и БДС ISO 31000:2018 „Управление на риска. Указания".

Важна роля в процеса по оценяване и подобряване на дейността на институцията, играе анализът, който се реализира в две основни направления. Първото използва методите на страте-

гическия анализ за определяне на вътрешна и външна среда на академията (контекста). Второто е свързано с управлението на риска и възможностите за реакция.

За ефективно управление на качеството във Военна академия „Г. С. Раковски" е необходимо да се познават и разбират стандартите БДС ISO 31000:2018 и БДС ISO 9001:2015 и заложените в тях видове анализ.

Разработеният и приложен курс „Анализ в дейността по управление на качеството във Военна академия „Г. С. Раковски", има за цел да формира у служителите компетентности за управление на качеството. Той разглежда предметните области на управление на качеството, стратегическия анализ, анализа на риска и аналитичното писане, обособени в самостоятелни части, с нужното съдържание и в нужния обем.

Първа част представя същността на двата стандарта БДС ISO 31000:2018 и БДС ISO 9001:2015, тяхното имплементиране в дейността по управление на качеството и мястото и ролята на анализа в тях.

Втората част разглежда видовете анализ, приложими в дейността по управление на качеството във Военна академия. И по-конкретно – каква е същността на методите за стратегически и за риск-анализ, каква е ролята на метода SWOT-анализ, като преференциален метод и какви са подходящите техники за анализ на риска и как ефективно да се прилагат.

Третата част има практико-приложна насоченост и запознава обучаемите с практическите стъпки в провеждането на SWOT-анализ, създаването и поддържането на риск-регистър и написването на аналитиче доклад. И трите умения са ключови за ефективното провеждане на процеса по управление на качеството, като последното е важно за предаване на колективен опит и добри практики. Частта не е предмет на анализ в настоящия доклад, поради необходимостта от методическо съпровождане за разбиране на теоретико-практическите ѝ аспекти.

1. Стандарти за управление на качеството във Военна академия „Г. С. Раковски"

Въведената система за оценяване и поддържане на качеството на обучението и академичния състав (СОПКОАС) във Военна академия „Г. С. Раковски" цели да подобри резултатността от извършваните дейности. Тя е основана на международния стандарт за управление на качеството БДС ISO 9001:2015 „Системи за управление на качеството. Изисквания" [1] и отчита рисковете и възможностите на средата за функциониране според международния стандарт БДС ISO 31000:2018 „Управление на риска. Указания" [2].

Стандартът БДС ISO 9001:2015 използва процесния подход, който позволява на организацията да планира своите процеси и тяхното взаимодействие и обединява цикъла PDCA[1] (планиране, изпълнение, проверка, действие) и мисленето, основано на риска (Фигура 1).

[1] Plan, Do, Check, Act

Фигура 1. Процесен подход в дейността по управление на качеството

БДС ISO 31000:2018 също е интегриран в процеса по управление на качеството и отчита вътрешните и външните фактори на влияние, които създават неопределеност по отношение на постигането на целите.

Координираното прилагане на двата стандарта е възможно, благодарение на съвместимостта на основните им компоненти, а именно:

- принципи;
- рамка;
- процес.

1.1. Принципи на БДС ISO 9001:2015 и БДС ISO 31000:2018

Принципите на БДС ISO 9001:2015 и БДС ISO 31000:2018 са показани в Таблица 1, с цифровото изражение на последователността, в която фигурират в двата стандарта.

Таблица 1

Сходство и съотносимост между принципите на БДС ISO 9001:2015 и БДС ISO 31000:2018

Принципи на БДС ISO 9001:2015	**Принципи на БДС ISO 31000:2018**	**Съвместимост**	**Съотносимост**
1. Насоченост към клиента	**3.**Адаптивност	**Да**	**Да**
2. Лидерство			
3.Приобщаване на персонала	**4.**Включеност	**Да**	**Да**
4.Процесен подход	**1.**Интегрираност	**Да**	**Да**
	2.Структурираност и изчерпателност	**Да**	**Да**
	5.Динамичност	**Да**	**Да**
5.Подобряване	**8.**Непрекъснато подобряване	**Да**	**Да**
6.Вземане на решения, основани на доказателства	**6.**Позоваване на най-добрата налична информация	**Да**	**Да**
7.Управление на взаимоотношенията	**7.**Отчитане на поведенчески и културни фактори	**Да**	**Да**

От таблицата е видно, че принципите на двата стандрата са съвместими и съотносими помежду си.

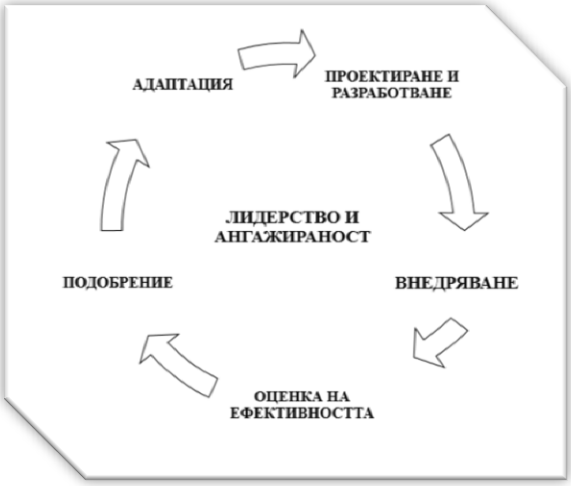
Процесният подход в БДС ISO 9001:2015 се характеризира с интегрираност, структурираност и изчерпателност и динамичност, които са и три от принципите на БДС ISO 31000:2018. Лидерството е елемент на управлението и е приложимо към процесите на ръководене и вземане на управленски решения. То не фигурира в принципите на БДС ISO 31000:2018, но е част от рамката за управление на риска (Фигура 2).

1.2. Рамка на БДС ISO 31000:2018 и БДС ISO 9001:2015

Рамката и процесът формират структурата на стандартите.

На Фигура 2 е показана рамката за управление на риска в БДС ISO 31000:2018. Тя включва елементите:

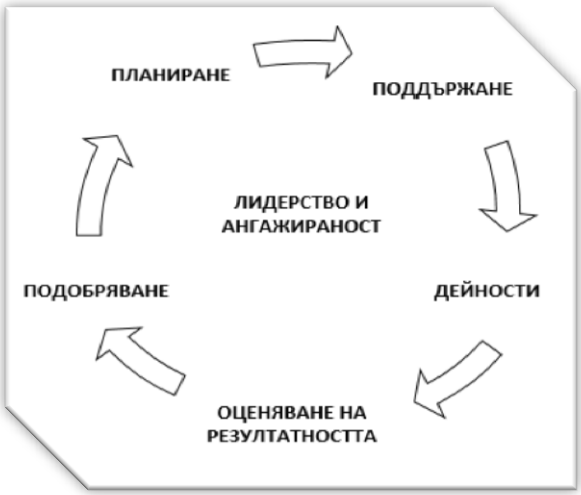
- лидерство и ангажираност;
- проектиране и разработване;
- внедряване;
- оценка на ефективността;
- подобрение;
- адаптация.



Фигура 2. Рамка за анализ и управление на риска в организацията

Елементите на рамката на стандрата БДС ISO 9001:2015 са показани на Фигура 3 и са както следва:

- лидерство и ангажираност;
- планиране;
- поддържане;
- дейности;
- оценяване на резултатността;
- подобряване.



Фигура 3. Рамка за управление на качеството в организацията

Анализ на рамките, описани в двата стандарта, показва, че е налице застъпване между елементите в тях, както следва:

Лидерство и ангажираност – намира се в центъра на рамките на БДС ISO 9001:2015 и БДС ISO 31000:2018;

Проектиране и разработване – елемент е от рамката на БДС ISO 31000:2018 и част от елемента на БДС ISO 9001:2015 „Поддръжка и дейности";

Внедряване – отнася се до внедряване на рамката за управление на риска в процеса по управление (в случая, управление на качеството);

Оценка на ефективността – елемент е от рамката на БДС ISO 31000:2018 и част от елемента на БДС ISO 9001:2015 „Оценяване на резултатността".

Подобрение – елемент е от рамките и на двата стандарта БДС ISO 9001:2015 и БДС ISO 31000:2018;

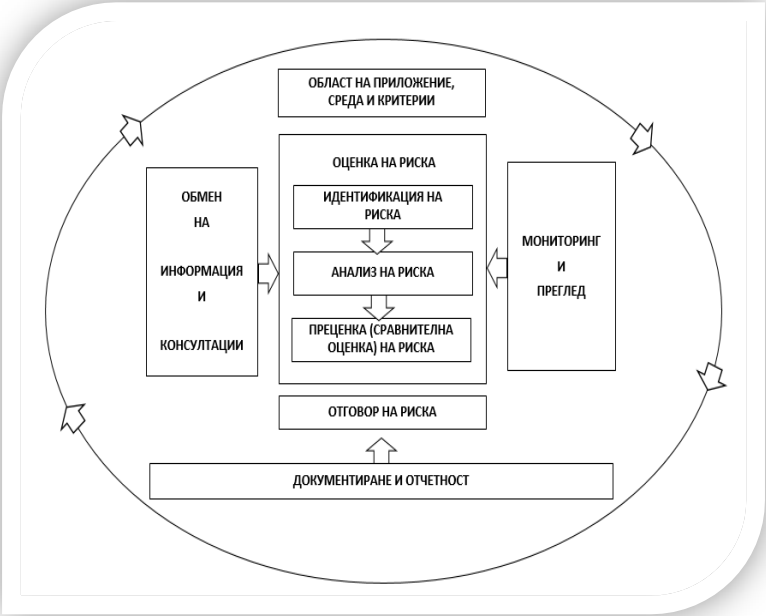
Адаптация – отнася се към адаптирането на управлението на риска към организационната структура, функции и процеси и е свързано с елемента от БДС ISO 9001:2015 „Планиране".

Комуникацията между двете рамки има допълващ и адаптационен характер.

1.3. Процес на БДС ISO 31000:2018 и БДС ISO 9001:2015

Процесното съответствие на БДС ISO 31000:2018 и БДС ISO 9001:2015 може да бъде видяно на Фигура 4 и Фигура 5. То се изразява в реализиране на процесния подход и наличие на:

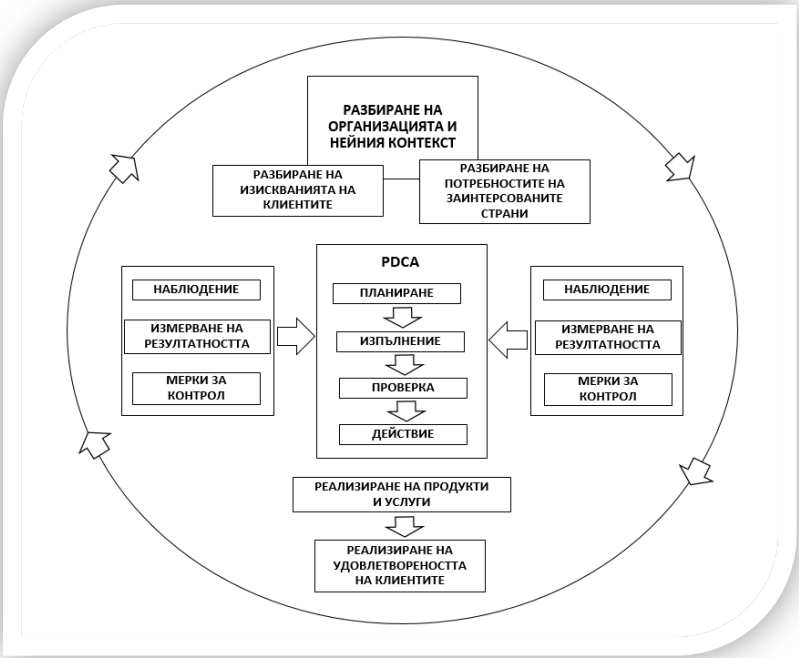
- източници на входни елементи;
- входни елементи;
- дейности;
- изходни елементи;
- получатели на изходни елементи;
- механизми за контрол, в рамките на наблюдението и измерването на резултатността.



Фигура 4. Процес по анализ и управление на риска в организацията

Като интегрална част (спомагателна технология) от управлението на качеството, анализът на риска намира приложение в разбирането на организацията и нейния контекст, на база на които, се извършват планирането, изпълнението, проверката и (контролните/коригиращите) действия за реализиране на процеса. На този етап са приложими и други методи на стратегическия анализ, които допълват анализа на риска и ще бъдат разгледани по-долу в доклада.

Крайната цел е постигане на удовлетвореността на клиентите (и целите на организацията), чрез управление на рисковете и реализиране на възможностите.



Фигура 5. Процес по управление на качеството в организацията

Принципното, рамковото (структурно) и процесно сходство между БДС ISO 31000:2018 и БДС ISO 9001:2015 и тяхната неделимост при управление на качеството, доказват необходимостта от познаване и прилагане и на двата стандарта, както и на стояшите в основата им стратегически и риск-анализ.

2. Анализи при управление на качеството във Военна академия „Г. С. Раковски"

Анализът е условие за прилагане на адекватни решения във всеки процес по управление, включително управление на качеството. Двата приложими вида анализ, съгласно БДС ISO 9001:2015 и възприетите практики във Военна академия „Г. С. Раковски" за управление на качеството, са:

- риска анализ;
- стратегически анализ.

Те се прилагат на различни етапи от процеса, имат принципно различна насоченост, но и висока съвместимост и суплементарност в определени случаи.

2.1. Риск анализа в процеса по управление на качеството

Риск-анализът разгтлежда процесите в организацията. Той е свързан с ключови индикатори за изпълнение (Key Performance Indicators) и анализира риска, черпейки данни от контекста (средата) на организацията. Концепцията за анализ на риска присъства в БДС 9001:2015 на следните етапи:

въведение – разяснява се концепцията за мисленето, базирано на риска.

- определяне на контекста на организацията – определяне на процесите на СУК и справяне с рисковете и възможностите. Приложими са методите за анализ на риска Възел на папийонката, Ишикава, Дърво на решенията.
- лидерство – ръководството насърчава мисленето, основано на риска, за определяне и адресиране на рисковете и възможностите. Приложими са методите за анализ на риска Мозъчна атака и Делфи.
- планиране – от организацията се изисква да идентифицира рисковете и възможностите, свързани с изпълнението на целите по качеството и да предприеме подходящи действия за справяне с тях. Приложими са методите за анализ на риска Предварителен анализ на заплахите, Анализ на критичните контролни точки, Анализ на първопричината, Анализ на причините и последствията и Анализ на скритите дефекти и паразитните цели.
- поддържане – от организацията се изисква да определи и осигури необходимите ресурси, отчитайки рисковете и възможностите. Приложими са методите за анализ на риска Анализ HAZOP, Дърво на грешките и Матрица на последствията и вероятностите.
- дейности – от организацията се изисква да управлява своите оперативни процеси, отчитайки риска. Приложими са методите за анализ на риска Дърво на грешките, Контролни списъци, Анализ на въздействието върху бизнеса, Анализ на появата на грешки и тяхното влияние (FMEA) и Дърво на събитията.
- оценяване на резултатността – от организацията се изисква да наблюдава, измерва, анализира и оценява ефективността на действията, предприети за справяне с рисковете и възможностите. Приложим е методът за анализ на риска Анализ на разходите и ползите.
- подобряване – организацията коригира, предотвратява или намалява нежеланите ефекти, подобрява системата за управление на качеството и актуализира рисковете и възможностите. Приложими са методите за анализ на риска Анализ на сценариите, Мозъчна атака, Дърво на грешките и Дърво на решенията.

Методите и техниките за анализ на риска, приложими към процеса по управление на качеството във Военна академия „Г. С. Раковски“, са детайлно разписани в БДС ISO 31010:2011 „Методи за оценка на риска“ [3].

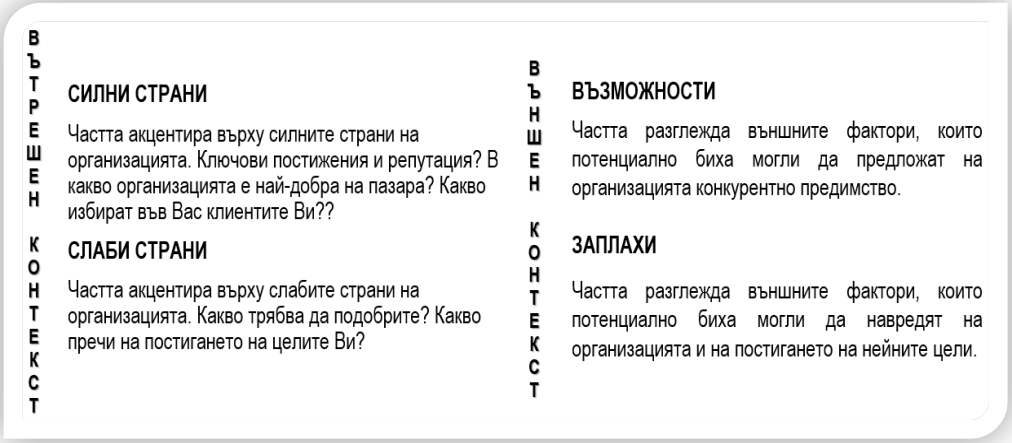
2.2. Стратегически анализ в процеса по управление на качеството

Стратегическият анализ адресира факторите на средата на организацията (вътрешни и външни), свързан е с ключови индикатори за резултат (Key Result Indicators) и не анализира риска, но описва контекста, в който този риск да се управлява. В този смисъл, той помага да се преодолее неопределеността на етапите на:

- определяне на контекста на организацията.
- планиране.
- поддържане.
- дейности,

Най-използван метод за стратегически анализ е SWOT-анализът (Фигура 6). Той е най-вече приложим за постигане на равносметка за налично състояние (тенденция, ресурси), затова обикновено се извършва ретроспективно, за отминал период. Полезен е, също така, за идентифициране на заплахите при стратегическия риск.

Той е предпочитан метод, тъй като дава основа за анализ както на външния, така и на вътрешния контекст на организацията, но не присъства като метод за анализ на риска в БДС ISO 31010:2011.



Фигура 6. Методът за стратегически анализ SWOT

Други релевантни методи за стратегически анализ са: PESTEL (външен контекст), оценка на стратегията (strategy evaluation, вътрешен контекст) и анализ на 5-те „К“ – компания, конкуренти, клиенти, колаборираща, климат (5C analysis, външен и вътрешен контекст).

2.3. Визирани в обучението по управление на качеството във Военна Академия „Г. С. Раковски“грешни подходи

Ръководството за управление на системата за оценка и подобрение на качеството на обучението и академичния състав във Военна академия „Г. С. Раковски“ (РУСОПКОАС) [4], имплементира БДС ISO 9001:2015 дословно. Това предполага дословно прилагане и на процесния

подход и мисленето, основано на риска, както и на разбирането за контекста на организацията, посредством стратегически анализ.

Документът, обаче, идентифицира рисковете, единствено посредством SWOT-анализ, без да дава никаква информация за възможни приложими методи за анализ и оценка на риска, като се ограничава само до конкретни примери за идентифицирани рискове. Т.е., наблюдава се недостатъчно прилагане на БДС ISO 31000:2018.

Важно е да се отбележи, че някои от разгледаните рисковете са постоянни, но повечето са променлива величина и един пример може да не ги опише дългосрочно.

Теоретичното обосноваване на този подход, намира израз в няколко формулировки, косвено различими в текста:

1. SWOT-анализът се прилага след анализа на риска.

Формулировката е грешна, защото SWOT-анализът въвежда категориите силни и слаби страни, които в теорията на риска формират понятието уязвимост, категорията заплаха, която в теорията на риска е потенциалната причина за реализиране на рисково събитие и категорията възможност, която в теорията на риска е положителната конотация на въздействие, настъпило след реализиране на рисково събитие (т.е. последствие). Ако допуснем, че SWOT-анализът се извършва след риск-анализа, то значи SWOT-анализът идентифицира наново тези категории, които риск-анализът вече е идентифицирал и анализирал. На второ място, риск-анализът черпи данни от факторите на средата, идентифицирани чрез SWOT-анализа, а не обратното.

Вярната формулировка, която следва да бъде възприета и имплицитно приложена в РУ-СОПКОАС е, че SWOT-анализът се извършва преди анализа на риска, за да помогне да се идентифицира стратегическия риск и да обезпечи информационно процеса на анализ и управление на рисковете.

2. SWOT-анализът е метод за анализ на риска.

Формулировката е грешна, тъй като стратегическият анализ идентифицира факторите на средата, които могат да повлияят върху постигането на целите на организацията (т.е., заплахите). Той не анализира риска, а идентифицира потенциална негова компонента. Разширеният SWOT-анализ, който се извършва след стандартния SWOT-анализ, разглежда различните стратегии за управление на комбинации от вътрешни и външни фактори (Фигура 7). Той въвежда елемент на управление в описателния метод и по този начин се доближава до риск-анализа, но отново не е равнозначен на риск-анализ, тъй като същият е необходим за реализиране на стратегиите. Използването единствено на SWOT-анализ, би довело до идентифициране, но не и до разбиране на заплахата (възможността). Той е допълнителен, а не основен метод.

SWOT-анализ		Вътрешна среда	
		Плюсове (S)	Минуси (W)
Външна среда	Възможности (O)	**S-O-Стратегии:** Използване на възможностите за реализация на плюсовете	**W-O-Стратегии:** Унищожаване на слабости за създаване на нови възможности
	Опасности (T)	**S-T-Стратегии:** Използване на плюсовете за елиминиране на опасностите	**W-T-Стратегии:** Недопускане слабостите да бъдат активизирани от заплахите

Фигура 7. Разширен SWOT-анализ

Заключение

Познаването на процеса, методите и техниките за анализ, както и умението за тяхното прилагане, на конкретни етапи от дейността по управление на качеството, е от решаващо значение за нейната ефективност и целесъобразност. То е условие за правилна преценка на риска, оразличаване на необходимостта от и момента на въздействие (отговор) върху него и разкриване и реализиране на възможностите пред институцията. В този смисъл, правилното прилагане на процеса е основа за съхранение и развитие на Военна академия, като престижно научно-образователно учреждение в сферата на сигурността и отбраната.

Разработването и провеждането на обучение на тема „Анализ в дейността по управление на качеството във Военна академия „Г. С. Раковски", е в отговор на нарастващата нужда от изграждане на компетенции в предметната област. Предоставеният необходим набор от знания и практически насоки за извършване на анализ е предпоставка за подобрение на процеса по управлението на качеството чрез преодоляването на конкретни грешни сващания и подходи.

В резултат на проведеният аналитичен обзор на процеса по управление на качеството във

1. Стандартите, БДС ISO 31000:2018 и БДС ISO 9001:2015, използват процесен подход, имат итеративен (цикличен) характер и са принципно, структурно и процесно съвместими и тяхното съвместно използване във ВА е правилно.

2. В управлението на качеството ВА са регистрира дефицити в разбирането за мястото и ролята на риск анализа, като интегрална част от процеса. Необходимо е тои да разклежда и прилага като водещ метод, а статегическия анализ като допълващ.

3. Военна академия „Г. С. Раковски" полага усилия да преодолее пропуските, в духа на непрекъснато усъвършенстване и подобряване на качеството на обучение и академичния състав, като провежда обучение по методите за анализ, приложими към процеса по управление на качеството в пределите на институцията.

Литература

1. БДС ISO 9001:2015 „Системи за управление на качеството. Изисквания";
2. БДС ISO 31000:2018 „Управление на риска. Указания";
3. БДС ISO 31010:2011 „Методи за оценка на риска";
4. Ръководството за управление на системата за оценка и подобрение на качеството на обучението и академичния състав във Военна академия „Г. С. Раковски" (РУСОПКО-АС), 2021 г.

PARTICIPATION OF WOMEN IN MISSIONS AND OPERATIONS ABROAD ON THE EXAMPLE OF PCM

Barbara Drapikowska

War Studies University al. Gen. Chruściela – Montera 103, 00-910 Warsaw, Poland
b.drapikowska@akademia.mil.pl:

Abstract: *The article presents the issue of the participation of women soldiers in modern missions and operations. In the initial part, the legal and doctrinal foundations regarding the discussed issues are presented. Particular attention was paid to UN Resolution 1325, which is a key document containing recommendations for the states of the international community in terms of increasing the participation of female personnel in missions and operations. Then, the share of women soldiers in military contingents was presented, both in quantitative and qualitative terms. The study uses accounts of male and female personnel serving in PMC Iraq and PMC Afghanistan.*

Keywords: *women in army, women's military service, gender policy management.*

Introdaction

Nowadays, in many parts of the world, the international community is engaged in activities aimed at enforcing or maintaining peace and security. As the current demographic crises show, lack of security in one country affects the social situation in another. The societies escaping from war and persecution get to highly developed countries in a legal or illegal way. Their presence changes the social and economic situation of the country of destination. Therefore, preventing bloodshed in various corners of the world, even those remote ones, may indirectly contribute to improving the security conditions of every country of Western civilization. In these activities, the participation of female uniformed personnel (women – soldiers, policewomen, guards) and civilians plays an extremely important role.

The Armed Forces of the Republic of Poland have been participating in missions abroad since 1953, when the Polish contingent was involved in the implementation of operational tasks in Korea. For almost half a century, only male military personnel participated in them. The situation changed when Poland joined the structures of the North Atlantic Alliance, which took place in 1999. This access was related to the requirement to standardize the army in accordance with the principles in force in NATO. One of the changes was the opening of military academies to female personnel, who could choose any military specialty, not just the medical or music corps, as it was before. This change also meant that women could carry out operational tasks, but in practice they could only be sent to mission after finishing school and having acquired minimal service experience, which is why women were the smallest in the initial changes of the Polish Military Contingents (PMC).

Legal and doctrinal foundations

The formal basis for carrying out missions and operations abroad is set out in a number of documents, both international and domestic. Universal formal documents in this regard are the Hague and Geneva Laws, as well as general resolutions of international organizations. In the context of the

participation of women soldiers in such operations, a number of international documents have been adopted, such as:

– Resolution of the European Parliament on the participation of women in the peaceful resolution of conflicts;

– UN Security Council Resolutions - Women, Peace and Security:
- No. 1325 of October 31, 2000,
- No. 1820 of June 9, 2008,
- No. 1888 of August 30, 2009,
- No. 1889 of October 5, 2009,
- No. 1960 of December 16, 2010,
- No. 2106 of June 24, 2013,
- No. 2122 of October 18, 2013;

– Strategic Commands Directive Bi-S.C.40-1 on "Implementation of UN Security Council Resolution 1325 and gender equality issues, including protection measures during armed conflict in NATO command structures".

In the Resolution of the European Parliament, the position was expressed that the participation of women in the implementation of operational tasks is necessary due to the improvement of relations with the civilian population in the mission area noticeable in the co-educational contingents. In view of the above, Member States were called on to increase the number of women involved in activities to promote peace in the world, e.g. diplomatic missions, observation missions, crisis response operations, peacekeeping missions[2].

The first mention of the role of women in maintaining international peace by the United Nations was made in the 1970s in Resolution 3519 of 1975, and it can be assumed that it was a response to the increasingly frequent feminist slogans calling for women's access to military service. Although the document emphasizes the general role of women in strengthening international security, it does not provide specific recommendations for member states to increase women's participation in strengthening international security. Declaration of the UN General Assembly No. 37/63 issued in 1982 was maintained in a similar substantive tone, which, in addition to the participation of women in peace projects, promoted general gender equality in social life[3].

The precise suggestions for increasing the composition of female personnel in military contingents appeared only in 2000 in Resolution 1325, which started the cycle of UN involvement in promoting the participation of women in operational tasks. According to its content: „Urges Member States to ensure increased representation of women at all decision-making levels in national, regional and international institutions and mechanisms for the prevention, management, and resolution of conflict"[4]. The resolution also called on the Secretary-General to provide a women's component to operational activities and to increase the number of women in the UN area among military observers, civil police, human rights institutions and humanitarian organizations[5].

Each subsequent Resolution also recommended member states to increase the participation of women in missions carried out on behalf of the United Nations. The multitude of regulations of this type was caused not so much by non-compliance with the provisions in this area by states, but by the

[2] European Parliament resolution on participation of women in peaceful conflict resolution (2000/2025(INI)), source: http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P5-TA-2000-0541+0+DOC+XML+V0//EN [access: 09.06.2019].

[3] Declaration on the Participation of Women in Promoting International Peace and Co-operation, source: http://www.worldlii.org/int/other/UNGARsn/1982/54.pdf, [access: 09.06.2019].

[4] United National Security Council Resolution 1325 (2000) Women, peace and security adopted by the Security Council at its 4213th meeting, on 31 October 2000, p. 3.

[5] Rezolucja Rady Bezpieczeństwa 1325 – Kobiety, pokój i bezpieczeństwo, [in:] *Kobiety – pokój – bezpieczeństwo. Dokumenty i materiały*, B. Szubińska (red.), MON, Warsaw, 2011, p. 53.

need to pay attention to the constantly occurring problem of sexual abuse and violence against women noticed in countries covered by UN missions. However, a report summarizing a decade of the application of Resolution 1325 emphasized that a satisfactory result had not been achieved with regard to the number of women in military contingents. It was also noted that military personnel responsible for planning and managing missions are not responsible for non-compliance with the Resolution. The reasons were seen in the lack of understanding of gender equality issues by military decision-makers[6].

Member States were also called on to prepare documents on increasing the participation of women in missions and operations. In Poland, it was less than twenty years later, i.e. in 2018, that the first National Action Plan for the implementation of the UN agenda on women, peace and security for 2018-2021 was released.

The need to involve female personnel in peacebuilding is also emphasized by NATO, where it is stated that women should be involved in activities at all stages of crisis or conflict. The Doctrine on the Implementation of Resolution 1325 presents assumptions that boil down to striving to create representative personnel and expanding the role of women in operations and missions at all levels, taking into account the needs of women (health requirements, supplies, accommodation) in the planning process, making efforts to increase representation of women in NATO command structures and crisis units, as well as organizing education and training programs to raise awareness of the importance of gender and the involvement of women in missions and operations[7].

Feminization of security in contemporary conditions

The number of women taking part in missions abroad on average fluctuated around 50 people each year. This accounted for about 1% of the composition of the contingents. Despite the lack of formal restrictions on the availability of positions at the mission, the largest number of female personnel carried out operational tasks in the medical corps anyway. The institutions responsible for forming the quotas identified various reasons for this phenomenon. Firstly, it was the lack of female candidates with the required qualifications, which were necessary for the Armed Forces in the area of the mission. Secondly, it was the lack of proper sanitary conditions - the need to guarantee separate toilets. Another reason was the very dangerous nature of most missions and the desire to protect women from danger.

Nowadays, women soldiers participate in several missions and operations abroad. Most of them join the ranks of:PMC Afghanistan RSM,

- PMC KFOR (Kosovo),
- PMC Latwia,
- PMC Romania,
- PMC Orlik (Baltic States),
- PMC Czernicki (Mediterranean Sea),
- PMC EUFOR BiH (Bośnia i Hercegowina),
- PMC TAMT;
- PMC LIBAN[8.]

[6] M. Ratschka, *10 lat rezolucji rady bezpieczeństwa onz nr 1325 (2000)*, Source: http://www.unic.un.org.pl/aktualnosci/26,2179,,2011,/ [access: 06.06.2019].

[7] Dyrektywa Dowództw Strategicznych Bi-S.C. 40-1 na temat „Wdrożenia Rezolucji Rady Bezpieczeństwa ONZ nr 1325 oraz zagadnień związanych z równością płci, w tym środków ochrony podczas konfliktu zbrojnego do struktur dowodzenia NATO, [in:] *Kobiety – pokój – bezpieczeństwo…*, op. cit., p. 37.

[8] Polskie Siły Zbrojne na zagranicznych misjach wojskowych. Gdzie obecnie służą nasi żołnierze? Dziś ich święto, source: https://i.pl/polskie-sily-zbrojne-na-zagranicznych-misjach-wojskowych-gdzie-obecnie-sluza-nasi-zolnierze-dzis-ich-swieto/ar/c1-16388443 [access: 01.09.2023].

Figure 1. Polish army in mission and operation abroad
Source: https://i.pl/polskie-sily-zbrojne-na-zagranicznych-misjach-wojskowych-gdzie-obecnie-sluza-nasi-zolnierze-dzis-ich-swieto/ar/c1-16388443 [access: 01.09.2023].

There is no doubt that the current peacekeeping activities are carried out in countries where the social role of women is devalued, for example in the circle of Islamic civilization. An example may be the activities undertaken by PMC Iraq and PMC Afghanistan as part of international coalitions[9]. The importance of women's presence in such areas is best demonstrated by the incident in Iraq: "In 2004, Iraqi coalition forces sought to interrogate a woman from a Shia village in an area known as fundamentalist. They took her to a military base without her husband or any relatives. When the military brought her back home, her family no longer trusted her. After all, she could have been raped or otherwise sexually assaulted. […] The results of this gender-disregarding approach were deplorable: the woman was punished by stoning to death, and the husband took his own life because he was unable to protect his wife, which is considered a disgrace"[10].

Due to the area of operation and cultural conditions, according to which local women and girls over 13 years of age are forbidden to have any contact with foreign men, female soldiers in the contingents are the only people who could provide them with medical and humanitarian assistance, as well as communicate with them. Therefore, the exclusion of women or the reduction of their number in such areas will naturally be associated with the exclusion or reduction of the number of local women - aid beneficiaries. This, in turn, undermines the whole sense of the activities carried out, according to which the international community is to reach the local population through "hearts and minds".

The above statement is confirmed by qualitative research conducted with women soldiers participating in missions abroad in PMC Iraq and PMC Afghanistan. Most of the respondents serving in PMC Iraq admitted that despite the low position of women in the world of Islam, their presence was well

[9]More: B. Drapikowska, *Udział kobiet – żołnierzy w misjach poza granicami kraju w Iraku i w Afganistanie*, Czasopismo Naukowe Instytutu Studiów Kobiecych, Wydawnictwo Humanica, nr 1(2), Białystok 2017 and B. Drapikowska, *Udział kobiet – żołnierzy w misjach poza granicami kraju*, [in:] M. Wrzosek (red.), *Praktyczne i teoretyczne konteksty wykorzystania komponentów sił zbrojnych w procesie utrzymywania bezpieczeństwa międzynarodowego*, AON, Warsaw 2016.
[10] *Gender ma sens. Sposób na udoskonalenie misji*, WCEO, Warsaw 2012, p. 21.

received by the civilian population. The following fragments of conversations about the attitudes of the civilian population confirm their views[11]:

– *Well, probably [women were perceived best] by the local population, because by perceiving a woman as a mother, it is easier for them to make contact, ask for help […];*

– *When I was there for the first time, I was in civil-military cooperation, so I think so, because even in such conservative circles, some villages where they don't talk to their women about any topics, women from the west usually treat them differently and they even break their manly pride, because he sees that he has a benefit. But the second thing is that it often happens that they approach women less aggressively, because when a guy sees another guy, it's like two roosters and some village elder has to show the white guy how unapproachable he is, how to negotiate with him, how much power he has while in front of a woman there is no stage of showing one's position and the climax of the conversation is reached faster;Myślę, że to nie jest kwestia płci tak do końca.*

– *They are certainly characterized by greater empathy, but unfortunately, this sometimes obscures real, rational thinking, e.g. about the potential threat of terrorists. In addition, I think that the voices you are talking about relate to such delicacy, subtlety in these contacts, and this is simply perceived a little better than when an armed man distributes medicines or mascots. As for the medical staff, I think these women deserve a medal for their dedication and sensitivity and ability to fit into the culture and stereotypes of the mission area;*

– *Contact with women was possible only through a woman, while contact with men was difficult for women, because according to the culture there, it would be better for men to talk to men, but at that time Iraqis were not so negative about women.*

Slightly less positive feelings were felt by women carrying out tasks in PMC Afghanistan. There was a lack of clarity in terms of opinions on the perception of women's participation in missions in the eyes of the civilian population living in the area of operations. The reason was the belief that women were less accepted, especially by the tribal elders, who consisted only of men. Undoubtedly, however, the presence of women enabled cooperation with local women, and was also indicated in situations where soldiers had to deal with children. However, according to the majority of respondents, due to the low position of women in Islamic culture, their presence did not enjoy much sympathy from the male population in the mission area. However, given the fact that there were no glaring disproportions in opinions on this subject, it can be assumed that the attitude of the local population also depended on the degree of openness of the people with whom the soldiers cooperated. In order to support the above statement, selected statements of women-soldiers about the attitude of the civilian population can be presented:

– *[...] there were also direct relations with the male civilian population - with the policemen, we liked each other, they told me more than my colleagues, and I respected them, and I did not call them <<black monkeys>>, but I also know girls who behave scandalously and are xenophobic;*

– *[…] by the local population very average. The children responded very well to the women in uniform, the Afghan women as well. On the other hand, men who saw a woman in uniform and with a gun looked at her strangely;*

– *[...] in the case of Afghanistan and the culture of this country, there are evident groups where only men should talk - elders - and areas where only women are allowed to talk - contact with local women. And when it comes to interpersonal relationships, it seems to be scientifically proven that they are not men's forte;*

– *[...] for the local population in Afghanistan, we were an attraction, sometimes we aroused astonishment, surprise, and sometimes hostility. For the male part, especially from areas far from*

[11] All the statements presented in the subchapter come from the accounts of women – soldiers serving in the PMC Iraq and PMC Afghanistan, which are part of the author's research collection.

urban centers, we were often not partners for conversation - for cultural reasons, but it rarely happened, we were rather hosted, like the rest of the delegation;

– *[...] in contact with children, it seems to me that women cope better than men, it seems to me that in certain situations they have more empathy and tenderness and approach more personally, e.g. when a child is injured or another person. I remember when I was injured and when I ended up in a field hospital in Ghazni and many people, doctors and nurses, took care of me, I will never forget the special care and support from Polish nurses;*

In Muslim countries, a female soldier is unacceptable, but we were essential if it was necessary to search or help the women here, because a foreign man has no right to look at a local woman, let alone approach her. In general, the local population working on the base tolerated us and no one showed that they did not respect us.

Differences of opinion in this regard were noticed between the participants of both missions. Most representatives of the PMC Afghanistan believed that their persons were perceived disrespectfully by the civilian population, while in the case of PMC Iraq, the surveyed women mostly met with a positive perception of themselves. However, this difference may result from the level of civilization development and the position of women in both countries, which is usually the same as in all Islamic countries, i.e. lower than men, but in the case of Iraq it is higher than in the entire Muslim world. This may be due to less discrimination against women in public life in recent decades under S. Hussein[12], and greater religious and social conservatism in Afghanistan.

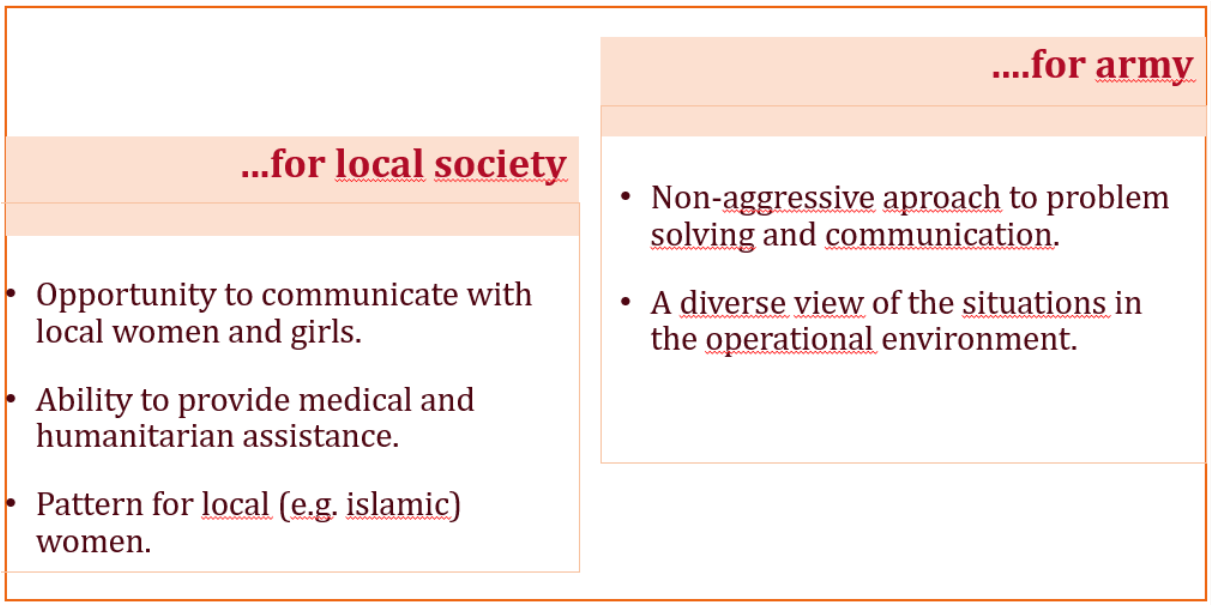


Figure 2. Benefits for the security process from the participation of women soldiers
Source: own research.

Another emphasized issue was the perception of female soldiers by the local population as people of a milder disposition than men and arousing more trust. From the data obtained as a result of the conducted research, it can be concluded that it was easier for the local population to ask for help and establish contact with female soldiers, as they were aware of the different position of women in the Western world, which consequently influenced the differences in the treatment of representatives of the same sex brought up in different cultures.

Moreover, the hidden belief in the lower social status of women does not escalate in local men the need to show superiority and power, which is revealed when working with men. In other words,

[12] D. Ducret, *Kobiety dyktatorów 2*, Wydawnictwo Znak, Kraków 2013, p. 84-86.

thanks to the presence of women, it is possible to avoid unnecessary social efforts aimed at convincing the contractor of negotiating superiority, and this, in turn, can accelerate the climax of the conversation.

An additional issue emphasized by the women members of PMC Afghanistan was the positive perception of women soldiers by local children. This feature was quite significant because children constituted a population exposed to poverty and social exclusion, and therefore became the recipients of a significant part of humanitarian aid. According to the messages of women, they accepted gifts from women more willingly and with less fear, and they also made contact with them.

Summary

When we analyzing the issue of feminization of security, it should be borne in mind that Poland belongs to the bloc of former communist countries, where the social roles of women and men were closely related to work and family. In the family, the man was responsible for ensuring material existence, while the woman was responsible for taking care of the children and the home. The professional activity of women in the post-war Polish society was focused mainly on odd jobs, and their income was so small that it was only an additional element to the household budget.

For about a century, in Western countries, the social role of women began to increase, slowly moving from the family sphere to the sphere of public life, including professional life. The culmination of these changes is the entry of women into the area of defense and security, which has always been a space of male domination. Depending on geographical variables, we are dealing with a different rate of change in this respect. The differentiating criterion is also the type of uniformed service, e.g. women have been present in the Polish Police almost from the very beginning of its existence, so their formal and informal status is less diverse than in the army, where the possibility of serving women has existed for less than three decades.

The aim of the following article was to present the participation of female military personnel in missions and operations abroad on the example of PCM. The article uses fragments of interviews conducted with female soldiers participating in missions in Iraq and Afghanistan.

The issue of the participation of female soldiers in missions and operations abroad was possible only after 2000, thanks to the intensification of legislative efforts in this area. This was a watershed in the matter in question due to the issuance of UN Resolution 1325, which suggested to states of the international community to increase the participation of female personnel in international peace and security activities. In Poland, it was less than twenty years later, i.e. in 2018, that the first National Action Plan for the implementation of the UN agenda on women, peace and security for 2018-2021 was released.

According to estimates, only about 1% of the personnel of all PCM missions are women each year. Most of them are people who participate in several shifts, which in practice means that the absolute percentage of women with operational experience is even smaller. Almost all female personnel are women serving in medical positions and in the field of civil-military cooperation. This, in turn, is related to the fact that in these functions soldiers have the greatest contact with local women and girls.

In addition to the need to cooperate with local women, an additional factor in favor of the participation of women in military contingents is also the presentation of a good example of the local population, for whom the female sex is not a subjective value. This position is accepted by the entire population - men who concentrate decision-making in their hands, as well as women who accept their social inferiority. Showing examples of women from the Western world who can perform tasks as well as men and have a good education can be an example for Muslim women that they do not have to be a worse social category and for men, proof that treating women as subjects is an approach which does not entail negative social phenomena.

Even though currently only a small part of Polish female soldiers participated in missions abroad, it can be concluded that while the military will engage in foreign operations, more and more women

will support contingents with their own competences. This is supported by a number of arguments, ranging from the predispositions of women soldiers themselves, to NATO's position promoting women's service abroad. It can be expected that in the near future, the provisions of the Alliance will also force certain solutions on the signatory states aimed at increasing the participation of women in the implementation of operational tasks.

References

1. Declaration on the Participation of Women in Promoting International Peace and Co-operation, źródło: http://www.worldlii.org/int/other/UNGARsn/1982/54.pdf, [access: 09.06.2019].
2. Drapikowska B. , Udział kobiet – żołnierzy w misjach poza granicami kraju, [in:] M. Wrzosek (red.), Praktyczne i teoretyczne konteksty wykorzystania komponentów sił zbrojnych w procesie utrzymywania bezpieczeństwa międzynarodowego, AON, Warsaw, 2016.
3. Drapikowska B., Udział kobiet – żołnierzy w misjach poza granicami kraju w Iraku i w Afganistanie, Czasopismo Naukowe Instytutu Studiów Kobiecych, Wydawnictwo Humanica, nr 1(2), Białystok 2017.
4. Ducret D., Kobiety dyktatorów 2, Wydawnictwo Znak, Kraków 2013.
5. European Parliament resolution on participation of women in peaceful conflict resolution (2000/2025(INI)), source: http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P5-TA-2000-0541+0+DOC+XML+V0//EN [access: 09.06.2019].
6. Gender ma sens. Sposób na udoskonalenie misji, WCEO, Warsaw, 2012.
7. Polskie Siły Zbrojne na zagranicznych misjach wojskowych. Gdzie obecnie służą nasi żołnierze? Dziś ich święto, source: https://i.pl/polskie-sily-zbrojne-na-zagranicznych-misjach-wojskowych-gdzie-obecnie-sluza-nasi-zolnierze-dzis-ich-swieto/ar/c1-16388443 [access: 01.09.2023].
8. Ratschka M., 10 lat rezolucji Rady Bezpieczeństwa ONZ nr 1325 (2000), source: http://www.unic.un.org.pl/aktualnosci/26,2179,,2011,/ [access: 06.06.2019].
9. Rezolucja Rady Bezpieczeństwa 1325 – Kobiety, pokój i bezpieczeństwo, [w:] Kobiety – pokój – bezpieczeństwo. Dokumenty i materiały, B. Szubińska (red.), MON, Warsaw, 2011.
10. United National Security Council Resolution 1325 (2000) Women, peace and security adopted by the Security Council at its 4213th meeting, on 31 October 2000.

ВЛИЯНИЕТО НА ФИНИ ПРАХОВИ ЧАСТИЦИ ВЪРХУ ДИХАТЕЛНИТЕ ПРОЦЕСИ ОТ ДЕЙНОСТ, ИЗВЪРШЕНА ОТ ПРОМИШЛЕНИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ТЕРИТОРИЯТА НА РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ - ГРАЖДАНСКА СИГУРНОСТ

Глория Зашева

Анотация: *Живеем в динамичен свят, в който гражданската сигурност е една от сферите, засегнати от разширяващото се многообразие в/на територията на Република България. Разнообразието в строителство, производства и тяхната мобилност. е изпълнено с пъстрота от пандемични хронични заболявания, от различен произход. Водеща политика за съхраняване на гражданската сигурност е районни с промишлени организации и места със строителни обекти да бъдат в постоянно наблюдение. Целта е отстраняване или нулева поява на замърсявания, което ще доведе до намаляване на заболяемостта на човешкия ресурс, промишлените обекти и организациите. За да се постигне този положителен ефект, е необходимо да се работи в глобален мащаб. Да се създадат политики от взаимносвързаност между обмен на знания – партньорства и местна власт, и организация от низходящ към възходящ ред. Тези политики за осигуряване на чист въздух в Европа може да се потвърдят и осъществят чрез прилагане на анализ от теоретично проучване в образователната и практическа среда.*

Keywords: *фини прахови частици, промишлени предприятия, замърсяване, дихателни проблеми*

THE INFLUENCE OF FINE DUST PARTICLES ON RESPIRATORY PROCESSES FROM ACTIVITIES CARRIED OUT BY INDUSTRIAL ORGANISATIONS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BULGARIA - CIVIL SECURITY

Gloria Zasheva

National Military University "V. Levski", Artillery, "Air Defense and CIS" Faculty
Shumen, "K. Scorpil"str. № 1, gabriela1990z@gmail.com

Abstract: *We live in a dynamic world in which the civil security is one of the most endangered spheres of limitation in the diversityexpansion on the territory of the Republic of Bulgaria. Because of the construction, production and their mobility, there is a range of pandemic chronic diseases, caused by different origins. The main aim for keeping the civil security within normal range is necessary to put places with industrial organizations and construction organizations under constant monitoring. So, it will lead to the main purpose, which is elimination or zero occurrence of the pollution by reducing the morbidity of humas, in the industrial projects and organizations. There are few steps to be reached this positive effect, but first of all, we have to work together in general global level. Interconnection policies*

should be created to easily shared knowledge between partnerships and local government institutionsfrom the bottom to the top of the line.These policies for guaranteeing the air purityin Europe can be confirmed and realized by the application of analysis from theoretical research in the educational and practical environment.

Keywords: *fine dust particles, industrial organisations,pollution, respiratory problems*

Какво представляват фините прахови частици?

Фините прахови частици /ФПЧ10 и ФПЧ 2,5/ са основният и най-масов замърсител на атмосферния въздух. Те са сериозен проблем за качеството на въздуха в по-големите градовете на България, особено в София. Именно фините прахови частици създават потенциален риск за здравето населението.

Всеки, който живее в по-голям град или град богат на промишлени заводи и централи е станал свидетел на смога, така характерен за ранните и късни часове на денонощието, особено в по-студените сезони. Гъстите облаци, които покриват като в бяла пелена нашите дихателни пътища всъщност се образуват именно в следствие на замърсен въздух, който се спуска над градовете при по-ниско налягане. Смогът е дразнителят, съдържащ огромен брой фини прахови частици, който има силата да ни задуши сутрин и бавно, но сигурно да създаде трайни проблеми у дихателните пътища на всеки един от нас. [1]

Според новия инструмент за визуализиране качеството на въздуха в европейските градове позволява да проверяваме нивата на дългосрочно замърсяване на въздуха, където живеем „Замърсяването на въздуха е сериозен проблем в много европейски градове, който представлява реален риск за здравето. Днес Европейската агенция по околна среда (ЕАОС) стартира инструмент за визуализиране качеството на въздуха в европейските градове. Можем да проверим какво е било качеството на въздуха през последните две години в града, в който живеем, и да го сравним с други градове в Европа…"[5]

Интересен е факта, че фините прахови частици са толкова незабележими за човешкото око, но оказват сериозно влияние на околната среда и гражданска несигурност.Замърсявания от могат да бъдат от различно естество: естествени (растения, дизелови двигатели, пожари, строителство, минно дело, пясъчни бури и т.н.) или изкуствени. Именно заради това, в много градове по света, където промишлеността, природните явления, с повишено отделяне на прахови частици в атмосферата, принуждават населението да носи маски , за да се предпазват от вдишването им. Налагат се въвеждане на нови политики и и механизми за следене на нивата във въздушното пространство.

Влиянието на фините прахови частици върху здравето на хората

Влиянието на атмосферните замърсители върху човешкото здраве е съгласувана с Министерството за здравеопазването (МЗ) и според чл. 44, ал.2 към Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. и Заповед № РД-09-159/14.04.2003 г. на МЗ.

Големият негативен принос при увреждането на здравето на хората, тяхното влияние и поглъщането им чрез вдишване от живите организми, допринася за засилването на астматични пристъпи, алергии, рак на белия дроб, дихателни смущения.

Според доктор Рада Маркова :"*Проблемът е много сложен, той преди всичко е екологичен. Той в последствие се отразява на здравното състояние на населението и на децата, които са най-нежната и най-уязвима популация…." т.е т*е не увреждат само дихателните органи. Попадайки в кръвоносната система, кръвта преминава през цялото човешко тяло, достигайки до всички органи. И от там, поражения се налагат върху панкреас, бъбреци, черен дроб, мозък,

сърце, кожа. Разбира се, влиянието на фините прахови частици се определя от големината и токсичността им. По-малките по размер частици проникват по-лесно, докато по-едрите се улавят още в лигавицата, където по-късно биват отхвърлени от тялото.

"Праховото замърсяване се усеща още в устата. Част от праховите частици - по-едрите, се улавят от носната лигавица, тя ги филтрира, т.е. остават в носоглътката, където могат да доведат до дразнение на носа, очната лигавица, парене, зачервяване на очите, кихане – чисто механични явления от праха. При хора, които имат генетична чувствителност и сензитивност на дихателните пътища, това може да отключи една по-сериозна дихателна патология, т.е. влизаме в групата на дихателните алергични болести".

Изводът е, че по-фините прахови частици, които се инхалират и попадат по-надолу в дихателната система, могат да се отложат или да доведат до възпаление. [6]

Прахът е основен атмосферен замърсител на въздуха. Вредният му здравен ефект зависи главно от размера и химичния състав на суспендираните прахови частици. Основни източници на прах са промишлеността, транспорта и енергетиката. Прахът постъпва в организма предимно чрез дихателната система, при което по-едрите частици се задържат в горните дихателни пътища, а по-фините частици (под 10 mm - ФПЧ10) достигат до по-ниските отдели на дихателната система, като водят до увреждане на тъканите в белия дроб. Деца, възрастни и хора с хронични белодробни заболявания, грип или астма са особено чувствителни към високи стойности Установено е тяхното синергично действие по отношение на дихателните органи и откритите лигавици. То се проявява с дразнещо действие и зависи от продължителността на експозицията. Различни нормативни актове и стандарти сочат пределно допустими концентрации (ПДК) за фини прахови частици като определят количеството на общ прах и фини прахови частици (ФПЧ10 и ФПЧ2.5). [2]

Промишлено замърсяване на въздуха на територията на Република България

Както вече няколко пъти споменахме, голям процент от населението на България живее в градове и райони, където промишлеността, производството, строителството и наситеността на автомобилни газове е повишена. Наблюдават се в доста отделни части на страната ни с високи нива от изпуснати от електроцентралите ни, промишлените обекти, производствени предприятия, строителни фирми, горивни процеси, селско стопанство, рафинерии. Всички тези прахови емисии се описват в доклади и анализи, както от регулаторни органи, така и от самите замърсители. Някъде дори не е необходимо наличието на такива регулатори, за да се уверим, че съществува опасност.Човек може с просто око да види наситеността и гъстотата на праха във въздуха или да усети тежестта му при затруднено вдишване. Добре е да се знае, че тези производствени предприятия и добивни агломерации, плащат разходи за вреди на държавата ни. Като постъпилите средства по нанесените вреди, се управляват от държавната икономика и се влагат в ресурси и инстанции, които да спомогнат намаляването и част от неутрализирането на същите вече изпуснати фини прахови частици в околната среда. Това е един постоянен цикъл, който не може да бъде спрян, но може да бъде контролиран, като има прозрачност и откритост. Без предприятия, производство, добивност и строителство, светът няма как да еволюира и да се развива към по-добро бъдеще. Но то трябва да бъде съпътствано с приложени мерки и норми да обуславят напредъка на човешкото развитие. Емисиите на въглероден двуокис (CO2) имат най-голям дял от общите разходи за вреди. Установено е, че замърсителите на въздуха, които допринасят за киселинните дъждове и могат да причинят респираторни проблеми – серен диоксид (SO2), амоняк (NH3), прахови частици (PM10) и азотни окиси (NOx), водят до вреди от милиони на година.

Основните изпуснати вещества в атмосферата от промишлеността са:

- Въглероден диоксид е газ без цвят и мирис. Въглеродният диоксид се разтваря по-добре във водата в сравнение с въглеродния оксид;

- Въглероден оксид с формула CO е безцветен газ без мирис, токсичен. Получава се при непълното изгаряне на въглища, природен газ и дървесни материали. Автомобилите също произвеждат въглероден оксид;
- Въглеводороди;
- Алдехиди;
- Радиоактивни вещества и тежки метали;
- Серен диоксид – безцветен газ с формула SO2, който е продукт от вулканични изригвания и различни индустриални процеси. Обикновено при изгарянето на въглища и петрол се отделя серен диоксид. По-нататъшно обогатяване с кислород и реакции с вода водят до получаването на H_2SO_4 (сярна киселина) и киселинни дъждове; азотни оксиди, особено азотният диоксид, с формула NO2, е отровен газ с остра задушлива миризма и кафяво-червен цвят. Разтваря се добре във вода.[3]

Съобщава се, че 25% от замърсяването на въздуха в София с опасни фини прахови частици се дължи на непочистените улици, праха при строителни дейности и паркирането в зелените площи, известно като т.нар. ресуспендиране на почвата и праха. Страната ни е на трето място в света по смъртност (след Северна Корея и Босна и Херцеговина), причинена от замърсяването на въздуха. По данни на СЗО ниското качество на въздуха струва 29,5% от БВП на страната поради намалена производителност и разходи за здравеопазване. Замърсяването на въздуха все още причинява около 400 000 смъртни случая годишно в Европа. И въпреки че общата картина на въздуха в България се подобрява, страната остава сред държавите с най-големи проблеми с фините прахови частици PM2,5 и PM10 и дори със серен диоксид (SO2). [7]

Изводи:

Замърсяването с фини прахови частици (ФПЧ) остава сериозен проблем за България, отчетоха участниците в конференция за състоянието на околната среда. По думите й от общините и на национално ниво трябва да бъдат положени „грандиозни усилия", за да се постигне качествена промяна.

Превенция срещу праховото замърсяване

Първият и основен жизнен инстинкт на всеки жив организъм е вдишването, когато дойде на този свят, както и последното контролирано движение, което прави по своя воля – да издиша. Това е основен процес, без който ние не можем да съществуваме. Поради същото, е доста трудно да регулираме приема на частици, чрез кислорода, който приемаме. Но можем да се опитаме да филтрираме поне част от него като изберем внимателно населеното място, което обитаваме. Да се избягват пространства, където промишлеността, строителството, производството, както и автомобилния трафик са завишени. Носенето на маски и приема на хранителни добавки, също благоприятства опазването на телата ни. Желателно е да се посещават открити пространства, където природата е богато наситена и почти недокосната от човешката ръка.

Въвеждане на опазващи звена, които със своите уреди ще налагат контрола на изпусканите в пространството прахови частици в промишлените предприятия и на строителни обекти. Така обществеността ще води една идея по-спокоен и удовлетворяващ начин на пребиваване, разчитайки на контрола и санкциите, които биха били налагани на нарушителите. Не всеки би могъл да е далеко от натоварените населени места, но е желателно приема на фините прахови микроорганизми да е в рамките на допустимите норми и наложените догми, както следва от законодателството:

Наредба №12 от 15 юли 2010 г. (обн. ДВ, бр. 58 от 30 юли 2010 г.) определя норми за пределно допустими концентрации (ПДК) за фини прахови частици. Въведените ПДК целят пред-

пазване от техния вреден ефект върху здравето на хората и околната среда. Регламентирани са следните норми за фини прахови частици:

ФПЧ10

- СДН - 50 мкг/м^3 (да не бъде превишавана повече от 35 пъти годишно);
- СГН - 40 мкг/м^3

ФПЧ2.5

- СГН - 25 мкг/м^3

Информацията, която се предоставя за влиянието на атмосферните замърсители върху човешкото здраве, е съгласувана с Министерството за здравеопазването (МЗ) и Националният център по обществено здраве и анализи според чл. 44, ал.2 към Наредба № 12 от 15 юли 2010 г. и Заповед № РД-09-159/14.04.2003 г. на МЗ.[4]

Заключение

Въвеждане на политики за опазване на гражданската сигурност на територията на Република България, отразяващи интересите на гражданите, обществото и държавата в контекста на разбирането за същността на опазването здравето на хората и регулирането на изпуснатите във въздуха фини прахови частици от промишлеността, строителството, производствените предприятия, автомобилните и добивните емисии. Въвеждането на контролни измервателни уреди във всеки дом, организация и строителни обекти, които да отчитат средночасови норми от замърсяване с фини прахови частици ще осъществя гражданската ни сигурност. Както вече споменах, дишането е първият жизнен процес в живия организъм и последният, който се осъществява. Гражданското общество е коректив за сигурност и здрав разум чрез които ще осигурим на себе си и обществото възможно най-пълноценен живот.

Литература

1. https://www.mirtamedicus.com/fini-prahovi-chastitsi/ - официален сайт на една водещите в България компании за производство на и търговия с хранителни добавки, билкови продукти, течни и сухи екстракти от лечебни растения. Нашите продукти се предлагат чрез партньорски компании в Кипър, Италия и Германия), посетенна 13.11.2022г.
2. https://bioevibul.com/products-91-prahovi-chastici - официален сайн на дистрибуторина-инструментизаизмерваненаразличнипараметри в индустрията, селскотостопанство, екологията, науката, образованието и другисвързаниобласти, посетен на 13.11.2022г.
3. http://vladi957.free.bg/gazove.html - официален сайт на Владимир Красимиров Янакиев, посетен на 13.11.22г.
4. https://eea.government.bg/bg/output/daily/pollutants/pm.html- официаленсайтнаИзпълнителнатаагенцияпооколнасреда (ИАОС), посетенна13.11.2022г.
5. https://www.eea.europa.eu/bg/highlights/noviyat-instrument-za-vizualizirane-kachestvoto
6. Публикуван 17-06-2021 Последнапромяна 19-10-2021.
7. https://bnr.bg/plovdiv/post/100919930/d-r-rada-markova-finite-prahovi-chastici-moje-da-dovedat-do-vazpalenie-ili-da-otkluchat-alergichno-zabolavane.
8. https://frognews.bg/novini/szo-balgariia-treta-sveta-smartnost-zamarsiavaneto-vazduha-nad-8500-pochinali-godishno.html.

GEODESY

ON THE TYPE OF DATA USED IN GEOINFORMATION TECHNOLOGIES

Petina A. Andreeva, Gergana A. Dimova

Department Geodesy, Air Defense and Communication and Information Systems faculty - Shumen / NMU "Vasil Levsky" petiand@abv.bg
Department of Foreign Language Training - Shumen / NMU "Vasil Levsky"

Abstract*: A very important point in the creation of the GIS database (OBD) is the correct selection of the type of data that is used in geoinformation technologies. When creating the BA GIS, it is envisaged to introduce the following types of geodata: vector, raster, geodetic points, relief data, vertical obstacle data. Priority is given to data with high accuracy and timeliness. The main indicators of data quality are: positional accuracy, accuracy of object attributes, logical consistency, completeness, origin, etc. The actuality is determined by the time when the data were acquired.*

Keywords: *GIS, geodata, database*

ВЪРХУ ВИДА НА ДАННИТЕ ИЗПОЛЗВАНИ В ГЕОИНФОРМАЦИОННИТЕ ТЕХНОЛОГИИ

Петина А. Андреева, Гергана А. Димова

Въведение

Много важен момент при създаването на базата данни (БД) на ГИС е правилния подбор на вида на данните, които се използват в геоинформационните технологии.

При създаването на ГИС на БА се предвижда да се въвеждат следните видове геоданни: векторни, растерни, геодезически точки, данни за релефа, данни за вертикални препятствия. Приоритетно се въвеждат данни с висока точност и актуалност. Основните показатели за качество на данните са: позиционна точност, точност на атрибутите на обектите, логическа непротиворечивостта, пълнотата, произход и др. Актуалността се определя от времето, когато са придобити данните.

1. Въвеждане на векторни данни (графични и атрибутни)

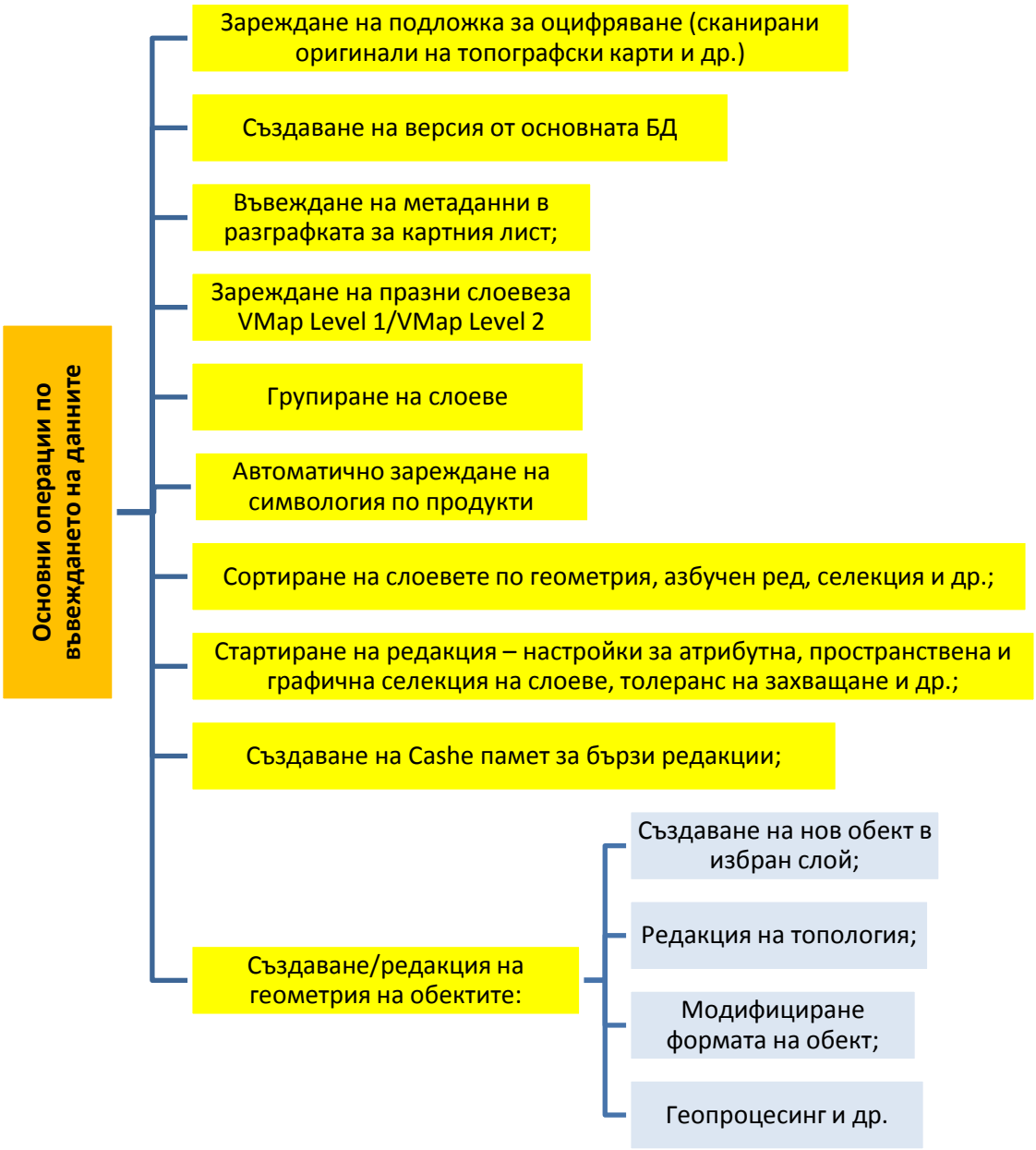
Основните процеси по въвеждане на векторните данни са:

- Създаване на нови векторни данни - въвеждане на данни от сканирани разложени оригинали на топографски карти, полеви измервания, сателитни снимки и др.;
- Въвеждане на готови векторни данни - въвеждане на данни от вече създадени цифрови географски данни;
- Редакция на векторни данни.

Създаването на нови данни обхваща следните етапи:

- Сканиране;
- Сканиране на разложените оригинали на топографски карти и/или други източници на информация;
- Георефериране.
- Георефериране в координатни системи 42/83 и WGS 84;
- Създаване и редакция на данни по стандартите за изграждане (например VMap Level 1 и VMap Level 2).

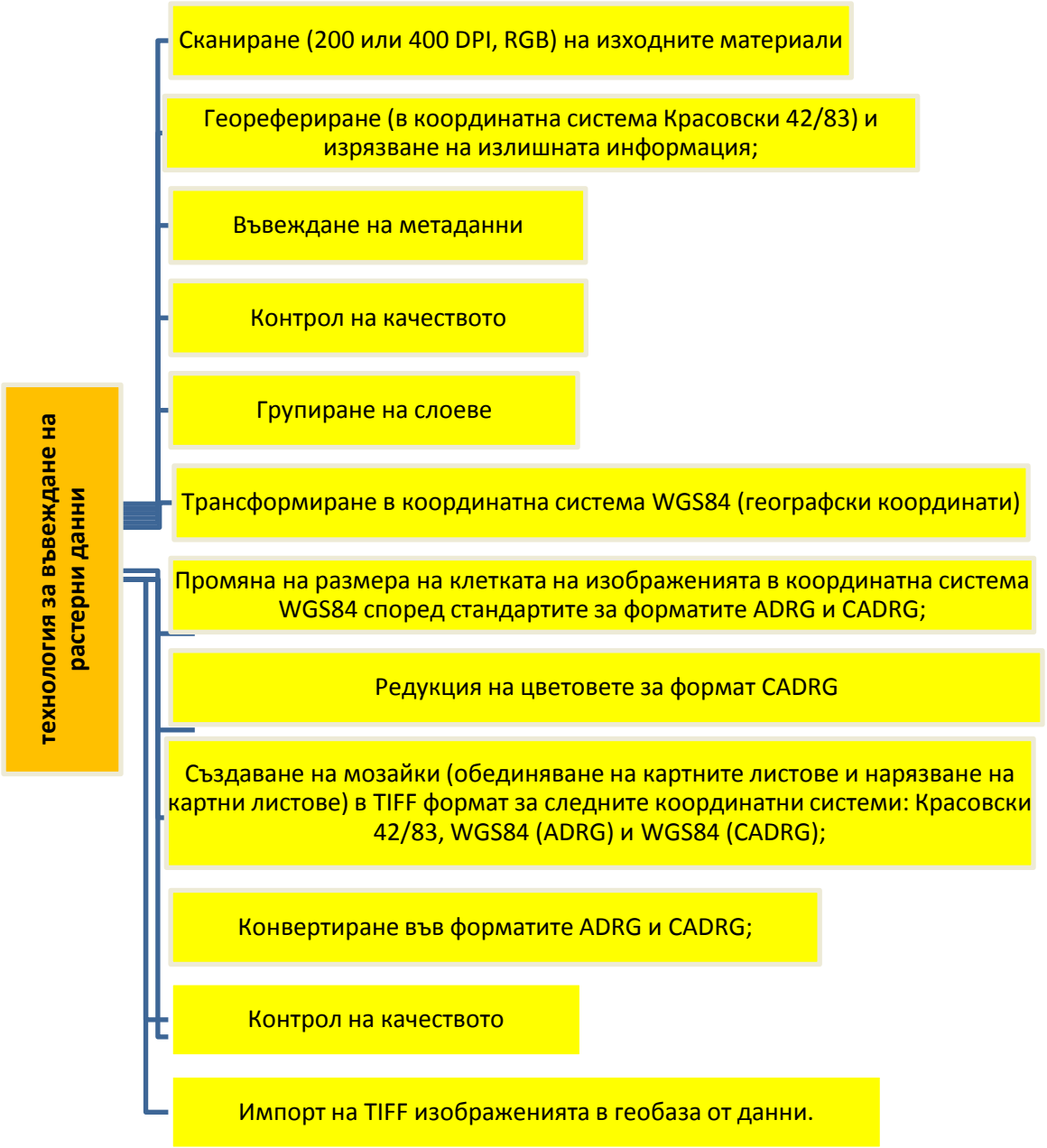
Създаването и редакцията на обектите се извършва в точно определени слоеве в базата данни. За улеснение на въвеждането на информацията се използват подтипове и домейни, които осигуряват геометрична и атрибутна валидация при въвеждането на данни. Основните операции са:



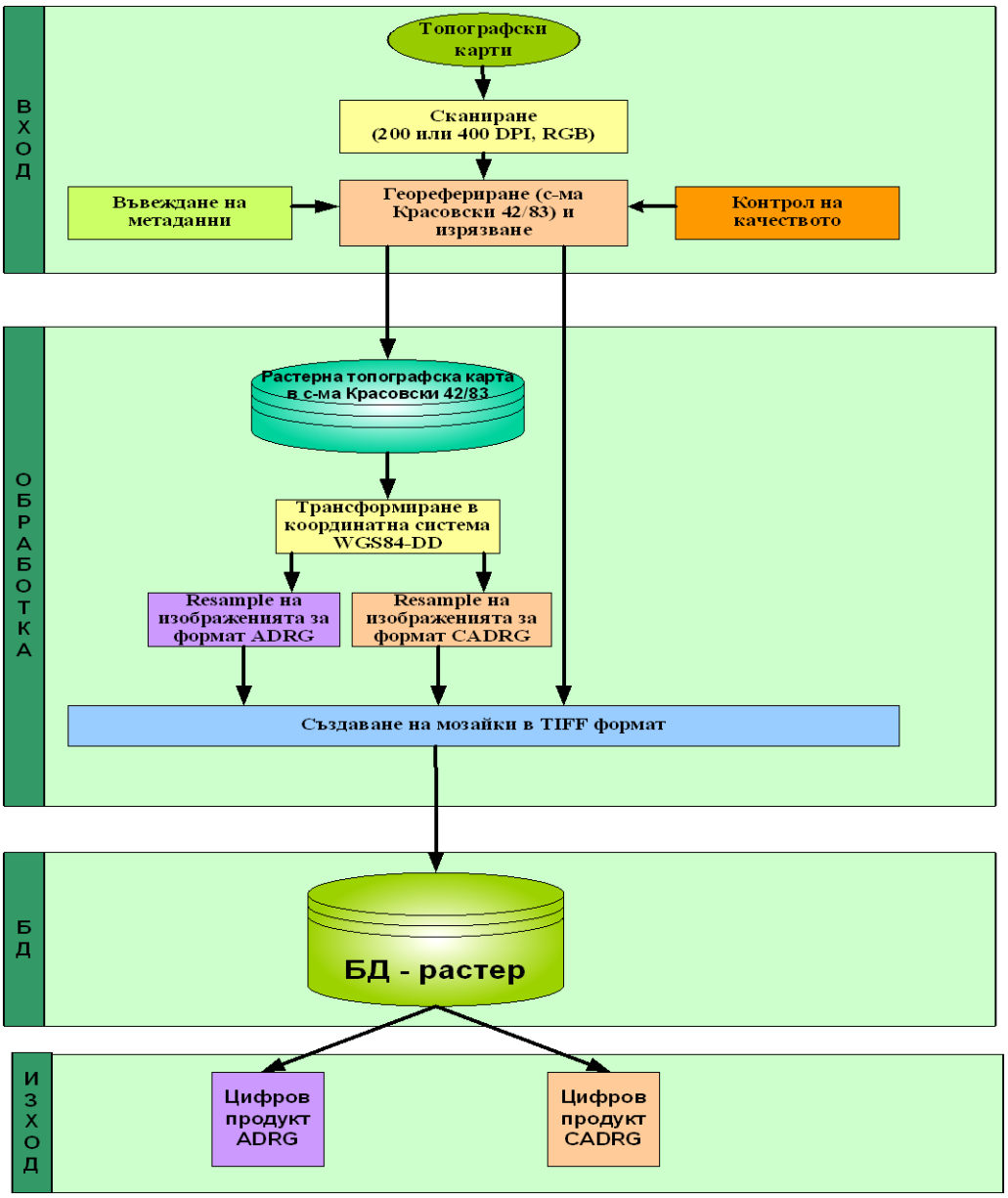
Фиг. 1. Основни операции по въвеждането на векторни данни

2. Въвеждане на растерни данни – карти

Въвеждането на растерните данни – еквивалент на топографски карти, става по следната технология:



Фиг.2. Технология за въвеждането на растерни данни



Фиг.3. Принципна схема на въвеждане на растерни данни от карти за ГИС

3. Въвеждане на данни за геодезически точки

Въвеждането на данни за геодезически точки става по следната технология:

- Импорт на съществуващите данни за геодезическите точки в база от данни.
- Въвеждане на данни от нови измервания:
  - Създаване на проект;
  - Импорт на данни от преки измервания (тотални станции, GPS и др.);
  - Обработка (изравнения на мрежи, смяна на проекции и др.);
  - Импорт на резултатите от измерванията в база от данни;
  - Импорт на данни за новите (или преизмерени) геодезически точки в база от данни.
- Въвеждане на координати, атрибутни данни и метаданни:
  - Създаване на точкова тема с необходимите към нея атрибутни таблици;
  - Въвеждане на наличните атрибутни данни за всяка точка – импорт от съществуващи файлове/бази данни или въвеждане от клавиатура;

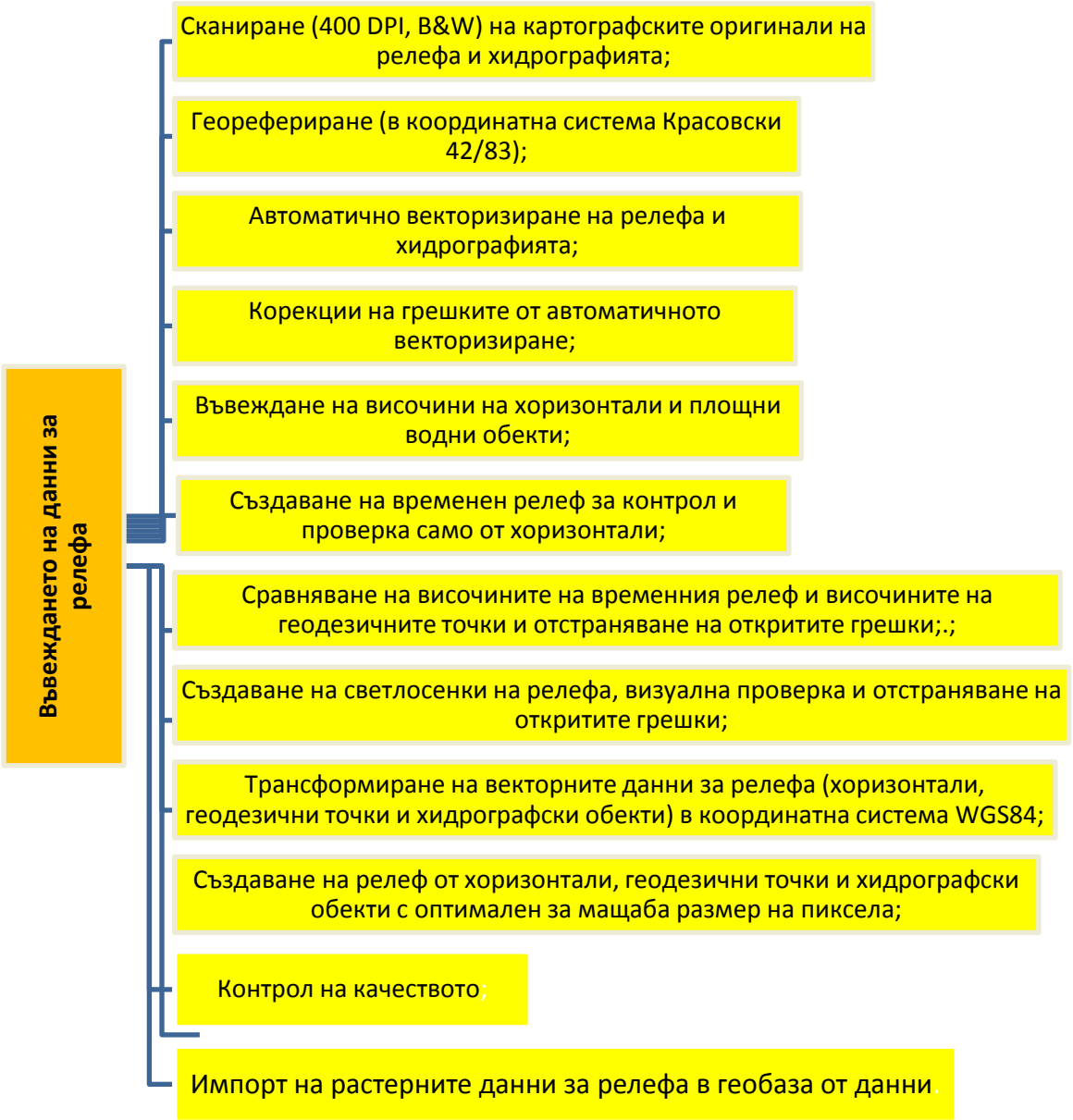
- Проверка на въведените данни;
- Въвеждане в базата данни.

4. Въвеждане (създаване) на данни за релефа

Въвеждането на данни за релефа става по две основни технологии:

- Технология от топографски карти
- Фотограметрична технология

Технологията на въвеждане на данни за релефа *от топографски карти* включва:



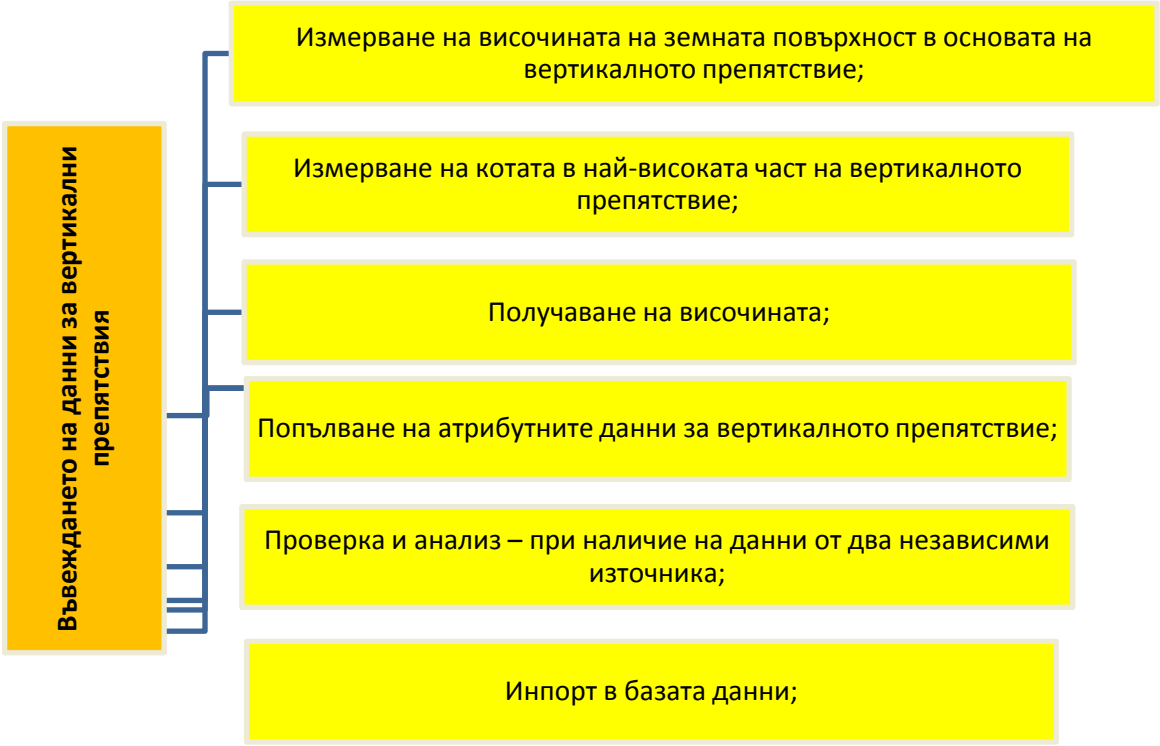
Фиг.4. Въвеждане на данни за релефа

5. Въвеждане на данни за вертикални препятствия

Данните за вертикалните препятствия могат да бъдат получени по два начина:

- Дистанционни изследвания;
- Полеви измервания.

И при двата начина технологията за въвеждане на данни за вертикалните препятствия включва:



Фиг. 5. Въвеждането на данни за вертикални препятствия

Заключение

Въвеждането на данни за геоинформационните технологии е важен процес на който е необходимо да се обръща сериозно внимание. Разгледаните технологии за въвеждането на различни видове данни може да се прилага в работата на Военно географската служба на БА при създаването на БД за ГИС на БА.

Литература

1. Андреев А., Андреева П. Геоинформатика, геоинформационни системи, геоинформационни технологии. НВУ „В. Левски" В. Търново 2021.
2. Андреев А., Марков М. Географски информационни системи. НВУ"В. Левски" – Шумен, 2009 г 190 с.
3. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 - НВУ "В. Левски" Сборник трудове, - Шумен.
4. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 - НВУ "В. Левски" Сборник трудове - Шумен.

5. Беджева М., Добрев Ст. Експериментална оценка на точността на първичната фотограметрична информация, получена от БЛА, Pr-ceedings -f University -f Ruse - 2020, v-lume 59, ISSN 2603-4123 (-n-line).
6. Иванова Ил. Кадастърът в България. Замисъл и изпълнение ISBN 978-619-90684-0-3 издателство "ACMO-Acadenic Press".
7. Прокопов Я. Възможности на наземното лазерно сканиране – основа за геодезическо моделиране. Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies” DefTech 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems.
8. Прокопов Я. Сателитната радарна интерферометрия като алтернатива за някои задачи от приложната геодезия. Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies” DefTech 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems.
9. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.

PECULIARITIES OF THE TRAINING OF CADETS IN THE CADASTRAL INFORMATION SYSTEMS DISCIPLINE

Petina A. Andreeva, Gergana A. Dimova

Department Geodesy, Air Defense and Communication and Information Systems faculty - Shumen / NMU “Vasil Levsky” petiand@abv.bg
Department of Foreign Language Training - Shumen / NMU “Vasil Levsky” geriandimova@gmail.com

Abstract: *The training of cadets and students from the specialty "Geodesy" from the regulated profession "Engineer in Geodesy, Cartography and Cadastre" is according to the curriculum updated in 2022, which includes various modules according to the State requirements according to Decree No 303 of 09.11.2015, promulgated in Sofia. Sg. Pc. 88 of 13 November 2015 The module "Cadastre and Property Management" includes two compulsory and four elective courses. The discipline "Cadastral Information Systems" is elective and has 75 hours (25 hours lectures and 50 hours of exercises) and is studied in the seventh semester.*

Key words: *GIS, geodata, database*

ОСОБЕНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИЕТО НА КУРСАНТИ ПО ДИСЦИПЛИНАТА КАДАСТРАЛНИ ИНФОРМАЦИОННИ СИСТЕМИ

Петина А. Андреева, Гергана А. Димова

Въведение

Обучението на курсантите и студентите от специалност „Геодезия“ от регулираната професия „Инженер в геодезията, картографията и кадастъра“ е съгласно учебен план актуализиран през 2022 г, който включва различни модули съгласно Държавните изисквания съгласно ПМС № 303 от 09.11.2015 г., обн. дв. бр. 88 от 13 ноември 2015 г. Модулът „Кадастър и управление на имоти“ включва две задължителни и четири избираеми дисциплини. Дисциплината „Кадастрални информационни системи“ е избираема и е с хорариум 75 часа (25 ч. лекции и 50 ч. упражнения) и се изучава в седми семестър.

Програмата е структурирана в три самостоятелни модула

Модул 1: „Въведение в кадастралните информационни системи“

Модул 2: Интегрирана информационна система за кадастъра и имотния регистър „ИИС-КИР“

Модул 3: „Методи за оценка ефективността на КИС“

Целта на обучението по дисциплината е да се разширят, задълбочат и развият теоретичните и практически знания на курсантите (студентите) в областта на кадастъра и кадастралните информационни системи, на която се извършват дейностите по кадастъра.

1. Кадастрални информационни системи

Информационните системи за Кадастъра са специален вид геоинформационни системи. Създаването им е свързано със закони и нормативни документи. Най прилагани са Закона за кадастъра и имотния регистър (ЗКИР), закона за устройство на териториите (ЗУТ), Закона за геодезията и картографията и др.

По проект на Световната банка беше извършено обединяване на информационните БД на АГКК и на Агенцията по вписванията (АВ). Геоинформационните технологии допринесоха тази дейност да се осъществи до 2015 год. В Информационната система на АГКК са всички поземлени имоти (ПИ) в страната (включително, сгради и СО).

Прилагането на ЗКИР започна още в началото на XXI век но създаването, обновяването и поддържането на КК и КР изостана значително спрямо изготвената програма. Беше разработена дългосрочна програма за създаването на КК и КР за периода 2001 – 2015 г., (Решение № 326 от 11 май 2001 г. на Министерския съвет). През февруари 2016 г. в София се проведе Национален геодезически събор, на който основна тема бяха проблемите в кадастъра. Основните акценти в пленарния доклад бяха свързани със състоянието на дейностите по кадастъра. На тази основа бяха формулирани съответните изводи и предложения, които трябваше да се имат предвид в цялостната дейност по подобряването на кадастъра и информационните му системи.

През годините смяната на кадастралните геоинформационни системи се правеше с цел да се подобри работата в АГКК. Честите промени в методологията в някои случаи не бяха съобразени с изискванията Европейския съюз и оперативната съвместимост с кадастралните ИС на страните членки. Това доведе до въвеждането на нови ИС при което се губеше време за създаване, изпитание, внедряване и експлоатация, както и обучението на персонала и потребителите на услугата.

На лице е идеята ИС да е по отворена и достъпна за нотариуси и фирми които създават и поддържат КК и ИР и най вече достъпна в Интернет. До скоро справки за имоти се правеха в АГКК и СГКК и по Интернет в София и 11 града на страната.

С въвеждането на Кадастрална Административна Информационна Система (КАИС) справките и услугите се извършват on-line от всяка точка.

Относно „Стратегия Кадастър 2034"

По предложение на 10 експерти пред FIG се предприемат действия за разработването на визия за развитието на кадастралните системи към 2034 г. Предположението се основава на шест характеристики, които са отразени в стратегията на Нова Зеландия за Кадастър 2034, а именно:

- Точни геодезически измервания, за да се улесни наслояването на различни пространствени набори от данни;
- обектно ориентирани към недвижимата собственост;
- 3D/4D информация да се приведе в съответствие с други 3D и времеви масиви от данни;
- реално време за непрекъснат достъп и актуализации;
- изцяло привеждане в съответствие с международните стандарти на най-добрите практики;
- точен образец за правата, ограниченията и отговорностите на собствениците в съответствие с околната среда.

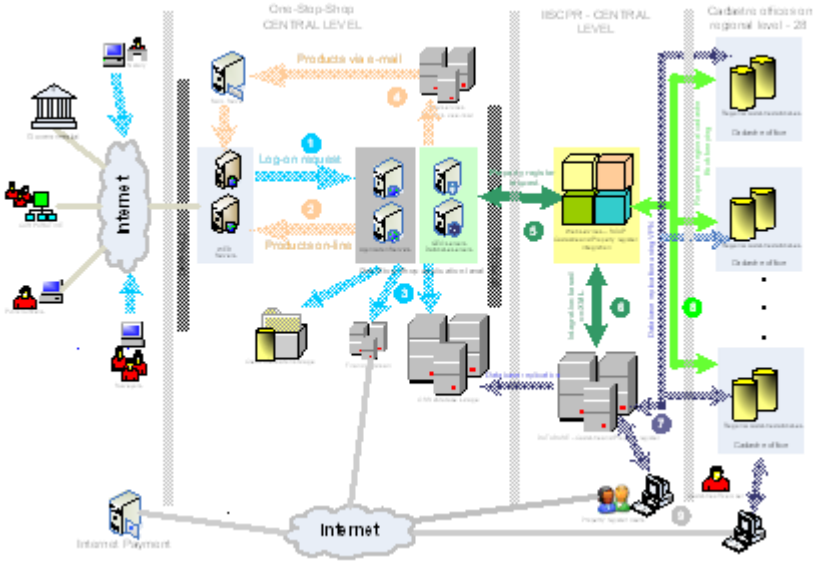
Информационните системи за кадастъра по света са категоризирани според метода им на регистрацията на земята. Hanssen (1995) дефинира поземлената регистрация, като процес на

официално регистриране правата върху земята чрез дела или като идентификатор на имота. Въз основа на тази дефиниция, Hanssen дава условна класификация на кадастралните информационни системи, основани на различията в законите, отнасящи се до регистрацията на поземлените имоти и последващата пространствено кадастрална информация за тях. Цитирани са три групи за регистрация на земята:

- Английска група – включваща Англия, Ирландия и др. Тази група дава възможност за използването на топографските карти за текстово описание на общите граници (Дейл, 1976);
- Torrens група – Австралия, Нова Зеландия, някои части на Канада, САЩ, Мароко, Тунис, Сирия и др. Тук за поземлената регистрация не се е изисквало обезателното наличие на карти. При наличие на кадастрални карти те са били използвани за изготвяне на диаграми и индексиране на конкретни цели.
- Немско/Шведска група – Германия, Швейцария, Австрия, Дания, Елзас и Лотарингия, Египет, Турция и Корея. Регистрацията се базира на парцелна организация въз основа на кадастрална карта, като присъщ елемент на кадастъра.

През май 2002 се провежда Първият конгрес по Кадастър в Европейския съюз и се създава „Постоянен Комитет по Кадастър в ЕС". През декември 2009 г. Постоянната комисията публикува първите три части от доклад, описващ кадастралните информационните системи на страните от Европейския съюз. В тях се анализират различните системи, нововъзникващите цели, еволюцията на процесите и услугите, предоставяни на публични и частни потребители, както и връзките с недвижимите имоти и данъчното облагане

От 2006 г. със средства по Проект „Кадастър и имотна регистрация", на основание на сключен договор с фирма „Сименс Бизнес Сервисис", започва изграждането на Интегрирана информационна система за кадастър и имотен регистър (ИИСКИР). Интегрираната база данни на системата включва информацията от кадастралната карта, кадастралния регистър на недвижимите имоти и имотния регистър.



Фиг. 1. Архитектура на системата ИС

През 2013 г беше допълнена ИИСКИР с нов модул кадастрална административна информационна система (КАИС) (Хр. Дечев).

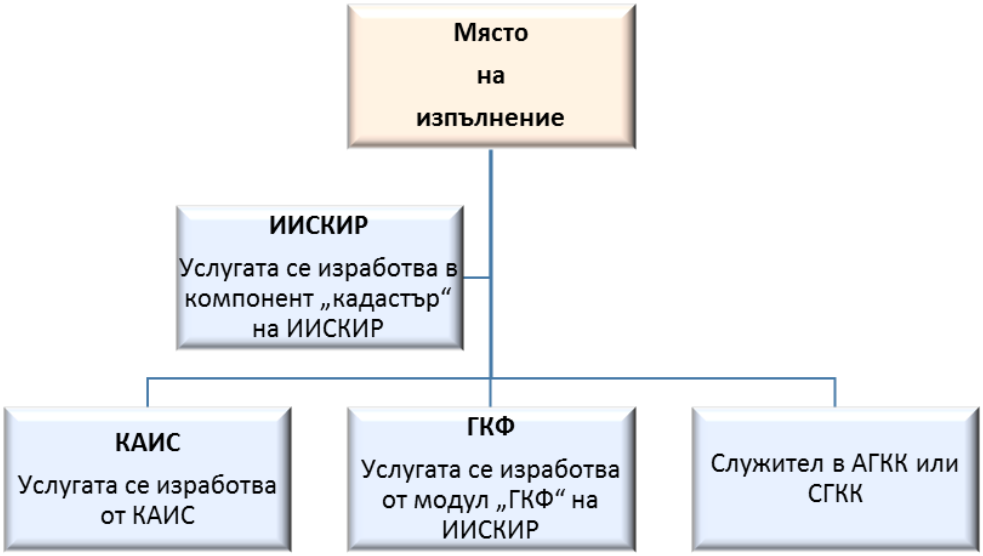
КАИС (Кадастрална Административна Информационна Система) ПОРТАЛ е интернет базирана система, чието предназначение е да предостави възможност на всички клиенти на АГКК и СГКК да подават заявления за предоставяне на административни услуги по електронен път, да

извършат необходимите плащания, да подадат жалба/възражение, относно административна услуга или процедура и др.

Системата предоставя възможности за регистрация на клиенти, проследяване на статуса на изпратени заявления, извършване на справки.

Модулите на системата са:

Фиг. 2. Модули на КАИС



Фиг. 3. Характеристика на услугите

Фиг. 4. Характеристика на административните услуги

Системата разпознава следните основни потребители, като всеки един от тях може да изпълнява в рамките на КАИС ПОРТАЛ:

- Интернет потребител - нерегистриран потребител, който има достъп до общата и информативна част на КАИС ПОРТАЛ. Той не разполага с права за извършване на електронни административни услуги и подаване на жалби/възражения.
- Регистриран интернет потребител/клиент – разполага с повече функции: подаване на електронни заявления за административни услуги и справки, подаване на жалби/възражения, проверка на статуса на изпълнение за заявена услуга, извършване на ел. плащания и др.

За да се предостави достъп до специфичните услуги на АГКК, регистрираният потребител/клиент трябва задължително да се идентифицира пред системата чрез използването на: потребителско име и парола или квалифициран електронен подпис (КЕП). Издаването на потребителско име и парола се извършва при еднократна регистрация в единната БД на КАИС, чрез КАИС Портала или личен контакт в офис на АГКК/СГКК, изнесено работно място (КАИС Офис).

В КАИС се регистрират като клиенти всички физически, юридически лица и клонове на чуждестранни лица, които лично, като упълномощени или като заинтересовани лица правят писмени изявление пред АГКК.

Обучаемите се запознават теоретически и практически с ИИСКИР и КАИС. Със КИС ИИСКИР обучението е в СГКК Шумен където нагледно се обясняват модулите и работата на системата. Обучението с КАИС се осъществява в компютърна зала с достъп до Интернет.

Анализираните методологически основи и технологии прилагани за кадастъра у нас показват, че са предприети правилни насоки и действия за автоматизиране и електронизиране на процесите на сбора на геопространствените данни и информация, обработката на данните и изхода на информация в подходящ вид. Внедряването на съвременните геоинформационни системи и технологии дават възможност да се оптимизират процесите на техническо, организационно и управленско ниво и изграждане на свойството мощност и многофункционалност.

Въпреки посочените предимства и достойнства на ИС за кадастъра, е необходимо да се извършва периодичен преглед на системата, като се направи оценка на нейната ефективност и по този начин се предприемат подходящи действия за подобряване на работата и. Това може да се осъществи чрез подходящо разработена методика която да е тясно насочена върху спецификата на ИС за кадастъра.

Ето защо в обучението е предвидено да се изучава „Оценка на ефективността на ИСК". За тази цел се разглежда системния подход при оценка ефективността на ИСК. Етапите са:

- формиране на основните задачи;
- фази на стратегическото планиране;

- формиране на стратегия.

Основни задачи:

- Получаване на подкрепа от ръководството за създаване на стратегия.
- Програма в областта на КИС - едновременно с растящия обем задачи.
- Намаляване на неопределеността.
- Иновационни решения в сферата на информационните технологии.
- Формиране на базова точка за сравняване развитието на КИС в бъдеще.

Фазите на стратегическо планиране на КИС са:

- Анализ на вътрешната ситуация.
- Анализ на обкръжаващата среда на системата.
- Разработване на стратегия.
- Организация на стратегическото планиране.

Подготовка на стратегически анализ - на вътрешната и външната среда се постига със SWOT анализ на силните и слабите страни на ИС.

Таблица 1. SWOT анализ на силните и слабите страни на ИС за Кадастъра в РБългария

SWOT анализ	**Позитиви**	**Негативи**
Вътрешни фактори	**Силни страни:** 1. Създаването, поддържането и предоставянето на геодезическа, картографска и кадастрална информация за цялата територия на страната е възложено на един държавен орган – Агенция по геодезия, картография и кадастър (АГКК). 2. АГКК разполага с висококвалифициран и обучен персонал, добри структура и материално-техническа база. 3. В АГКК функционира съвременна и добре работеща информационна система (вкл. интернет-приложение за отдалечен достъп до услуги) с осигурена техническа инфраструктура. 4. Кадастралната карта и кадастралните регистри обхващат всички 28 областни града (за гр. София 16 района), 95 града общински центрове и 503 други населени места, включващи териториите със силен инвестиционен интерес и значителен пазар на имоти. 5. Извършваните услуги, както и внасяните в държавния бюджет приходи от тях ежегодно бележат висок ръст. 6. Кадастралната, геодезическата и картографската информации са публични. 7. АГКК организира работата на Форум на потребителите, в който се обсъждат мненията и предложенията на институциите относно дейността по кадастъра и геодезията. 8. Потребителите (физически и юриди-	**Слаби страни:** 1. Създаването на кадастралната карта и кадастралните регистри съществено изоставa спрямо приетите от Министерски съвет срокове в Дългосрочната програма. 2. АГКК работи с почти два пъти по-малък щатен състав спрямо необходимия и приетия в Дългосрочната програма, което силно затруднява изпълнението на политиките. 3. Липса на програми в областта на геодезията и за изпълнение на ангажиментите съгласно Директива 2007/2/ЕО и Закона за достъп до пространствените данни. 4. Недостатъчен брой изнесени работни места на АГКК извън областните центрове, както и образуване на опашки при обслужване на клиентите. 5. Нисък процент на предоставяните онлайн услуги; 6. Липса на стандартизиран файлов формат за обмен на кадастрална и специализирана информации, отговарящи на съвременните световни стандарти за обмен на пространствени данни и за предоставяне на услуги. 7. Липса на геоинформационна система, предвидена в Закона за геодезията и картографията. 8. Неактуална и не хармонизирана с другите закони нормативна уредба в областта. 9. Значително нарасналия обем работа

	чески лица, правоспособни лица по кадастър, нотариуси и т.н.) на услуги с кадастрална информация ще имат улеснен отдалечен достъп и за кадастъра на неурбанизирани територии чрез информационната система на кадастъра	в Агенцията и липсата на достатъчен персонал в последно време са причини, поради които на някои места доведоха до намаляване бързината на обслужването, до натрупване на граждани, чакащи услуги в офисите на службите, включително и до неудовлетвореност. 10. Възможно е част от данните (ограничения, почвени категории, отдели и подотдели от лесоустройствените проекти и др.), съдържащи се в КВС да бъдат безвъзвратно загубени защото АГКК не е решила въпроса с надграждането на информационната система на кадастъра със специализирани данни. 11. Кадастралната карта съдържа само част от необходимата информация за инвестиционния процес. В нея не се съдържа информация за инженерната инфраструктура, релефа, хидрографията и др. 12. Специализираните данни за надземната и подземна инфраструктура са в съответните експлоатационни дружества и не е решен въпроса със съхраняването и поддържането им от АГКК. 13. Няма идея за развитие на специализираната карта и специализираните данни. Това препятства унифицирането на цялата информация в кадастралната карта. 14. Развитието на кадастъра у нас е само в една посока – имотно-правната. Недооценява-нето и не развиването на останалите (фискална, за териториално планиране и проектиране, специализиран кадастър за експлоатационните предприятия, многофункционален) пречи на развитието на инфраструктурата. 15. Няма научно-приложни разработки или изследвания в сферата на кадастъра и приложната геодезия за последните 30 и повече години.
Външни фактори	**Възможности:** 1. Преминаване на дейността по поддържане на картата на възстановената собственост от органите на Министерство на земеделието и храните към АГКК и на имотния регистър от Агенция по вписванията към АГКК. 2. Развитие на електронното управление в Р България и увеличаване броя на услугите, предоставяни онлайн. 3. Установяване на АГКК като самоиздържаща се организация. 4. Финансиране на проекти от Европейс-	**Заплахи:** 1. Липса на бюджетно финансиране, както и неприлагане на Закона за кадастъра и имотния регистър за рефинансиране на част от приходите от услуги за нуждите на изпълнение на дейностите в областта на геопространствените данни, геодезията и кадастъра. 2. Съкращение на щатния състав на АГКК. 3. Невъзможност за осигуряване на допълнителен технологичен ресурс (хардуер, софтуерни разработки, лицензи).

	ките фондове и други донорски програми. 5. Изграждане, поддържане и използване на инфраструктура за пространствена информация и осигуряването на достъп до тях и предоставянето на услуги съгласно Закон за достъп до пространствените данни. 6. Геопространствените данни са в основата на всички важни стратегически решения и проекти, и обикновено за тяхното създаване, съхраняване, използване и предлагане се грижат геодезисти, защото има пряка връзка между кадастър, геодезия и геопространствени данни. 7. Да се преодолее изоставането и да се даде възможност на потребителите за лесен и достоверен достъп до информация за местоположение, границите, собствеността и ограниченията при гарантиране на сигурност и конфиденциалност на информацията. 8. Да се приемат предизвикателствата на бъдещето и да се подготви бизнес моделът да е устойчив за управление и обновяване на кадастъра като се предвижда реформа и автоматизиране на процесите за да се намали количеството на усилия, необходими за сделка със земя, премахване на бюрокрацията и намаляване на потребителските разходи	4. Проблеми при ползването на информацията от картата на възстановената собственост и при провеждане на процедурите от Министерство на земеделието и храните, свързани с кадастъра. 5. България не е изключение от глобалните тенденции за бърза урбанизация. Това изисква и съответното ниво на кадастър, което за момента липсва. 6. АГКК е единственият държавен орган за провеждането на държавната политика в областта, а няма собствено, а и не може да разчита на външен център или звено за анализи, прогнози и изследвания. Това пречи на подготовката, предлагането и взимането на правилни управленски решения.

Оценката на ефективността на информационната система за кадастъра има съществено значение, както при цялостния анализ на дадена система, така и за нейното подобряване. Ефективността може да се изрази посредством определена целева функция, в която независимо от нейния аналитичен вид участват критерии, чиято важност може да се отрази чрез подходящи, обективно получени тежестни коефициенти. Правилната оценка за степента на важност на отделните критерии осигурява достатъчна степен на обективност на целия процес на оценяване на информационната система.

Заключение

Разгледаните основни моменти от обучението на курсантите и студентите от специалност „Геодезия“ по дисциплината „Кадастрални информационни системи“ представят дидактиката на изучаването на учебния материал. Налице е съчетаване на теорията с реални упражнения и изследвания с действащата в РБългария кадастрална информационна система.

Литература

1. Андреев, А. Андреева П. Геоинформатика, геоинформационни системи, геоинформационни технологии. НВУ „В. Левски“ В. Търново 2021.
2. Андреев А. Марков М. Географски информационни системи. НВУ“В. Левски“ – Шумен, 2009 г 190 с.
3. Беджева Моника, Стефан Добрев, Експериментална оценка на точността на първичната фотограметрична информация, получена от БЛА, Pr-ceedings -f University -f Ruse - 2020, v-lume 59, ISSN 2603-4123 (-n-line).
4. Иванова, Ил. Кадастърът в България. Замисъл и изпълнение ISBN 978-619-90684-0-3 издателство "ACMO-Acadenic Press".
5. Прокопов Я. Възможности на наземното лазерно сканиране – основа за геодезическо моделиране. Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies” DefTech 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems.
6. Прокопов Я. Сателитната радарна интерферометрия като алтернатива за някои задачи от приложната геодезия. Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies” DefTech 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems.

SOME PECULIARITIES OF THE VERTICAL LEVELING OF THE ADJACENT AREAS OF THE TRAINING BUILDINGS OF THE NATIONAL MILITARY UNIVERSITY "VASIL LEVSKY" VELIKO TARNOVO REGION

Andrey I. Andreev, Ilinka M. Ivanova

Department Geodesy, Air Defense and Communication and Information Systems faculty - Shumen / NMU "Vasil Levsky" andreev_an@abv.bg
Department Geodesy, Air Defense and Communication and Information Systems faculty - Shumen / NMU "Vasil Levsky" ilinkaivanova@mail.bg

Abstract: *It is known that the military district is presented on the cadastral maps as "white spots" with an identifier of the landed property without information about buildings and separate units. The Ministry of Defense (MO) should create an instruction or regulation for the creation of a specialized cadastral map of military properties. So far, it is not included in the documentation and website of the Ministry of Defense. For the needs of this directorate, as early as 2000, specialized cadastral maps were created for military districts that never had any. In their creation took part the Department of Geodesy of VVUAPVO "P. Volov" - Shumen and cadets from specialty "Geodesy". Cadastral maps of military districts "Gorna Banya" Sofia, Airport "Balchik", VVUAPVO "P. Volov" Shumen were created all military formations on the territory of Shumen.*

Keywords: *Specialized cadastral map, geodetic picture, the vertical layout*

НЯКОИ ОСОБЕНОСТИ ПРИ ВЕРТИКАЛНАТА ПЛАНИРОВКА НА ПРИЛЕЖАЩИТЕ ПЛОЩИ НА УЧЕБНИТЕ КОРПУСИ НА НВУ „В. ЛЕВСКИ" РАЙОН ВЕЛИКО ТЪРНОВО

Андрей И. Андреев, Илинка М. Иванова

Въведение

Известно е че войсковите район се представят на кадастралните карти като „бели петна" с идентификатор на поземления имот без информация за сгради и самостоятелни обекти. Би трябвало министерството на отбраната (МО) да създаде инструкция или наредба за създаване на специализирана кадастрална карта на войсковите имоти. За сега такава не фигурира в документацията и сайта на МО. Към специализираната администрация на МО е създадена главна дирекция „Инфраструктура на отбраната" като някои от функциите и са свързани с:

- осъществява дейността по отчетността и регистрацията на имотите – държавна собственост, като поддържа Регистър на имотите; съставя актове за имотите – публична държавна

собственост, за имоти, свързани с класифицирана информация, представляваща държавна тайна, или със сигурността и отбраната на страната, и води регистър за тях;

- организира и провежда геодезически измервания и заснемания, създаването и поддържането на кадастрални и специализирани карти, както и организира извършването на инвентаризацията, на освидетелстването и на оценката на имотите;
- координира планирането на капиталовите инвестиции за инфраструктура на отбраната, като изготвя Единния поименен списък на обектите за строителство и строителни услуги и отчита неговото изпълнение; организира и контролира изпълнението на дейностите, свързани с обектите от Единния поименен списък на обектите за строителство и строителни услуги, по процедури, проведени от дирекцията;
- подпомага министъра при изпълнение на правомощията му по Закона за устройство на територията – одобряване на инвестиционни проекти и издаване на разрешения за строеж, откриване на строителния процес, приемане и въвеждане на строежите в експлоатация.

Посочените по-горе функции на главна дирекция „Инфраструктура на отбраната" показват че основно се обръща внимание на регистъра на имотите на МО и за тази цел са създадени Вътрешни правила за водене и поддържане на регистрите на имотите – публична и частна държавна собственост в управление на МО от 01.02. 2022 г. Не са разработени такива правила за създаване на специализирана кадастрална карта на войсковите имоти.

За нуждите на тази дирекция още през 2000 г се създадоха специализирани кадастрални карти за войскови район които никога не са имали такива. При създаването им взеха участие катедра „Геодезия" на ВВУАПВО „П. Волов" – Шумен и курсантите от специалност „Геодезия". Бяха създадени кадастрални карти на войскови райони „Горна баня" София, Летище „Балчик", ВВУАПВО"П. Волов" Шумен всички военни формирования на територията на Шумен. През 2003 г. последния випуск от специалност „Геодезия" преди закриването на специалността създаде специализирана кадастрална карта на НВУ „В. Левски" в гр. В. Търново.

1. Геодезическа снимка и вертикална планировка в НВУ „В. Левски" район В. Търново

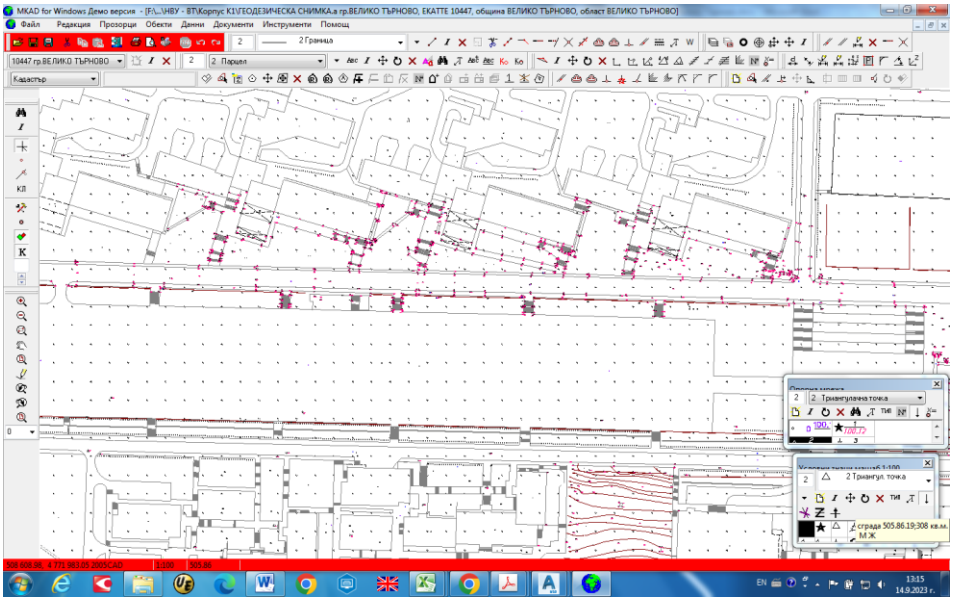
След възстановяването на специалност „Геодезия" във Факултет „А, ПВО и КИС" на НВУ „В. Левски" през 2019 г. постепенно се осигури хабилитиран и нехабилитиран преподавателски състав, осъвремени се учебно –материалната база и се създаде катедра „Геодезия". Наред с учебния процес обучаемите и преподавателите участват в научни форуми и научни проект свързани с тематиката на специалността.

През пролетта на 2023 г по заповед на началника на НВУ „В. Левски" беше поставена задача да се изработи Проект за рехабилитация на прилежащите пешеходни пространства пред учебните корпуси №1, №2 и №3 на НВУ „В. Левски" – район В. Търново.

С курсантите от 919 кл. отделение беше извършена геодезическа снимка на обекта със съвременни ГНСС приемници и тотални станции. Обработката на геодезическите измервания беше извършена с програмен продукт TPLAN, а графиката с MKAD и AutoCAD.

След като обстойно бяха разгледани състоянието и надморските височини (котите) на съществуващите пешеходни алеи със съответните стъпала и площадки се установи, че има изкривяване и пропадане на стъпала и площадки. С компетентното съдействие на представители на ръководството на НВУ „В. Левски" беше решено, че стълбищата и съществуващия бетонни бордюри, излети като ограничители на стъпалата и площадките ще бъдат премахнати, тъй като са силно компрометирани.

Проектното решение за вертикалното планиране на прилежащите пешеходни пространства пред учебни корпуси №1, №2 и №3 на НВУ „Васил Левски" - район Велико Търново" е прието в съответствие със специфичния терен и е извършено в следната последователност:



Фиг. 1. Геодезическа снимка

А. Промяна на геометричното решение на пешеходните пространства.

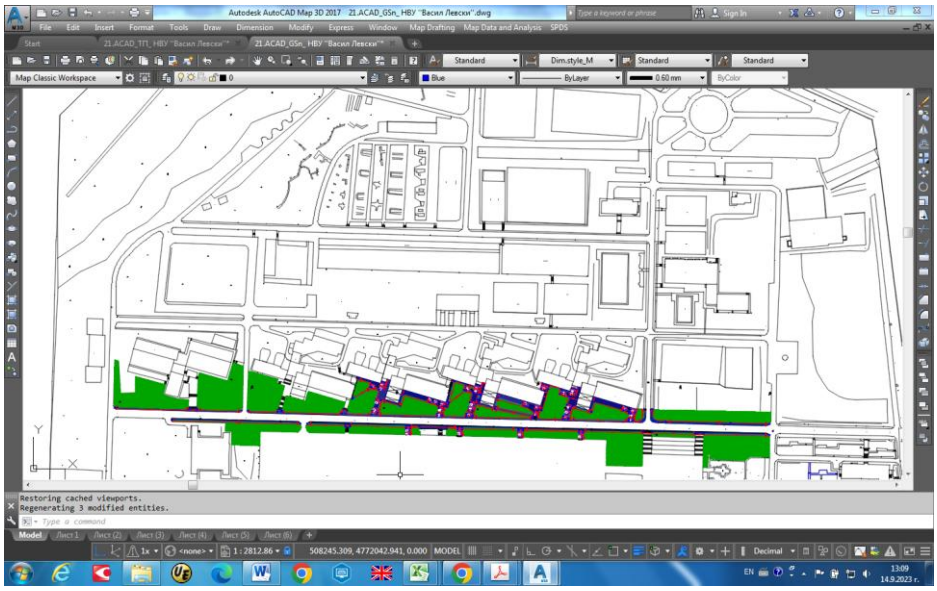
Месторазположението на площадките и алеите е запазено, изчистени са някой от чупките в началото на улицата. Началото на стъпалата на някои от пешеходните пространства, започващи от тротоара на улицата срещу учебни корпуси е отместено с цел правилното определяне на надлъжния и напречния наклон на тротоара на улицата. апазени са алеите, като промяната се състои в това ширините да са кратни на 0.40 cm с цел улесняване при полагане на тротоарните плочи, които са с размер 40/40/5 cm.

Б. Вертикално планиране.

Вертикалното планиране на алеите е предвидено с проектни коти и с червени хоризонтали през 0.10 m, наклоните са по посока на понижение на терена.

Предвижда се гравитачно отвеждане на повърхностните води.

Върху чертежи от 1 до 6 е отразено Вертикалното планиране на прилежащите пешеходни пространства пред учебни корпуси № 1, №2 и №3 на НВУ „Васил Левски“ - район Велико Търново“.



Фиг. 2. Вертикална планировка – общ изглед

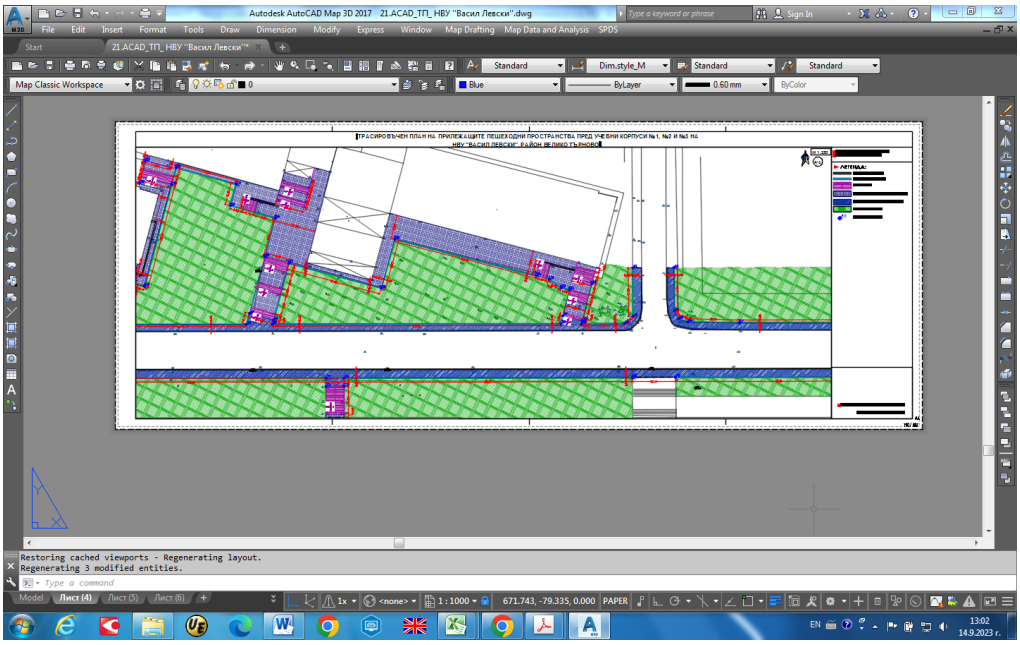
Тротоарите са ограничени от градински бордюри. Детайлите са показани на трасировъчен план, Фиг.4. Спазено е изискването за минимален надлъжен и напречен наклони от 0.5 %, наложи се да се използва и на изключение, като на няколко места наклона е 0.3%, който също е допустим съгласно Инструкция за изработване, прилагане и поддържане на планове за вертикално планиране от 1998 г.

Височината на стъпалата между различните площадки са в интервала 13-15 cm, по изключение 16 cm, ширината на стъпалата е в интервала 30-33 cm, като стремежа е придържане към размерите на съществуващите стъпала. На площадките между стъпалата е осигурен минимален допустим напречен наклон от 0.3%.

Отвеждането на повърхностните води се осъществява по гравитачен начин чрез предвидените надлъжни и напречни наклони на алеите и площадките и отвеждането им в зелените площи.

На фиг.4 – трасировъчен план на прилежащите пешеходни пространства пред учебни корпуси № 1, №2 и №3 на НВУ „Васил Левски“ - район Велико Търново са показани и три типови напречни профили както следва:

*Първият показва настилката на тротоара на ули*цата и разположението на бордюрите – съществуващият бордюр между уличното платно и тротоара се запазва. Предвидено е ограничение на новия тротоар с градински бордюр с размери 8/16/50 cm. Показана е настилката на новия тротоар и укрепването на градинския бордюр. Предвижда се тротоара да се покрие с асфалт. Означено е местоположението на трасировъчната точка.



Фиг. 3. Вертикална планировка пред корпус №1

Вторият дава решение на настилките в свободно стоящата пешеходна зона. Тротоара е ограничен от двете страни с градински бордюр, който го ограничава по такъв начин, че водата са се оттича свободно в пространството за озеленяване. Показани са елементите на настилката по слоеве и начина на стабилизиране на градинския бордюр. Показани са местата на трасировъчните точки.

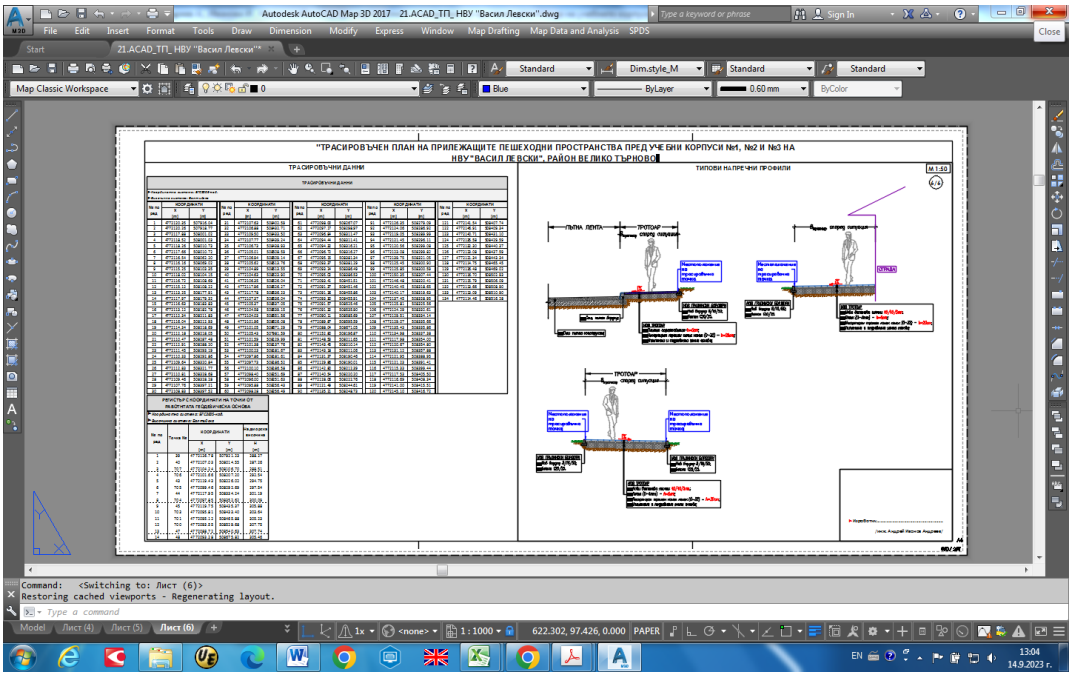
Третият е за случаите, в които тротоара опира в сграда. Наклона на тротоара е към зелената площ. Ограничен е с градински бордюр по начина показан в типовия напречен профил.

Настилката е показана по слоеве отразени на чертежа и начина на укрепвани на градинския бордюр, завършва с тротоарни плочи. Показани са местата на трасировъчните точки

Предвижда се пешеходната зона по втория и третия типови напречни профили да бъде покрита с тротоарни плочи с размер 40/40/5 cm.

В. Трасировъчен план и трасировъчни данни.

Трасировъчния план предвижда трасиране на основни точки от проекта по координати - ъглите на стъпалата ще бъдат трасирани със 134 бр. нови точки от създадената при геодезическото заснемане геодезическа основа – описана в чертеж 6/6, където са вписани и координатите на 14 бр. дадени точки с координатите си. На чертежи 1 до 5 – трасировъчен план на пешеходните пространства пред учебни корпуси № 1, №2 и №3 на НВУ „Васил Левски“, район Велико Търново, са посочени контролните разстояния.



Фиг. 4. Трасировъчен план и типови напречни профили

Г. Количествена сметка.

За обекта е изработена количествена сметка – Таблица№ 1. Тук са посочени количествата строително монтажни работи (СМР) по подготвителните работи, направата на нови тротоари и направа на нови стълби.

Таблица 1

КОЛИЧЕСТВЕНА СМЕТКА				
№		НАИМЕНОВАНИЕ НА СМР	МЯРКА	К-ВО
1		ПОДГОТВИТЕЛНИ РАБОТИ		
	1.1	Механизирано разкъртване, товарене и транспорт до депо на съществуваща бетонова настилка с дебелина до 10см, вкл. всички	м²	324.00
	1.2	Механизирано разкъртване, товарене и транспорт до депо на съществуващи бетонови стъпала и стени, вкл. всички свързани с това разходи;	м²	504.50
	1.3	Механизирано разкъртване, товарене и транспорт до депо на съществуващи бетонови плочки, вкл. всички свързани с това разходи;	м²	4657.00
	1.4	Механизиран изкоп за оформяне на тротоари, вкл. всички свързани с това разходи;	м³	1131.00
	1.5	Ръчен изкоп за оформяне на тротоари, вкл. всички свързани с това разходи;	м³	59.50
	1.6	Извозване на изкоп до депо, вкл. всички свързани с това разходи;	м³	1190.50
2		НАПРАВА НА НОВИ ТРОТОАРИ		
	2.1	Подравняване и уплътняване на земна основа за нови тротоари, вкл. всички свързани с това разходи;	м²	5318.00
	2.2	Доставка и полагане на основа от трошен камък (0-32) за тротоарна настилка с обща дебелина на слоя 20см, вкл. всички свързани с това разходи;	м³	1063.60
	2.3	Доставка и полагане на бетон клас С20/25 за основа на бордюри 8/16/50, вкл. всички свързани с това разходи;	м³	27.50
	2.4	Доставка и полагане на бордюри 8/16/50, вкл. всички свързани с това разходи;	м	2101.00
	2.5	Доставка и полагане на пясък (0-4) с обща дебелина на слоя 5см, вкл. всички свързани с това разходи;	м³	126.50
	2.6	Доставка и полагане на бетонови плочки 40/40/5см, вкл. всички свързани с това разходи;	м²	2530.50
	2.7	Направа на първи (свързващ) битумен разлив с различна ширина за връзка, вкл. всички свързани с това разходи;	м²	2786.50
	2.8	Доставка и полагане на плътен асфалтобетон с дебелина на пласта 5см, вкл. всички свързани с това разходи;	т	334.50
3		НАПРАВА НА НОВИ СТЪЛБИ		
	3.1	Направа на нови стълби, включително доставка и полагане на бетон, доставка и полагане на армировка, доставка и направа на кофраж и декофраж, вкл. всички свързани с това разходи;	м²	386.00
	3.2	Доставка и полагане на плочки за облицовка на стъпала настълби стълби, вкл. всички свързани с това разходи;	м²	386.00

Заключение

Разгледаните особености на вертикалната планировка при рехабилитацията на пешеходните пространства пред учебните корпуси на НВУ „В. Левски“ район В. Търново са във връзка с некачествено първоначално строителство на този обект. Първо строителството е изпълнено върху насип без да се трамбова и изчака улягане. Второ не са изпълнени процедури по насипване с инертни материали и подложен бетон. Всичко това е довело до компрометиране на тези площи. Необходимо е на базата на проекта за вертикална планировка да бъдат спазени всички етапи и процедури на строителството.

Благодарности

Този доклад е разработен по национална научна програма „Сигурност и отбрана“, Задача 1.2.6. „Моделиране на комуникационни и информационни системи с прилагане на цифров модел на местността“.

Литература

8. Андреев А., Андреева П. Геоинформатика, Геоинформационни системи, Геоинформационни технологии. 617 с. НВУ „В. Левски“ В. Търново 2021, ISBN 978-619-7531-24-4.
9. Андреев А., Андреева П. Създаване на цифров модел на местността на базата данни за следващи топографски карти в средата на ГИС. сп. Артилерийски преглед кн. 3 стр. 17-31, 2009 ISBN 1314-0388.
10. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
11. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
12. Андреева П. Геоинформационни технологии –монография. 180 с. НВУ „В. Левски“ Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4.
13. Андреева П., Андреев А. Върху проблемите на геоинформационните технологии у нас. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems – Shumen. 492- 502 p. ISSN 2367-7902.
14. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902.
15. Беджева Моника, Стефан Добрев, Експериментална оценка на точността на първичната фотограметрична информация, получена от БЛА, Proceedings of University of Ruse - 2020, volume 59, ISSN 2603-4123 (on-line).
16. Иванова, Ил. Кадастърът в България. Замисъл и изпълнение ISBN 978-619-90684-0-3 издателство "ACMO-Acadenic Press".
17. Прокопов Я. Възможности на наземното лазерно сканиране – основа за геодезическо моделиране. Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies” DefTech 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems.
18. Прокопов Я. Сателитната радарна интерферометрия като алтернатива за някои задачи от приложната геодезия. Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies” DefTech 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems.
19. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.

SLOPE STABILITY – MAIN PROBLEM IN OPEN PIT MINING

Yasen T. Prokopov

Air Defense and Communication and Information Systems faculty - Shumen / NMU "Vasil Levsky"
jasen_prokopov@abv.bg

Abstract: *A particularly important stage in the operation of an open-pit mine is the monitoring of the pit slope condition and the constructed pit dumps in terms of their stability. The deformations and their determination are in two main directions (goals) – assuring the safety of the equipments and establishing the influence of various factors, with the aim of forecasting and managing the process.*

In this complex system, such as the open pit mine, the management is in three interrelated directions - geological, mine surveying and technological activities, and part of the first is the calculation of the slope stability. The complex influence of multiple factors is evaluated with the so-called deterministic approach, as certain numerical characteristics are set in the mathematical models describing the behavior of the system.

Keywords*: open pit, stability, deformation processes, security, forecasting*

УСТОЙЧИВОСТТА НА БОРДОВЕТЕ – ОСНОВЕН ПРОБЛЕМ ПРИ МИННОДОБИВНИТЕ РАБОТИ В ОТКРИТИ РУДНИЦИ

Ясен Тр. Прокопов

Анотация: *Особено важен етап при експлоатацията на един рудник е мониторинга на състоянието на бордовете и на изгражданите насипища по отношение на тяхната устойчивост. Деформациите и тяхното определяне е в две основни направления (цели) – осигуряване на безопасност на съоръженията и установяване на влиянието на различни фактори, с оглед прогнозиране и управление на процеса.*

В тази сложна система, каквато е откритият рудник, управлението е в три взаимно свързани насоки – геоложка, маркшайдерска и технологична, като част от първата е изчисляването на устойчивостта на откосите. Комплексното влияние на множеството фактори се оценява с т. нар. детерминистичен подход, като в математическите модели, които описват поведението на системата, се задават определени числени характеристики.

Ключови думи*: открит рудник, устойчивост, деформационни процеси, сигурност, прогнозиране*

Въведение

Устойчивостта на бордовете и стъпалата в откритите рудници е един от основните въпроси при разработването на находищата на подземни богатства по открит начин. С тях са свързани граничните стойности на наклоните им и граничната дълбочина на разработване, които от своя

страна неминуемо оказват влияние върху параметри на основните технологични процеси, а оттам и върху ефективната работа на миннодобивното предприятие.

1. Устойчивост на бордовете – място и значение в развитието на открития добив

Днешният високо механизиран открит рудник представлява сложна технологична система, за която съществува риска от "излизане от строя" на един или повече от елементите ѝ, което може да доведе до значително намаляване на производството и съществено влошаване на технико-икономическите ѝ показатели.

Бордовете (работни и неработни), върху които са разположени транспортните и енергозахранващи комуникации, изкопната механизация, отводнителните съоръжения и др., трябва да се разглеждат като *основен елемент на системата "Открит рудник"*. Нарушаването на стабилното им състояние води до частична или пълна неработоспособност на тази система.

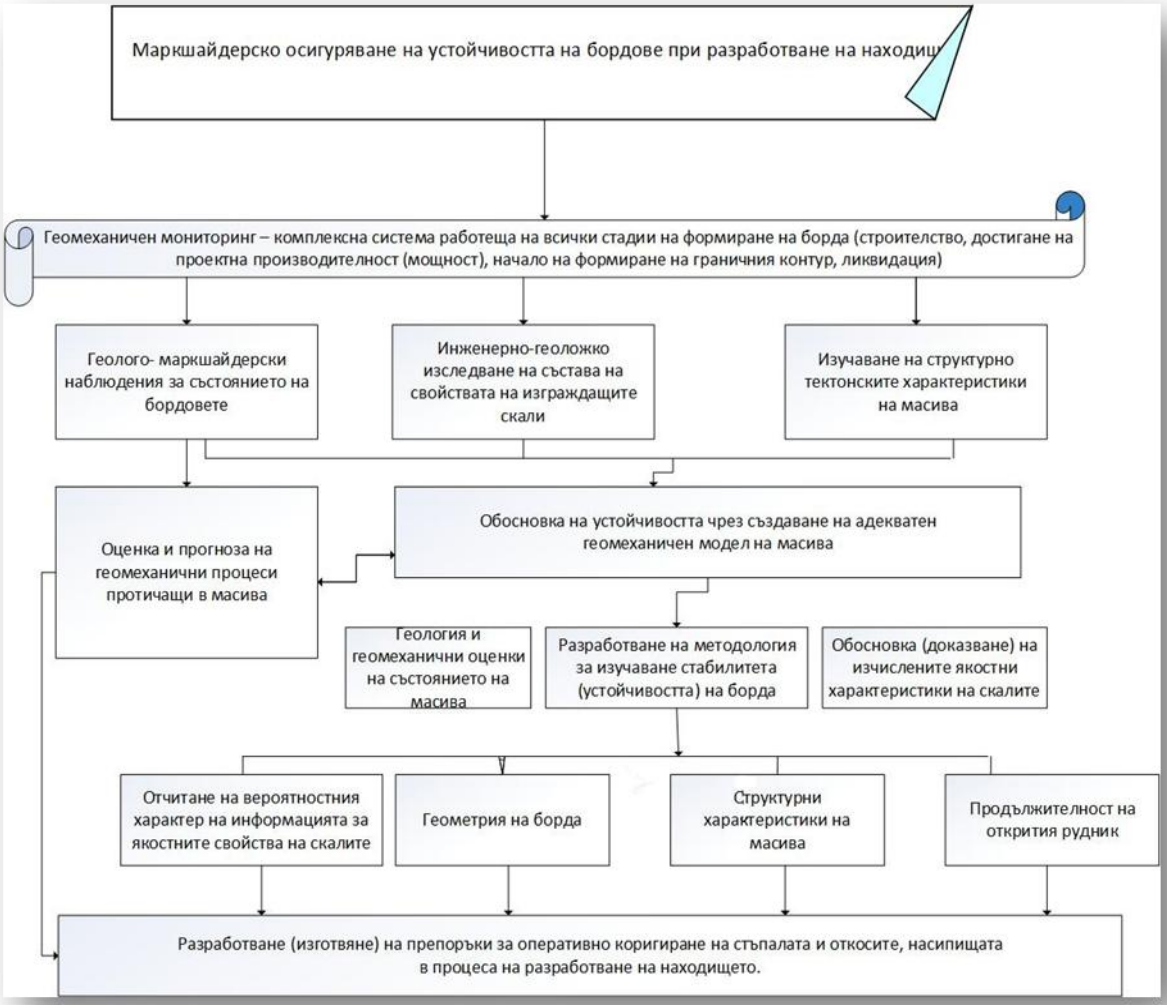
От една страна, при рудниците с голяма дълбочина, ако се намали ъгълът на бордовете с 2° до 4°, обемът на откривните работи може да се увеличи с милиони кубични метри [9]. От друга страна, увеличаването на ъгъла на бордовете може да доведе до тяхното обрушаване и свличане. *Пределно допустимият ъгъл на борда* на рудника е основен фактор, определящ развитието на минните работи в дълбочина. Затова неговият избор може да се разглежда както в икономически, така и в социален аспект.

Управлението на състоянието на масива е свързано с обезпечаване на устойчивостта на откосите, прогноза за посоката на деформационните процеси, уплътняването на бордовете и насипите, както и изменението и контрола на геомеханичното им състояние, които задачи са заложени в концепцията за един цялостен геомеханичен мониторинг [12].

Тъй като съставът на масива е физически дискретна, нееднородна анизотропна среда, деформациите имат нелинеен, променлив във времето характер. За създаване на минно-геометричен модел на масива се използва непрекъсната интерполация на малки участъци с полилинии от ниска степен. По този начин от дискретния (точков) модел може да се създаде един непрекъснат интерполационен модел практически за всякакви характеристики от геометрията и геологията на находището - бордове, хлъзгателни повърхнини, водни нива, тектонски нарушения и др.

Най-важният критерий при осигуряване ъглите на наклона на бордовете е *икономическата ефективност* от мероприятията по укрепването на масива, определена като разлики между икономии при откривните работи и разходите по укрепване на масива.

Въпросът за устойчивостта на бордовете стои на дневен ред през всички етапи на разработване на дадено находище, а решаването на този проблем зависи от много фактори и условия.



Фиг. 1. Структурна схема на цялостен геомеханичен мониторинг

2. Условия и фактори, влияещи върху устойчивостта на откосите

Определящо при дефиниране на устойчивостта на откосите в откритите рудници и кариери е *способността им да противостоят* на различни външни сили като същевременно се запазват функциите им за продължително време [8].

Редица фактори като съществуващи геоложки нарушения, наличие на подземни води, здравина на скалната маса, геотехнически параметри, динамични сили, геометрия на склона и др. *пораждат дисбаланса* на природните сили и *допринасят за нарушаване на равновесното състояние*. Изучаването на деформационния процес в откосите и възможностите за неговото управление има изключително значение за ефективното разработване на находищата на подземни богатства по открит начин, а осигуряването на устойчивостта на работните и неработните бордове е една от най-важните предпоставки за оптимално развитие на минните работи.

Свлачищата като един от най-често срещаните проблеми са резултат на несъобразени с конкретната инженерно-геоложка обстановка параметри на откривните и добивните минни работи, а ликвидирането на последствията от тях е свързано с изземване на допълнителни обеми откривка и изразходване на непредвидени допълнителни финансови средства (често огромни суми).

В хронологично отношение едно от местата, където са наблюдавани, а по-късно и изучавани, едни от *първите свлачищни явления у нас* са Димитровските открити рудници (района на гр. Перник) – периода 1950-1958 год. [4]. Типични и характерни са и някои свлачища в откритите рудници от Източномаришкия въглищен басейн – периода 1963-1968 и след 1980 год. (рудниците Трояново) [5].

За Европа налични са подобни проблеми в много големи открити рудници (Large Open Pit - LOP) в Русия, Германия и др., а в световен мащаб - Австралия, Канада и САЩ. *Едно от най-впечатляващите* е находището "Бингам каньон" (Bingham Canyon, Юта), което се експлоатира от 1906 г., за добив на медна руда [4]. През месец април 2013 г. се свличат над 65 млн. м^3, което го прави и досега едно от най-крупните в исторически план. Поради инсталираната нова мониторингова система за наблюдение със сензори и наземна радарна интерферометрия за ранно предупреждение, щетите са само материални и сведени до минимум.

Находище "Бингам каньон" (Bingham Canyon), април 2013 г.

В основата на нарушената устойчивост на стъпалата, бордовете и насипищата, стоят *конкретните инженерно-геоложки условия*. Устойчивостта на откосите се понижава при намаляване якостните показатели на скалите, при увеличаване височината или ъгъла на откоса, при повишаване на нивото на подземните води, а също така и от допълнителното натоварване на откоса [9]. Определянето на максималните ъгли на наклона на откосите на стъпалата и бордовете, при които се осигурява устойчивостта им, изисква детайлно изучаване на условията и факторите, оказващи влияние на големината на ъглите.

Природните дадености и условия от една страна**, както и техногенните им изменения** от друга, в резултат на водене на открити минни работи, са в основата на устойчивите ъгли на стъпалата и бордовете в откритите рудници и кариери.

По-важните природни условия могат да се обединят в няколко направления:

- инженерно-геоложки - физични свойства и показатели на скалите, породени от нееднородността и строежа им, издуване и свиване, изветряне, ерозия и др.;
- климатични – валежи (вкл. снежни), релеф и температурни промени;
- хидрогеоложки – подземни води, хидростатичен и хидродинамичен натиск при понижаване на нивото на подземните води, излужване, суфозия на скалите.

Втората група фактори, технологичните, са доста по-разнообразни и разнородни като влияние и начин на проявление. Към тях се отнасят:

- начина на разкриване на рудничното поле и посоката на водене на минните работи (за предпочитане перпендикулярно или косо на нарушенията);
- интензивността на минните работи;
- видът на транспорта;

- условията за оформяне на насипищата и схемите за насипване;
- системата за отводняване и начинът за провеждане на ПВР;
- формата на рудника (за предпочитане кръгла) и линията на откосите на бордовете, която може да бъде права, изпъкнала (за предпочитане), вдлъбната и комбинирана.

Най-често се прилага плоският профил, за рудници със средна дълбочина (до 250 м). Вдлъбнатия профил е подходящ за обекти с малка дълбочина (50 – 100 м). Особено *удачно комбиниране* е прилагането на равнинен профил на горните и изпъкнал на средните и долните хоризонти.

Оптималният профил на борда на откритие рудник трябва да:

- гарантира общата устойчивост на целия борд и да позволява най-добро разполагане на минно-транспортните машини;
- осигурява минимален обем откривните работи, безопасна работа и максимална производителност на багерите;
- отговаря на съвременните технологии за извършване на минни работи.
- Преместванията на отделни точки/участъци в различни направления - както в план, така и във вертикална посока, могат да имат понякога скокообразно изменение с обособени минимуми и максимуми. Подобни движения са характерни за много открити рудници. В края на миналия век се дефинира *нов клас геодинамични процеси*, за които са характерни цикличност и периодичност, наречени "суперинтензивни деформации", "пластични разломи" и "бавни земетресения".

Тези процеси (Kato T. 1979, Strange W. E. 1981, Кузьмин 1999, 2002, 2004, Панжин 2000, Хайме Н.М. 2000, Сашурин 2010) представляват локални аномалии на съвременните движения на земната повърхност и могат да достигат амплитуди до 50 -70 мм/год., да се проявяват с периодичност от един месец до една година, пространствено локализирани в границите 0,1-1 км, имайки пулсационен характер и знаково променлива насоченост. С тези процеси се свързват и характеристиките на понятието "активен разлом". Основен проблем при оценката на геодинамичната опасност е картирането на съвременните активни разломи, особено разположените в зони с изменящо се напрегнато-деформирано състояние.

3. Методи за изчисляване устойчивостта на откосите

За осигуряване устойчивостта на откосите **най-важни** са ъгълът на откоса, коефициента на сигурност (специален коректив за възможни грешки при изчисленията) и изборът на изчислителна схема. *Формата на борда* и *условието за устойчивост на скалите* от друга страна, са **двата основни фактора** за определяне на ъгъла на откоса**.** Минните работи, трябва да се развиват при наклон на борда със запас на устойчивост близък до граничното равновесие на откоса. Даже в някои участъци от работния борд *се допуска работа при деформации (нарушен стабилитет)*, когато печалбата, която ще се получи е по-голяма от евентуалната загуба при свличане, т.е. *при доказан разумен стопански изгоден риск* [9].

Съществуват **два подхода** при изчисляване устойчивостта на откосите - в първия се анализират *възникващите напрежения*, а във втория - *действащите сили*. **Методите от първата група** са по-точни в математическо отношение, но в реални минно-геоложки условия рядко се използват, заради вдлъбнатата форма и вертикални стени в горните части, както и големия обем на откривка. В практиката широко приложение са получили **методите от втората група**, основани на граничното равновесие по най-слабата повърхнина на плъзгане [10].

По-важните методи при анализа на причините (факторите), влияещи на устойчивостта, могат да **се** класифицират по няколко показателя [11]:

- визуални - регистриране на видими на повърхността нарушения;

- изчислителни - определяне на количествени оценки по резултати от измервания по профилни линии;
- геоложки и хидрогеоложки - проследяване на структурни промени в масива, на пукнатини, на нивата на подземните води и др.;
- геофизични – чрез регистриране на изменения във физичните полета чрез ултразвукови или радиосигнали.

Според подхода при решението всички методи се основават на теорията за граничното равновесие на сипеща среда, като за такава в механиката на мулдата се приема обикновено зоната на обрушаване. Към тях се отнасят:

- методи, на база определени допускания (интуитивни) – графични (особено популярен е методът на Маслов - $\underline{F_p}$ метод) и аналитични;
- методи, основани на анализа на граничното равновесие (Limit Equilibrium Methods - LEM) – метод на ламелите (популярен е методът на Фелениус), метод на кръгово-цилиндричната повърхнина, метод на монолитното тяло (като идеализиран вариант на безкрайния откос).

Всички методите на граничното равновесие са основани на *принципа на статиката*, т.е. комбинация от моменти, вертикални и хоризонтални сили, без в тях да се вземат под внимание деформациите и преместванията. Основен проблем при тях е, че методологията има детерминистичен характер. Коефициента на безопасност се определя при определени допускания и приети стойности на входящите параметри, което води до субективни оценки.

Коефициентът на устойчивост F (safety factor) (ползват се и други буквени означения, напр. η) е отношението на силите на задържане (триене и сцепление – съпротивителни сили) $\Sigma M_{зад}$ към силите на свличане (движение - активни сили) $\Sigma M_{дв}$

$$F = \frac{\Sigma M_{зад}}{\Sigma M_{дв}}. \qquad (1)$$

При $\Sigma M_{зад} = \Sigma M_{дв}$ има гранично равновесие (F = 1), при $F < 1$ бордът е неустойчив, а при $F > 1$ той е в стабилно (устойчиво) състояние.

У нас, откритите рудници са проектирани със стойности на коефициента на устойчивост между 1.2 и 1.3 (резерв 10 %), а в световната практика, все по-често се работи с коефициент на устойчивост между 0.9 и 1.1 [5].

Една голяма група са **и методите на основата на математическия анализ**. В световната практика, за оценка на устойчивостта на откоси, те са известни под общото наименование LAM (Limit Analysis Method). Такива са методът на дискретната оптимизация (DLO - Discontinuity Layout Optimization), методът на крайните разлики (FDM - Finite Difference Method) и методът на крайните елементи (FEM - Finite Element Method). При тях обикновено се прилагат различни софтуерни пакети - ANSYS (ANalysis SYStem) (USA), ABAQUS (USA), LS-DINA, ADINA (Automatic Dynamic Incremental Nonlinear Analysis) (USA), SSAP (Slope Stability Analysis Program) и др. *Задачата се решава в равнината (2D)*, върху вертикални разрези през стъпалата на откритие рудник.

Понастоящем **значимо място имат и вероятностните методи и модели**, които са удобни предимно *като средство за изследване и прогнозиране*, а не за извършване на текущи инженерни изчисления.

Тук *основна характеристика* е т.нар. *резерв от устойчивост*, като разлика между якостта на срязване и срязващите напрежения. За прогнозиране и надеждни резултати чрез симулиране на данни, **методът Монте Карло** [4,6] е с безспорен приоритет за оценка на стабилитета на откосите. В този случай крайният резултат е чувствителен към броя на изпитванията (итерациите). Оптималния брой обикновено се постига, когато разликата между две последователни стойности на коефициента на устойчивост (F) примерно е под 5 %. Няма пряка връзка между този кое-

фициент на устойчивост и вероятността за свличане. Откос с по-висок коефициент на устойчивост може да не е по-стабилен от откос с по-нисък коефициент - при коефициент на устойчивост 1,5 и стандартно отклонение 0,5 ще има много по-голяма вероятност за свличане отколкото при среден коефициент 1,2 и стандартно отклонение от 0,1.

В днешно време **ГИС-технологиите** позволяват по-лесно изготвяне и използване на моделите и също намират своето място при анализа на резултатите от измервания, създаването на числени модели и управлението на бази данни [13].

Едно от важните и все по-активно развиващо се направление в областта на оценката на устойчивостта на откоси е *триизмерния анализ*, т.е. решаването на т.нар. *обемна задача*. **Създаването на 3D-модели** е широко разпространен метод [1, 2,3,13,14,15], както при решаването на редица практически инженерни задачи - например числено моделиране на напрегнатото деформирано състояние на масива, така и за решаване на широк спектър екологични и хидрогеоложки задачи. Основната предпоставка при изготвянето на тези модели е, че средата е еднородна. За практическа реализация на това моделиране подходящи са програмните продукти на SoilVisionSystems, Inc. (Канада), Itasca International, Inc. (САЩ), TAGAsoft, Inc. (САЩ) и др.

Математическото осигуряване на двумерните методи е развито много по-добре в сравнение с тримерното моделиране – това са детерминирани модели на база богат практически опит. 3D методите за анализ числено са по-уязвими, тъй като при тях за пълното статично определяне (дефиниране) на задачата за устойчивост на откосите се налагат повече допълнителни предположения. Коефициентът на устойчивост, установен при тях, по правило е по-висок от този при двумерния анализ, където има значителен резерв на сигурност.

Заключение

Понастоящем при решаване на задачите за устойчивостта на откосите се използва детерминиран подход. Всички изходни данни се приемат като детерминирани параметри за дълъг период от време, а при изчисленията се използват средноаритметичните стойности на якостните показатели. Вероятностният характер на изходните данни за определяне на устойчивостта на откосите обаче изисква да се използват не детерминирани, а вероятностни методи.

Коректността и достоверността на резултатите при моделизация и изчисляване на устойчивостта на откосите може значително да бъде повишена, при комбинираното използване на различни методи, основани на различни принципи, когато между тях има добра сходимост, а като цяло в крупните открити рудници са внедрени, изцяло или частично, системи за автоматизирано управление на отделни процеси или на цялата минна дейност.

Литература

1. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски" Сборник трудове – Шумен.
2. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски" Сборник трудове – Шумен.
3. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902.
4. Вълев, Г. Свлачищата в откритите рудници у нас, Техника, София, 1959.
5. Георгиев, Г. и др. Разработване на методическо ръководство за стабилитетни изчисления на работни, подсипвани и неподсипвани неработни бордове и откоси на насипищата на рудниците от източномаришкия басейн, Архив МНИПКИ „Минпроект", отчет 1981.

6. Маждраков, М., Бенов, Д., Вълканов, Н. Методът Монте Карло. Инженерни приложения, ACMO Academic Press, 2018.
7. Маждраков, М., Михайлов, Н., Бенов, Д. Проблеми на устойчивостта на бордовете на откритите рудници. БАН, Инженерни науки кн.4, 2012.
8. Стоева П., Златанов П., Александрова, Е. Устойчивост на откоси и отводняване в открити рудници и кариери, София, 2005.
9. Христов, С.Г. Технологични и геомеханични проблеми при проектиране и експлоатация на открити рудници и кариери, София, 2013.
10. Христов, Ст. Устойчивост и отводняване на откосите в откритите рудници и кариери, ИК „Св. Ив. Рилски”, МГУ, София, 2000.
11. Цонков, Ал. Геомеханични изследвания чрез маркшайдерски измервания, София, 2019.
12. Низаметдинов, Ф.К., С.Г. Ожигин, Р.Ф. Низаметдинов, С.Б. Ожигина, Н.Ф. Низаметдинов, Е.Н. Хмырова. Состояние и перспективы развития геомеханического обезпечения открытых горных работ., XV Internacional ISM Congress, 2013.
13. Андреева П. Геоинформационни технологии –монография. 180 с. НВУ „В. Левски“ Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4.
14. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.
15. Bedzheva, M. Methodology for building a single photogrammetric model, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, 28-30.09.2022, Shumen, pp. 566-571, ISSN 2367-7902.

EARTHQUAKES AS A RESULT OF THE EARTH'S CRUST MOVEMENT AND THE ROLE OF GEODYNAMICAL POLYGONS IN THEIR PROGNOSTICATION

Yasen T. Prokopov

jasen_prokopov@abv.bg

Abstract: *Natural cataclysms, in particular earthquakes and volcanic eruptions, are part of the complex geodynamic processes taking place in the Earth as a dynamically changing body, even over long time periods. The consequences of these changes, quite often of a catastrophic nature, require their continuous monitoring, with the possibility of reliable forecasts. At the basis of the forecast are precise geodetic, astronomical, gravimetric and geophysical measurements on a stable basis, such as the geodynamic polygons.*

Keywords*: tectonics, geodynamics, earth's crust, seismic forecasting*

ЗЕМЕТРЕСЕНИЯТА КАТО РЕЗУЛТАТ ОТ ДВИЖЕНИЕТО НА ЗЕМНАТА КОРА И РОЛЯТА НА ГЕОДИНАМИЧНИТЕ ПОЛИГОНИ ПРИ ТЯХНОТО ПРОГНОЗИРАНЕ

Ясен Тр. Прокопов

Въведение

Земята, като място където живеем, не е едно постоянно и неизменно твърдо тяло, а е подложена на непрекъснати промени и то по закони, независещи от човека. Огромната енергия във вътрешността й предизвиква непрекъснати процеси в нейните недра, видимата проява, на които е под формата на деформации на земната кора и земната повърхност, като най-горен слой от нея. *Генезисът на тези деформации* може да се обясни въз основа на хипотезите за тектониката на плочите, разширяването на океанското дъно и тяхното въздействие (натиск) върху континентални плочи с подобни размери, причинявайки взаимни деформации [4].

Деформационните процеси в земната кора, наблюдавани в реално геологично време се наричат **съвременни движения на земната кора** (СДЗК). Основни фактори за тези процеси и последващите промени са вулканичните изригвания и земетресенията, които по своите мащаби могат да имат катастрофални последици.

В това отношение от голямо значение са геоинформационните системи за моделиране и анализ на пространствените и тематични характеристики на геопространствените явления и обекти [1,2,3,5,12].

1. Движения на земната кора – видове и методи за тяхното изучаване

Според скоростта и мащаба на разпространение СДЗК се разделят на **следните видове**:

- бавни (вековни) - наблюдават се почти навсякъде със скорост от няколко милиметра на година;
- средни (предизвестяващи) - наблюдават се в сеизмично активни райони със скорост от около 10 мм/година или по-голяма;
- бързи (сеизмични) - движения, съпътстващи природните катаклизми, големината на които може да достигне метър или повече, в зависимост от силата на проявление и натрупаната енергия.

Подробното изследване на всеки вид движение на земна повърхност е важно и необходимо. Всички те са тясно свързани помежду си и могат да се развият и да прераснат от един вид в друг. За възникването на земетресение особено важен е фактът, че *деформациите в кората могат да се натрупват*. Земната кора има своя *граница на якост (безопасност)*, но когато деформациите достигнат стойности, надвишаваща тази якост, тогава в нея възниква разкъсване, т.е. земетресение.

Съществуват **три основни метода** [11] за определяне движението на земната кора:

- геоморфологични наблюдения;
- непрекъснати наблюдения;
- повторни геодезически измервания.

При **геоморфологичните наблюдения** се изследват деформациите на големи релефни форми (дължина 10 – 100 км) настъпили за голям интервал от време (от хиляди да стотици хиляди години). В качеството си на изследвани форми на релефа се използват морски и речни тераси. Средната скорост на движение на земната кора при този метод се определя с точност 1 мм/год.

При **метода на непрекъснатите наблюдения** се използват деформографи и наклономери. Приборите се поставят за определени участъци от земната кора на специални места в скалните образувания и работят с база от 1 до 100 м. Деформациите се фиксират с висока точност (0.001 мм и 0.01"). Ефективността на метода се повишава при създаване на мрежа от станции за наблюдение.

Същността на **метода на повторните геодезически измервания** [6] се състои в извършване на *два или повече цикъла от геодезически измервания* в една и съща конфигурация от точки през определени интервали от време. Впоследствие се определя големината на промените в относителната позиция на центровете на точките чрез сравняване на резултатите от измерването на всеки цикъл с друг.

В общият случай *деформациите* (движението) на земната кора *са пространствени*. Понякога за удобство изследваните движения се разделят на вертикални и хоризонтални [7]. *Строго погледнато* резултатите от повторните геодезически измервания дават информация само за деформациите на земната повърхност, а не за цялата земна кора.

2. Приложимост на методите за изследване на СДЗК и етапи на подготовка на земетресението

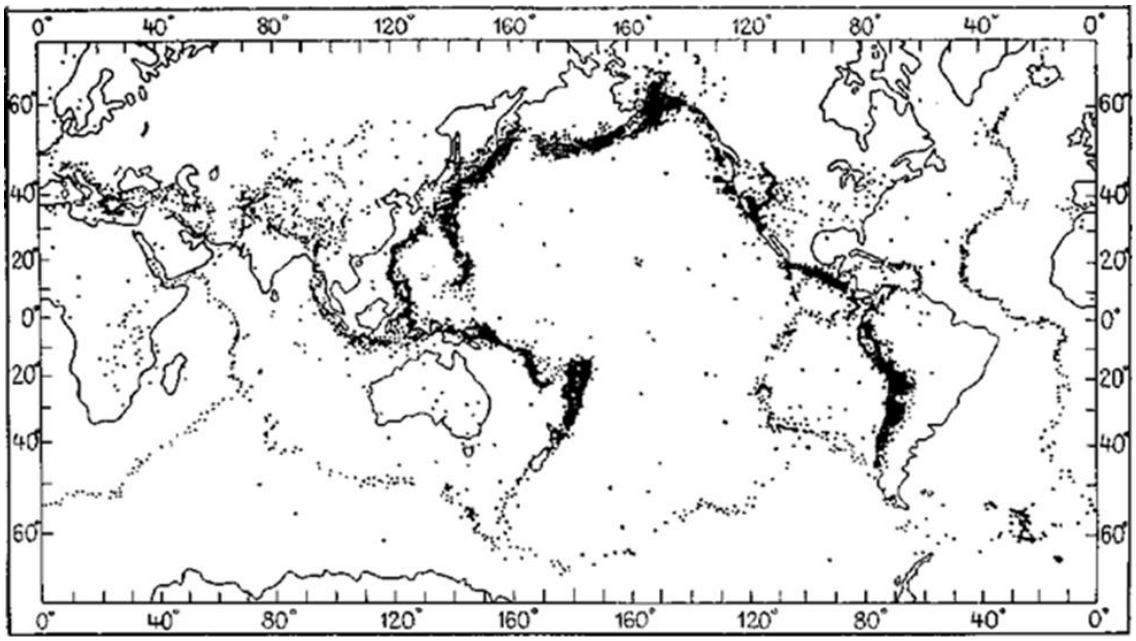
Разпределението на земетресенията по земното кълбо има естествен характер, като наймощните и многобройни сеизмично активни зони са разположени по бреговете на Тихия океан, островните дъги и дълбоководните ровове (фиг. 1).

Голяма част (до 90%) от *земетресенията се случват по линията на дълбоки разломи в земната кора*. Само около 5% от всички земетресения са свързани със зони на разтягане по огромната система от подводни среднооке́ански хребети. Това са места, където от дълбините се

издига базалтова магма, която периодично разцепва океанската кора, което води до появата на надлъжни разкъсвания.

От изброените методи за изследване на СДЗК, при решаване на задачата **за прогнозиране на земетресенията** се използват **предимно последните два метода.**

Това е така понеже *земетресението* е образуването на разкъсване или разлом в земната кора, което *се предшества от етапа на неговата подготовка*, т.е. натрупване на сеизмична енергия под формата на постепенно нарастващи деформации. Това се случва когато се достигнат стойностите при етапа на разкъсване - гранични стойности на относителни деформации от порядъка на 0.0001. **От гледна точка на сеизмичното прогнозиране**, етапите, предхождащи началото на разкъсването, са много по-важни от явленията, настъпващи след неговото завършване.



Фиг. 1. Разпространение на земетресенията на земното кълбо

При настоящето ниво на познания и натрупания изследователски опит се разграничават **няколко етапа на подготовка на земетресението** [11]**:**

1) процес на деформация на земната кора, протичащ с постоянна скорост;
2) движение на критичната зона (точка);
3) начало на главното (основно) разкъсване;
4) развитие на главното (основно) разкъсване.

На първите три етапа все още не възникват колебателни явления, има слаби земетресения и микросеизмика, но се получават изменения и деформации на земната кора.

Механизмът на втория и третия етап, чието разбиране е определящо за прогнозата на земетресенията, все още не е съвсем ясен.

Тъй като първия етап продължава дълго време, **най-ефективният начин за контрол са многократните геодезически измервания,** обхващащи големи площи, което позволява да се определи степента на натрупване на енергия и да се оцени магнитуд на бъдещо земетресение.

3. Проектиране и полагане на геодинамични полигони за сеизмично прогнозиране

Природните катаклизми предизвикват аномални движения на земната кора. Разкъсването на земната кора при земетресения не възниква внезапно, а преминава през 4-те етапа, като про-

дължителността на периода на подготовка е от стотици до хиляди години, а *предвестниците са най-разнообразни* – биологични, сеизмологични, геофизични, геохимични и геодезически.

Движенията на земната кора или се увеличават, или променят знака на противоположен. По размер те обикновено са по-големи от бавните движения и се наричат **средни** (предшестващи) и **нови** движения.

За търсене на геодезически признаци в тектонско активните райони се създават специални геодинамични полигони и деформационни площадки, на които се изпълняват повторни геодезически измервания, съвместно с геоложки, геофизични [10] и сеизмологични наблюдения.

Човешката дейност също може да бъде причина за земетресения – добивът на подземни богатства, строителство и експлоатация на големи енергийни комплекси, изстрелване на космически летателни апарати, ядрени изпитания, дълбоко сондиране и др.

Терминът **геодинамичен полигон (ГДП)** означава целесъобразно избрана територия, в пределите на която се провеждат комплекс от регулярни астрономо-геодезични и гравиметрични наблюдения, предназначени за определяне на количествени характеристики на деформациите на земната кора и изменението на локалното гравитационно поле, а също така и за изучаване на развитието на тези явления във времето [5].

Геодинамичните полигони, в зависимост от целите, за които ще се използват, се разделят на: **прогностични** и **техногенни**, като първите се полагат в сеизмични райони и райони с действащи вулкани, а техногенните са свързани със строителни райони, райони на крупни ВЕЦ и места, където се добиват подземни богатства и има интензивно използване на подземни води.

Водещата роля на прогностичните ГДП е свързана с възможността за фиксиране на нужните деформациите възможно най-точно. Те се проектират по такъв начин, че в бъдеще да могат да влязат евентуално в държавна или дори в световна, редовно функционираща система за прогнозиране на тези природни явления.

Рационалния избор на района е свързан с епицентъра на настъпило земетресение или в близост до изследван вулкан. Статистическите данни за минали събития (земетресения) са добра основа, като водеща е честотата, а не социално-икономическите приоритети.

Полагането на ГДП трябва да включва *подходящо проектирани* планови и височинни мрежи и измервания на силата на тежестта по определени профили, пресичащи зоните на аномални деформации.

При определяне на размерите на ГДП е полезно да се използва емпиричната зависимост на средните радиуси R на такива райони от магнитуда M на настъпилите земетресения. Използва се установената от сеизмолозите, въз основа на статистически изследвания, формула.

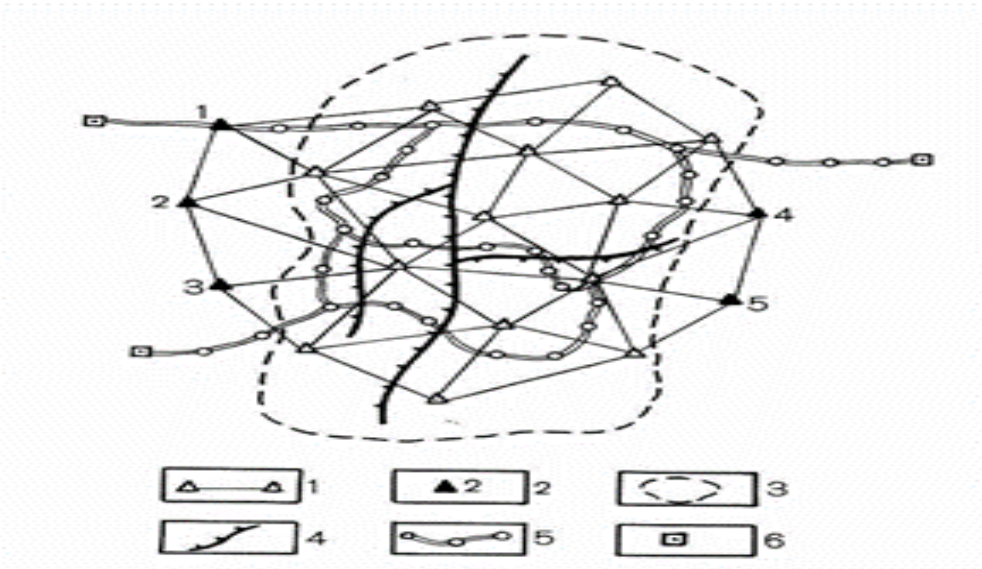
$$\lg R = 0.51M - 2.26.$$

За M = 8 радиусът е например R = 65 км, което е и зоната на измерими деформации и бързо намалява с магнитуда – за M = 5, R = 2-3 км.

Нормално площите, които покриват ГДП, са с радиус не по-голям от 50-60 км при използване на класически наземни геодезически методи. При прилагане на ГНСС (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou), радиоинтерферометрия и лазерна локация на високи сателити и Луната, тези размери могат да достигнат 150x200 км (размер на огнището на земетресението).

Полагането на типични прогностични ГДП се извършва като правило **на два етапа**.

На първия етап се развива *линейно-ъглова мрежа*, състояща се от 20-25 точки със страни 6-15 км, обхващаща тектонично активната структура и включена в държавната триангулачна мрежа, както и *система от нивелачни ходове* I-II клас, пресичащи активните разломи, с разстояние между реперите 3-5 км. Желателно е точките от линейно-ъгловата мрежа и реперите да съвпадат.



Фиг. 2. Схема за полагане на ГДП – първи етап

В случая 1 са страните от линейно-ъглова мрежа, 2 – точките от хоризонталната мрежа върху стабилни структури, 3 – граница на тектонично активната структура, 4 – тектоничен разлом, 5 – линии на високоточната нивелация, а 6 – нивелачни репери, разположени в стабилна структура.

Гравиметричните измервания се извършват по линиите на повторните нивелачни измервания, пресичащи най-тектонично активните зони. *Вариациите на силата на тежестта*, които достигат 0.1 мГал могат да се явят индикатор на изменението на напрежението в скалите, което се случва в периода на подготовка на земетресението. Гравиметричните точки са през 5-6 км и в близост (десетки метри) до нивелачните репери, а повторните гравиметрични измервания са с периодичност около 1 година.

Астрономичните измервания се извършват с точност не по-малка от 0.5" за азимута, а астрономическата ширина и дължина се определят със СКГ съответно 0.2" и 0.02^s. Пълният цикъл от наблюдения при първия етап не трябва да продължи повече от 3 месеца, а стандартната честота на повторените цикли на измерване е 1 път на 3 години, като зависи от общата сеизмична обстановка. Тази периодичност позволява да се регистрират предвестниците на земетресения с магнитуд 7 и по-голям.

Вторият етап на геодезическите построения на прогностичните ГДП включва полагане на полигони на локални, тектонично активни участъци, които се установяват от геологични, сеизмологични и геофизични данни, както и от данни от първото ниво. Геодезическите построения на такива локални участъци се наричат *деформационни площадки*. На тях се извършват високоточни линейни измервания (понякога допълвани с ъглови) в съчетание с прецизна нивелация. Повторните геодезически измервания на деформационните площадки се извършват с повишена честота - от 4 до 6 пъти в годината до 1 път на седмица.

Заключение

Следенето на движението на земната кора и настъпващите в резултат на това деформационни процеси върху земната повърхност, има изключително важно значение за живота и стопанската дейност в сеизмично активни райони. Геодинамичните полигони като една стабилна основа за прецизни високоточни измервания гарантират надеждността на изводите и препоръките, както и прогнозирането с голяма вероятност за настъпване на такива природни катаклизми.

Литература

1. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
2. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
3. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902.
4. Ангелов, К., Инженерна геодинамика, МГУ - уч., София, 1997.
5. Андреев А. И., Андреева П.А., Геоинформатика, геоинформационни системи, геоинформационни технологии, НВУ” В. Левски”, В.Търново, 2021.
6. Герасименко М.Д., Шароглазова Г.А. Определение современных движений земной коры из повторных измерений II Геодезия и картография. - 1985. -№ 7. - С. 25 - 29.
7. Димитров, Д. Инженерна геодезия, София, Техника, 1989.
8. Остач О.М., Дмитроченков В.Н. Методическое руководство по геодезическим работам на геодинамических полигонах. - М. ЦНИИГАиК, 1984.
9. Русев Б., Основни геодезични мрежи, София, 1989.
10. Садовский М.А., Нерсесов И.Л., Вопросы прогноза землетрясений, Изв. АН СССР, Физика Земли № 9, 1978, с. 13 - 30.
11. Шароглазова Г.А., Применение геодезических методов в геодинамике, Новополоцк, ИГУ, 2002.
12. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.

GEODESIC WORKS IN THE SURVEYING OF MEMORIAL COMPLEX, PARKING AND PHOTOVOLTAIC AREA

Nikolay H. Kopanov, Emil G. Monovski, Radostin D. Georgiev

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems,
National Military University, Shumen, Bulgaria,
nikolai.kopanov@abv.bg, emil.monovski@gmail.com, rado002@abv.bg

***Abstract**: When surveying any objects on the earth's surface, we need very accurate information that can later be used to describe the given object and prepare a graphic document, this information can be obtained with modern geodetic methods and instruments.*

***Keywords:** Geodezy; Surveying; Geographic data; Total station theodolite; GNSS*

ГЕОДЕЗИЧЕСКИ РАБОТИ ПРИ ЗАСНЕМАНЕТО НА МЕМОРИАЛЕН КОМПЛЕКС, ПАРКИНГ И РАЙОН ЗА ФОТОВОЛТАИЦИ

Николай Х. Копанов, Емил Г. Моновски, Радостин Д. Георгиев

Въведение

Геодезията, като дисциплина, е съществена част от инженерните и научни изследвания, насочени към измерването и определянето на формата и размерите на Земята, както и към прецизното местоположение на обекти в пространството. С развитието на съвременните технологии и инструменти, геодезията е преживяла значителна трансформация, което е довело до по-точни и ефективни методи и работи при заснемането на различни обекти [4]. Тази трансформация се осъществява чрез използването на съвременни геодезически инструменти и техники, които се използват във всички аспекти на нашето ежедневие.

Геодезическите методи и работи при заснемането на различни обекти със съвременни геодезически инструменти представляват неразделна част от развиващите се технологии и иновации в сферата на геодезията. Тези методи и работи не само ни позволяват да определим точното местоположение на обекти на Земята, но и да се измерят техните размери и форма с изключителна прецизност. Също така, те намират широко приложение в различни области, като строителство, инженерни изследвания, картография, селското стопанство, екология и много други.

В доклада се разгледат различни аспекти на геодезическите методи и работи при заснемането на обекти със съвременни геодезически инструменти. Анализират се различни типове инструменти, като глобални навигационни системи (ГНСС), тотални станции и тяхното приложение при получаване на точни геодезически данни. Изследвани са различни методите за обработка и анализ на тези данни, както и техните приложения.

1. Геодезическа снимка на мемориален комплекс - параклис.

В района на НВУ „В. Левски" за заснемане на мемориален комплекс се използва геодезическа техника както следва: (ГНСС) Hi-target iRTK 5 и тотална станция Hi-target HTS-420R. Първа стъпка е създаване на работна геодезическа основа (РГО). Създадена с помощта на ГНСС приемник (Hi-target iRTK 5) на който е създаден проект в координатна система БГС2005. За стабилизиране на точките от РГО се използваха геодезически болтове на характерни места от земната повърхност (бордюри и др.). Точките РГО са измерени в режим iRTK (прецизно позициониране в реално време) с функция „прецизни точки"(таблица1). Тъй като височините на точките са геодезически(елипсоидни) с помощта на софтуера BGS-trans са трансформирани в Балтийска височинна система (таблица 2.).

Таблица 1. Координати на точките от РГО в БГС 2005 - кадастрална и геодезическа височина

№	N	E	H
mp55	4772029.352	508422.7828	338.7322
mp64	4772011.713	508363.4671	333.7884
mp1	4772058.548	508612.6706	343.7214
mp2	4772049.238	508640.258	342.7744
mp3	4772031.806	508614.5926	342.1255

Таблица 2. Координати на точките от РГО в БГС 2005- кадастрална и нормална Балтийска височинна система

№	N	E	H
mp55	4772029.352	508422.783	297.695
mp64	4772011.713	508363.467	292.751
mp1	4772058.548	508612.671	302.689
mp2	4772049.238	508640.258	301.742
mp3	4772031.806	508614.593	301.093

След поставене центриране, хоризонтиране и ориентиране на тоталната станция се пристъпи към реализиране на геодезическа снимка на обекта. Чрез топографска снимка по полярен метод бяха заснети точки по чупките на сгради, съществуващата инфраструктура и релефа. Особено внимание е отделено на архитектурните елементи подчертаващи характера на обекта - параклис. Като резултатите от измерванията са обработени със софтуерния продукт TPLAN, при което са получени координатите X, Y и H на подробните точки. След това подроблите точки се въвеждат в софтуерния продукт MKAD. След свързване на точките от контурите се очертава сградата и отделните елементи от нея. Контролът на резултатите се осъществява чрез ставняване на разстояни от цифровия модел и разстояни измерени на местността с рулетка.

Съгласно чл.18 ал.3 от [7] под "грешка в разстоянието между две подробни точки" се разбира величината:

$$\Delta S = S - So, \quad (1)$$

където:

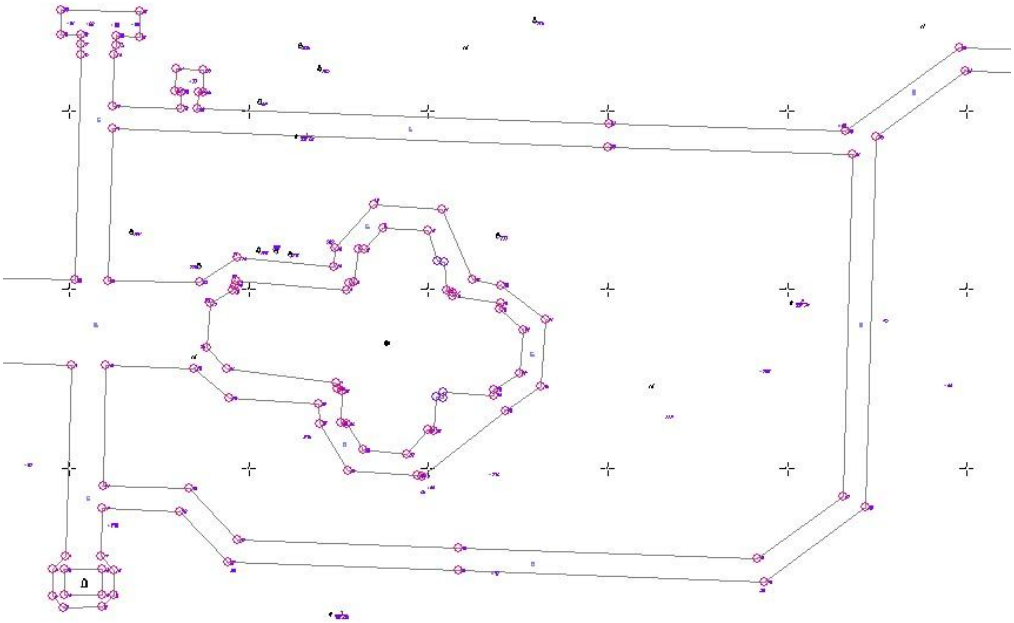
So е разстоянието между две произволно избрани подробни точки в един или съседни обекти (поземлени имоти, сгради или съоръжения на техническата инфраструктура) от плана или картата;

S - разстоянието при контролно измерване на място между идентичните подробни точки.

Допустимите стойности на ΔS и ΔS за урбанизирани територии са:

за точки от трайно материализирани граници на поземлени имоти, сгради от основното застрояване и на съоръжения на техническата инфраструктура ΔS <= 30 cm и ΔS <= 20 cm.

От измерените 10 бр. контролни разстояния всички разлики са под допустимите стойности указани по-горе [6].



Фиг. 1. Геодезическа снимка на мемориален комплекс- параклис

2. Геодезическа снимка на терени за паркинг и фотоволтайци

Заснемането на терена за паркинг чрез топографска снимка с тотална станция е необходимо за инвестиционното проектиране и създаването на вертикалната планировка на обекта. Аналогично на горния обект първоначално се създава работна геодезическа основа (РГО) по същата методика, като координатите на опорните точки са представени в (таблица №3). Височините на точките са трансформирани от геодезически към Балтийска височинна система (таблица №4)

Таблица 3. Координати на точките от РГО в БГС 2005 кадастрална и геодезическа височина

mp70	4771894.977	508733.1309	320.8118
mp71	4771922.812	508654.9045	326.5602
mp102	4771899.736	508458.1810	321.6609
mp72	4771948.752	508557.9594	329.1182
mp4	4771955.472	508672.4352	330.6023
mp5	4771940.251	508435.7527	328.7914

Таблица 4. Координати на точките от РГО в БГС 2005- кадастрална и нормална Балтийска височинна система

mp70	4771894.977	508733.1309	279.780
mp71	4771922.812	508654.9045	285.528
mp102	4771899.736	508458.181	280.620
mp72	4771948.752	508557.9594	288.086
mp4	4771955.472	508672.4352	289.570
mp5	4771940.251	508435.7527	287.754

От точките на РГО са заснети подробните точки от обекта, като особено внимание е обърнато на съществуващите сгради и съоражения и инженерната инфра фтруктура. Снимката на обектите е извършена с тотална станция Hi-target HTS-420R.

Резултатите от измерванията са обработени в софтуерния продукт TPLAN, при което са получени на координатите на подробните точки (X, Y и H). С помощта на програмен продукт MKAD е създаден цифров модел на обектите. Контролните измервания са в рамките на допустимите стойности.

Фиг. 2. Геодезическа снимка на терен за паркинг

Фиг. 3. Геодезическа снимка на терен за паркинг

Заключение

Следва да се направят няколко изводи:

1. Геодезическите снимки и геодезическите методи при заснемането на различни обекти със съвременни геодезически инструменти дават много добри резултати, които по точност и надеждност могат да послужат за целите на инвестиционното проектиране и благоустройството на районите

2. Данните получени от тези измервания дават възможност да се създават цифрови модели в двумерното и тримерното пространство за целите на проектирането и визуализацията [2];

3. Съвременните геодезически инструменти като ГНСС, тотални станции, лазерни скенери и други, са технологични чудеса, които са допринесли за промяня на начина, по който се определят геоданните, първичната им обработка и въвеждането им в геоинформационните системи.

4. Използването на геодезически методи и инструменти е от съществено значение във множество области, като строителство, инфраструктура, география, картография, селско стопанство, геология, архитектура и дори в управлението на кризи, бедствия, аварии и катастрофи и осигуряват националната сигурност [1]. Тези технологии играят ключова роля в развитието на съвременните градове и индустрии, както и в научните изследвания, свързани с изменението на климата и опазването на околната среда [3],[8,9].

5. С развитието на технологиите и науката, геодезията продължава да бъде ключов фактор за напредъка на човечеството в бъдеще.

Литература

1. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
2. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
3. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902.
4. Андреева П. Геоинформационни технологии –монография. 180 с. НВУ „В. Левски“ Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4.
5. Беджева М., Т. Игнатова, Analysis of the accuracy of geodesical maps prepared by the means of UAVs, Proceedings of university of Ruse – 2019, volume 58 (на български), ISSN 2603-4123 (on-line).
6. Иванова Ил. Създаване и поддържане на кадастралната карта и кадастралните регистри. Сп. “Геодезия, картография, земеустройство”, кн. 5-6. София.2003.
7. Наредба №РД 02-20-5 за съдържанието създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри ДВ. бр.4 от 2017 г.
8. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.
9. Bedzheva, M. Methodology for building a single photogrammetric model, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, 28-30.09.2022, Shumen, pp. 566-571, ISSN 2367-7902.

NEW TRENDS IN ENGLISH LANGUAGE EDUCATION OF CADETS AND STUDENTS FROM "GEODESY "SPECIALTY AT VASIL LEVSKY NATIONAL MILITARY UNIVERSITY

Gergana Dimova

Department of Foreign Language Training - Shumen / NMU "Vasil Levsky"
geriandimova@gmail.com

Abstract *The actuality of the report is related to the shared difficulties of cadets, students and their lecturers in handling modern geodetic equipment in English; in the translation of authentic scientific geodetic texts, in the discovery of the equivalent of terms and specific phrases in English. For this reason, it is necessary for the educational institution to provide training in specialized, the so-called tactical English language, which will support the training and future professional development of cadets and students majoring in Geodesy. The success of the training largely depends on the methodological work of the English teacher, on the use of various modern methods to solve specific educational needs.*

Keywords: *Geodesy, measurements, program, module*

ТЕНДЕНЦИИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО АНГЛИЙСКИ ЕЗИК НА КУРСАНТИ И СТУДЕНТИ ОТ СПЕЦИАЛНОСТ „ГЕОДЕЗИЯ" КЪМ НВУ „ВАСИЛ ЛЕВСКИ"

Гергана Димова

Въведение

Обучението по английски език в съвременното общество е неразделна съставна част от професионалната подготовка на специалисти. Тяхното професионално кариерно развитие и международни контакти до голяма степен зависят от качеството на тяхната езикова подготовка.

Във Факултет Артилерия, ПВО и КИС към НВУ „В. Левски" курсантите изучават английски език според Стратегията за Обучение по Английски език и съответните учебни планове.(Табл.1) През 2023г. Програмата по учебна дисциплина английски език,включена в учебните планове на курсантите и студентите от всички специалности в редовна и задочна форма на обучение по учебни планове 1-XX-22, Образователно-квалификационна степен: "бакалавър", обучаващи се в Департамент „Чуждоезиково обучение" е обновена и в нея са включени часове по Тактически английски език (Табл. 2.) за някои специалности, но липсва такава програма за специалност „Геодезия".

В доклада се представя методически обоснован модел на програма за обучение по тактически английски за специалност „Геодезия".

1. Общо върху обучението на курсантите по английски език

Учебната дисциплина “Английски език” (Чужд език) е от единен учебен план за обучение на курсанти в образователно-квалификационна степен “бакалавър” по всички специалности – редовна и задочна форма на обучение в НВУ “Васил Левски”.

Учебната дисциплина е от задължителните дисциплини за специалностите и се изучава в рамките на петгодишното обучение в НВУ според Стратегията за Обучение по Английски език и съответните учебни планове. Извадка от учебните планове е показана в Табл. 1.

Таблица № 1. Извадка от учебни планове

Пор. № в уч. план	Наименование на учебната дисциплина и № на уч. план (планове)	Семестър	Часове	Лек.	Упр.	Извън-аудит. заетост (ИАЗ)	Кредити	Курсов проект	форма на контрол
	Английски език (Чужд език) АЕ - № 38-47 / 1-111-22 АЕ - № 44-53 / 1-131-22 АЕ - № 49-58 / 1-140-22 АЕ - № 40-49 / 1-112-22 АЕ - № 41-50 / 1-115-22 АЕ - № 46-55 / 1-201-22 АЕ - № 47-56 / 1-202-22 АЕ - № 45-54 / 1-212-22 АЕ - № 45-54 / 1-211-22 АЕ - № 38-47 / 5-111-22 АЕ - № 38-47 / 5-112-22 АЕ - № 41-50 / 5-115-22 АЕ - № 47-56 / 5-202-22 АЕ - № 49-58 / 5-140-22 АЕ - № 46-55 / 5-201-22 АЕ - № 45-54 / 5-211-22 АЕ - № 45-54 / 5-212-22	**от 1 до10**	**750**	0	**750**	**805**	**60**	не	ТО и И
	АЕ - № 38-45 / 5-001-22 АЕ - № 39-46 / 5-004-22 АЕ - № 40-47 / 5-002-22 АЕ - № 44-51 / 5-006-22 АЕ - № 49-56 / 5-005-22 АЕ - № 41-48 / 5-003-22 АЕ - № 46-53 / 5-007-22 АЕ - № 46-53 / 5-009-22 АЕ - № 46-55 / 5-008-22 АЕ - № 35-42 / 5-131-22	**от1 до 8**	**630**	0	**630**	**630**	**60**	не	И

Програмата е структурирана в 7 модула, както следва:

1. Модул 1 - Начинаещи I - 110 часа
2. Модул 2 - Начинаещи II – 110 часа
3. Модул 3 - Средно напреднали – I – 420 часа
4. Модул 4 - Средно напреднали – II – 110 часа
5. Модул 5 – Напреднали – 110 часа
6. Модул 6 – Специализиран английски – 240 часа
7. Модул 7 – Тактически английски – 60 часа

Програмата включва 1160 часа. Различните групи курсанти могат да започнат обучението си по дисциплината от различен модул в зависимост от резултатите, показани на входния ALCPT, както следва:

Таблица № 2. Модули за обучение според теста ALCPT

Резултат от ALCPT	От	До /вкл./	Брой часове
До 39 точки	Модул 1	Модул 4/4.1 и 4.2/ + Модул 7	750
40-59 точки	Модул 2	Модул 5/5.1 и 5.2/ + Модул 7	750
60 точки и повече	Модул 3 /3.1 или 3.5 или 3.9/	Модул 5 или 6 + Модул 7	750

Всяка една от групите преминава предвидения в учебния план хорариум от 750 часа, като най-високият начален модул е Модул 3 след това се преминава към обичение по Модул 7 – Тактически английски език. Тези модули са разработени според специалностите изучавани във Факултет Артилерия, ПВО и КИС.

Обучението се провежда по системата American Language Course (ALC), и допълнителни материали. Основен метод за даване на нови знания са упражненията. Те се водят от преподавател в групи и се осигуряват с учебни пособия, аудио и видео материали, мултимедийни продукти за езиково обучение.

В края на обучението по дисциплината курсантите трябва да постигнат резултат по стандарта на НАТО STANAG 6001 (2-2-2-2).

Целта и задачите на учебната дисциплина "Английски език" (Чужд език) са обучаемите да придобият умения за използване на английския език в различни области на обществения живот и тяхната професионална сфера.

Система за оценяване знанията на обучаемите е следната:

В хода на обучението курсантите в редовна форма полагат семестриален изпит в края на 4 и 8 семестър, и получават текуща оценка в края на всички останали семестри – 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, а курсантите в задочна форма полагат изпит в края на всеки един семестър.

Резултатите от обучението по дисциплината се определят от оценките от текущия контрол /ТК/, включващ тестовете по ALC - /Book Quizzes/ и оценките от писмените /ПИ/ и устните /УИ/ семестриални изпити, провеждани в съответствие с учебния план на военно-образователната институция.

Крайната комплексна оценка се формира от три компонента:

= Усреднен успех от текущия контрол / ТК/ както следва:

= Оценка от финалния писмен изпит /ПИ/

= Оценките от устните изпитвания /УИ/ са две:

а/ Средната оценка от текущите устни изпитвания и

б/ Оценката от финалния устен изпит

Относителна тежест на компонентите в проценти:

- Текущ контрол /Book Quiz/ – 30%
- Писмен изпит – 30%
- Устни текущи изпитвания - 20%.
- Устен финален изпит – 20%.

Оценките се поставят по шестобалната система само с цели числа. Най-ниската положителна оценка е Среден 3,00.

Семестриалните оценки и крайната оценка се отразяват в протоколите за съответния семестър и се нанасят в курсантските книжки и главните книги.

2. Някои особености на обучението по тактически английски език

Обучението по тактически английски език се провежда съгласно утвърдена учебна програма включваща 8 теми както следва:

Тема 1: Начална военна подготовка

Тема 2: Военни операции

Тема 3: Въоръжение и бойни припаси
Тема 4: Артилерия и артилерийско разузнаване
Тема 5: Радиолокация и радиокомуникации
Тема 6: Противовъздушна отбрана
Тема 7: Компютърни системи и киберсигурност
Тема 8: Командване, контрол и осигуряване

Както се наблюдава застъпени са теми по повечето специалности по които се обучават курсантите във Факултет „Артилерия, ПВО и КИС", но липсват теми по специалността „Геодезия".

Специалността е възстановена през 2019 г и акредитирана през 2021 г. Военната специалност е „Артилерийско инструментално разузнаване" с ОКС „бакалавър", а гражданската специалност е „Геодезия" от регулираната професия „Инженер в геодезията, картографията и кадастъра" професионално направление 5.7. Архитектура, строителство и геодезия ОКС „магистър".

Разработена е програма, която би могла да бъде включена към настоящата и да повиши уменията и знанията на курсантите и студентите обучаващи се в специалност „Геодезия".

Програмата и обучението по специализиран/тактически английски език е предназначена за специалисти геодезисти за нуждите на Българската армия (БА) и е разработена на базата на конкретните нужди на институцията и потребностите на обучаемите, като се следват методиката и принципите на чуждоезиковото обучение, както и технологията за развиване на тези знания.

Структурата на учебната програма (виж. Табл. 3) се базира на целта на обучението, а именно развиване на умения за боравене с геодезически термини, и изучаване на текстове с геодезическа терминология, както и способност за превод на български език с последващо използване на получената информация за речева практика; овладяване на чуждоезикови комуникативни и речеви умения - компетентност, която позволява на бъдещия специалист да осъществи професионална комуникация; формиране на активен речник, който включва най-често срещаните английски термини и изрази по темата „Геодезия".

Таблица № 3. Тема 9 Геодезия

№ по-ред	Вид на заня-тието	Поредност и наименование на занятие-то	Бр. часове	ИАЗ	Материално осигуряване	Място
1	упр.	**Занятие 1.** История на Геодезията	2	2	ENGLISH IN ARCHITECTURE CIVIL ENGINEERING AND GEODESY Допълнителни материали	клас/ ез. кабинет
2	упр.	**Занятие 2.** Геодезия и кадастър. Геодезически измервания	2	2		клас/ ез. кабинет
3	упр.	**Занятие 3.** Геоинформационни системи и Спътникови навигационни системи. Картография	2	2		- // -
4	упр.	**Занятие 4.** Фотограметрия и дистанционни методи	2	2	- // - - // - - // -	- // -
		Занятие 4. Преговор и тест	1	1		
5	**Общо часове за тема 8**		9	9		

В програмата са заложени учебници, помагала и речници на български и чуждестранни автори, работи се върху помагало тясно свързано с конкретната програма и обучение по тактически английски език за специалност Геодезия към факултет А, ПВО и КИС. Методите за разработване на помагалото са тема на друг доклад.

Заключение

В резултат на въвеждането и работата по програмата за тактически английски език за специалност Геодезия курсантите и студентите ще да могат да:

- общуват (устно и писмено) на английски език използвайки професионална лексика;
- превеждат (с речник) научни статии и професионални текстове;
- извършват проучване, проверка и настройка на геодезически инструменти и системи на английски език
- извършват теренна и офисна геодезическа работа по създаването, развитието и реконструкцията на отделни елементи на геодезически, нивелачни мрежи и мрежи със специално предназначение на английски език.
- използват съвременни технологии за определяне на местоположението на точки от геодезически мрежи въз основа на сателитна навигация, както и методи за електронни измервания на елементи от геодезически мрежи на английски език;
- извършват първична математическа обработка на резултатите от полеви геодезически измервания с помощта на съвременни компютърни програми на английски език, анализира и отстранява причините за дефекти и груби грешки в измерванията;
- извършват независим мониторинг на резултатите от полеви и офисни геодезични работи в съответствие с изискванията на действащите нормативни документи на английски език;
- използват съвременни технологии за получаване на теренна топографска и геодезическа информация за картографиране на територията на страната и актуализиране на съществуващия картографски фонд, включително геоинформационни и аерокосмически технологии на английски език;
- извършват теренна и деловодна работа по топографски заснемания на местността, актуализиране и създаване на оригинални топографски планове и карти в графичен и цифров вид на английски език;
- използват компютърни и сателитни технологии за автоматизиране на полеви измервания и създаване на оригинални топографски планове, овладяване на иновативни методи за топографска работа на английски език;
- събират, систематизират и анализират топографска и геодезическа информация за разработване на проекти за проучване на английски език.
- спазват изискванията на техническите регламенти и инструкции за извършване на топографски заснемания и служебно изготвяне на оригинални топографски планове на английски език.
-Развиват дейностите и да организират работата по създаването на геодезически, нивелационни и специални мрежи, топографски проучвания, геодезическа подкрепа за изграждането и експлоатацията на сгради и инженерни съоръжения, топографска и геодезическа подкрепа за кадастъра на териториите на английски език.
- разбират и спазват правилата за безопасност при извършване на работа, изискванията на техническите регламенти и инструкции на английски език.
- вземат самостоятелни решения за сформиране на екипи от изпълнители и организиране на работата им в мултикултурна, англоговоряща среда.

Литература:

1. Bennet, Milton J, ed. Basic Concepts of Intercultural Communication. Selected Readings. Yarmouth, Maine: Intercultural Press, Inc., 1998. Print.
2. Crossey, Mark “Improving Linguistic Interoperability” NATO Review n.p., 2005. Web. 7 Jan. 2013.
3. Febbraro, Angela R., and Brian McKee, and Sharon L. Riedel, ed. “Multinational Military Operations and Intercultural Factors” cso.nato.int NATO Science and Technology Organisation n.p, November 2008. Web. 15 Dec. 2012.
4. Gudykunst, William B, ed. Cross-cultural and intercultural communication. Thousand Oaks, California: SAGE Publications inc., 2003. Print.
5. Hall, Edward T., and Mildred Reed Hall Understanding Cultural Differences. Yarmouth, Maine: Intercultural Press, Inc., 1990. Print.
6. Hofstede, G. Culture’s consequences. International differences in work-related values. Newbury Park, CA: SAGE Publications inc. 1980. Print. Culture’s consequences (2nd ed). Thousand Oaks: Sage Publications inc. 2001. PrintCultures and organizations: Software of the mind. New York: McGraw-Hill 1991.Print.
7. Иванов, Иван П. Интеркултурно образование. Аксиос, 1999.
8. Marin, Noemi “Teaching Romanian From a Communication Education Perspective,” Romanian Studies Association of America Newsletter, 17.2, December 2000, 5-9.
9. McDonald, D. P. (2012). A proposed developmental sequence for cross-cultural competence training in the Department of Defense. Report prepared by the Defense Equal Opportunity Management Institute for the Defense Language Office.
10. McFarland, Maxie “Military Cultural Education” Military Review n.p March –April 2005. Web. 12 Dec. 2012.
11. Minkov, M. Cultural Differences in a Globalizing World. Wagon Lane, Bingley: Emerald Group Publishing Ltd. 2011. Print.
12. Schmidt, Patrick L. In Search of Intercultural Understanding. Vienna, Austria: Meridian World Press, 2007. Print.
13. Snider, D.M. “An uninformed debate on military culture.” Orbis, 43 (1999), 11-26. Web 11 Feb. 2013.
14. Soeters, J. L. and Ricardo Recht “Convergence or divergence in the multinational classroom? Experiences from the military.” International Journal of Intercultural Relations 25 (2001) : 423-440. Web 11 Feb. 2013.

TECHNOLOGY AND METHODOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF AN ENGLISH LANGUAGE MANUAL FOR CADETS AND STUDENTS FROM "GEODESY" SPECIALTY AT VASIL LEVSKI NATIONAL MILITARY UNIVERSITY

Gergana Dimova

Department of Foreign Language Training - Shumen / NMU "Vasil Levsky"
geriandimova@gmail.com

Abstract**:** *The article describes the algorithm for writing a manual in professionally-oriented English for cadets and students from "Geodesy" specialty in the Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems at National Military University "V. Levsky". The actuality of the article is related to the new English Language Curriculum form 2023 which includes classes in Tactical English.*

Due to the fact, based on the contextual and activity approaches a manual for cadets and students from" Geodesy" specialty will be developed. The aim of the manual will be to broaden their knowledge in professional English for Geodetic purposes, as well as to improve their communication kills in working environment.

Keywords: *Geodesy, English for Geodetic purposes, contextual approach, activity approach, manual*

ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ПРИ РАЗРАБОТВАНЕТО НА ПОСОБИЕ ПО АНГЛИЙСКИ ЕЗИК ЗА КУРСАНТИ И СТУДЕНТИ ОТ СПЕЦИАЛНОСТ "ГЕОДЕЗИЯ" КЪМ НВУ "В. ЛЕВСКИ"

Гергана Димова

Въведение

В доклада се разглежда алгоритъма за написване на пособие по Английски език за курсанти и студенти от специалност „Геодезия" от Факултет Артилерия, ПВО и КИС към НВУ „В.Левски". Актуалността на доклада е свързана с обновяването на Програмата по учебна дисциплина английски език през 2023г., като към нея са включени часове по Тактически английски език.

За тази цел въз основата на контекстуален и дейностен подход ще се разработи помагало предназначено за курсанти и студенти от специалност „Геодезия". Помагалото ще има за цел да задълбочени знания им по английски език с професионална насоченост (геодезически термини, фрази и т.н.) и ще подобри техните комуникативни умения в работна среда.

1. Предпоставки за създаване на Учебно Помагало по Английски език с геодезическа насоченост

Във Факултет „Артилерия, ПВО и КИС" към НВУ „В. Левски" курсантите изучават английски език според Стратегията за Обучение по Английски език и съответните учебни планове. През 2023 г. Програмата по учебна дисциплина „Английски език", включена в учебните планове на курсантите и студентите от всички специалности в редовна и задочна форма на обучение по учебни планове 1-XX-22, Образователно-квалификационна степен: "бакалавър", обучаващи се в Департамент „Чуждоезиково обучение" е обновена и в нея са включени часове по Тактически английски език за някои специалности. Направено е предложение такава програма за обучение да се въведе и за курсантите и студентите от специалност „Геодезия". За тази цел са необходими учебници, помагала и др. материали по специализиран английски език. За тази цел се разработва помагало предназначено за курсанти и студенти от специалността „Геодезия", които се нуждаят от задълбочени знания по английски език с професионална насоченост (геодезически термини, фрази и т.н.)

Целта на това пособие е да задълбочи и разшири речниковия запас, да спомогне за придобиването на умения за правилно разбиране и превод на оригинални текстове на геодезическа тематика както и на научна не адаптирана литература.

Пособието ще бъде структурирано в модули от уроци по различни геодезически теми. ще бъдат застъпени четирите компонента при изучаването на чужд език: четене, писане, слушане и говорене. Към пособието ще има интерактивни задачи и CD.

Текстовете ще бъдат автентични, използвани в учебници по специалност „Геодезия"; статии, публикувани във водещи научни издания. При подбора на текстовете ще бъде взета предвид тяхната познавателна стойност, ще бъдат използвани в граматични лексикални задачи за превод, разговори и презентации.

Пособието ще е подходящо за работа в клас както и за самостоятелна подготовка.

2. Технология на създаване на Учебно Помагало по Английски език с геодезическа насоченост

Учебното пособие представлява допълнение към избраните учебници по Английски език (ALC) ще допълни, разшири и задълбочи информацията изложена в учебника и ще запознае обучаемите с тясно професионална лексика и употребата и в конкретни ситуации.

В учебниците се включват само изпробвани, обработени дидактически материали, докато в съдържанието на учебното пособие може да се включи нова, актуална и тясно специализирана информация. Учебното помагало не трябва да противоречи на учебната дисциплина изложена в учебника и да я дублира. Поради тази причина когато се въвежда нова дисциплина (в нашия случай Английски за геодезисти) преди всичко по нея да се издаде учебно пособие – помагало, да се пилотира курс на обучение по него и чак тогава да се издаде учебник.

a. Предназначение и цел на учебното пособие

В началото на разработването на пособието се определя за кого е предназначено в нашия случай, то ще бъде в помощ на студенти и курсанти обучаващи се по специалност „Геодезия".

Целта на пособието е да задълбочи знанията по предмета; да предложи практически задачи и ситуации за употреба; задачи за самостоятелна работа; подготовка за изпит или приложение в реалния живот.

Като се има предвид основа на поставените цели се подбира подходящ материал.

b. Структура на учебното пособие

Учебното пособие трябва да съдържа следните елементи:

Анотация, съдържание, въведение, основна част, заключение и библиографски списък. Като допълните елементи могат да бъдат включени: илюстрации, речник на термини, списък със съкращения.

- Анотацията ще е презентация на пособието, от която обучаемите веднага ще добият представа за информацията съдържаща се в него и за какво би му послужила и каква е неговата цел.
- Съдържанието ще бъде представено на три нива: раздел, глави и параграфи. Предвидено е по-детайлно съдържание за удобство на потребителя, като на пръв поглед да се запознае и бързо да намери това, което му е нужно.
- Във въведението ще се представи предназначението на пособието, темите, които ще бъдат застъпени и неговата актуалност.
- Основна част на пособието ще се раздели на теоретична и практическа част. Материалът и структурата на основната част ще са съобразени с учебната програма по Тактически Английски език за специалност „Геодезия". Пособието ще бъде написано за студенти и курсанти на достъпен и разбираем език, с разяснение на някои термини и фрази в речника.
- При първо споменаване на абревиатура, тя ще бъде поместена и разяснена в речника.
- Някои от материалите ще бъдат представени чрез диаграми, графики и таблици; други ще бъдат допълнени с рисунки или снимки. Аудио и видео материалите ще са записани на диск.
- Учебното пособие ще бъде компилация от дидактически материали от различни източници- цитирания и собствени. Тези материали под формата на текстове за четене и писане (Reading Comprehension and Writing) и упражнения за слушане и говорене (Listening Comprehension and Speaking) ще помогнат на обучаемите да усвоят терминология свързана с работния език на геодезистите теоретично и чрез примери, в последствие ще стимулира тяхната мисловна дейност в упражнения, в които наученото ще бъде употребено на практика.

Дидактическият материал може да включва:

- Таблици (Пример)
- Задачи за самостоятелна работа(Пример)
- Проучвания и презентации(Пример)
- Тестове(Пример)
- Ролеви игри(Пример)
- Списък на допълнителна литература и източници(Пример)
- Заключение - Ще се обобщи изложената информация, ще се представи идея за изработване/ създаване на интерактивно, достъпно през интернет пособие.
- Библиографски списък – включва основната и допълнителната литература.

3. Заключение

Според нововъведените теми по Тактически английски език в учебната програма следва да се предвидят учебни материали, по които да се проведе обучението. За дисциплината „Геодезия" няма такъв конкретно. Разчита се на речници и разработки обединени с други специалности, които са доста остарели. За това изработването на едно пособие тясно свързано с Геодезията би било едно добро начало, което може да прерасне в написването и на учебник. Помагалото може да бъде превърнато в интерактивно и да бъде достъпно в Интернет.

Литература:

1. Bennet, Milton J, ed. Basic Concepts of Intercultural Communication. Selected Readings. Yarmouth, Maine: Intercultural Press, Inc., 1998. Print.
2. Crossey, Mark "Improving Linguistic Interoperability" NATO Review n.p., 2005. Web. 7 Jan. 2013
3. Febbraro, Angela R., and Brian McKee, and Sharon L. Riedel, ed. "Multinational Military Operations and Intercultural Factors" cso.nato.int NATO Science and Technology Organisation n.p, November 2008. Web. 15 Dec. 2012
4. Gudykunst, William B, ed. Cross-cultural and intercultural communication. Thousand Oaks, California: SAGE Publications inc., 2003. Print.
5. Hall, Edward T., and Mildred Reed Hall Understanding Cultural Differences. Yarmouth, Maine: Intercultural Press, Inc., 1990. Print.
6. Hofstede, G. Culture's consequences. International differences in work-related values. Newbury Park, CA: SAGE Publications inc. 1980. Print

---. Culture's consequences (2nd ed). Thousand Oaks: Sage Publications inc. 2001. Print

---. Cultures and organizations: Software of the mind. New York: McGraw-Hill 1991.Print.

7. Иванов, Иван П. Интеркултурно образование. Аксиос, 1999
8. Marin, Noemi "Teaching Romanian From a Communication Education Perspective," Romanian Studies Association of America Newsletter, 17.2, December 2000, 5-9.
9. McDonald, D. P. (2012). A proposed developmental sequence for cross-cultural competence training in the Department of Defense. Report prepared by the Defense Equal Opportunity Management Institute for the Defense Language Office.
10. McFarland, Maxie "Military Cultural Education" Military Review n.p March –April 2005. Web. 12 Dec. 2012
11. Minkov, M. Cultural Differences in a Globalizing World. Wagon Lane, Bingley: Emerald Group Publishing Ltd. 2011. Print
12. Schmidt, Patrick L. In Search of Intercultural Understanding. Vienna, Austria: Meridian World Press, 2007. Print.
13. Snider, D.M. "An uninformed debate on military culture." Orbis, 43 (1999), 11-26. Web 11 Feb. 2013.
14. Soeters, J. L. and Ricardo Recht "Convergence or divergence in the multinational classroom? Experiences from the military." International Journal of Intercultural Relations 25 (2001) : 423-440. Web 11 Feb. 2013.

GEODETIC METHODS FOR DEFINING THE MAIN DIRECTION FOR SHOOTING AT A RANGE

Dobromir D. Nikolov, Kiril P. Atanasov , Matyo P. Zhelev

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, dodo_nikol@abv.bg, kiril890@abv.bg , matyooozhelev@abv.bg

Abstract: *When determining the main directions of the polygon, information with high accuracy is needed. This information will be used to determine safe firing directions. Modern geodetic methods and tools are used for this purpose.*

Keywords: *Geodezy; Surveying; Geographic data; Total station theodolite; Range*

ГЕОДЕЗИЧЕСКИ МЕТОДИ ЗА ДЕФИНИРАНЕ НА ОСНОВНОТО НАПРАВЛЕНИЕ ЗА СТРЕЛБА НА ПОЛИГОН

Добромир Д. Николов, Кирил П. Атанасов, Матьо П. Желев

Въведение

Една от основните задачи на приложната геодезия в областта на военното дело е ефективното определяне на основното направление за стрелба. Методи за дефиниране на основното направление са класически и нови методи с използване на съвременни инструменти и технологии.

В доклад са представени основните аспекти на геодезическите методи, които се използват за този важен процес. Подготвената информация, дава възможност да се анализират геодезическите методи и да се оцени тяхната ефективност.

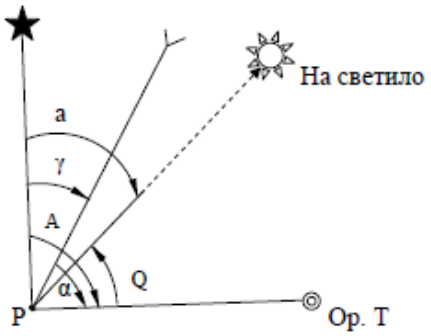
1. Дефиниране на основно направление за стрелба.

В района на полигон за стрелба със стрелково въоражение с цел безопасност и ограничение на стрелбата в границите на полигона е необходимо да се дефинира и заповяда основното направление на стрелбата. За тази цел се използват класически или съвремени методи, технологии и инструменти.

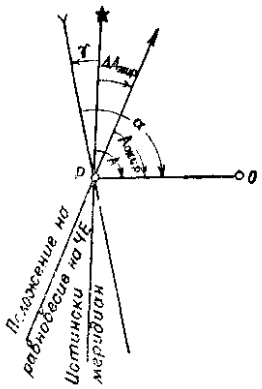
Класическите методи за ориентиране са: астрономическо, жироскопическо, магнотометрично и геодезическо ориентиране (фиг. 1 – 4). Ефективността на тези методи се определя от критерии като: точност, надеждност, време и др.

Най-точен е геодезическия метод, а с по ниска точност – магнитометричният. От гледна точка на надеждността ефективни са геодезическия и жироскопическия методи. Времето за изпълнение на задачата е полза на магнитометричния метод.

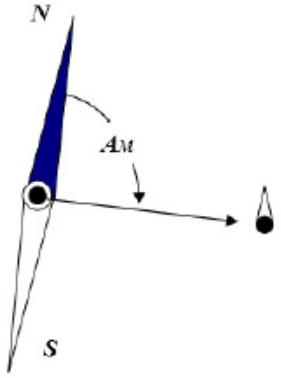
Подбора на един или друг метод зависи от изсканията на потребителите на данни и конкретните условия.



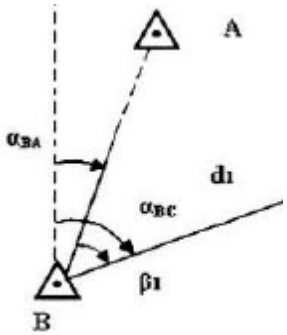
Фиг. 1. Астрономическо ориентиране



Фиг 2. Жироскопическо ориентиране



Фиг. 3. Магнитомерично ориентиране



Фиг. 4. Геодезическо ориентиране

Съвремените методи са изцяло геодезически методи при които се прилага нова технология и инструментариум. През пролетта на 2023 г беше поставена задача за определяне на основното направление на стрелбата на стрелкови полигон в района В. Търново. За целта бе решено да се използват двучестотни ГНСС приемници в RTK режим с висока точност (1-2 см) и тотални станции с ъглова точност ±2сс и линейна точност ±1 mm.

За целта използваните годезически инструменти са: (ГНСС) Hi-target iRTK 5 и тотална станция Hi-target HTS-420R.

На рубежа на стрелковия полигон се определят четири точки: лява граница, среда точка , дясна граница на рубежа и тил(дълбочина) на рубежа. Координатите на укааните точки (Х, У и Н) се определят с помощта на ГНСС приемник (Hi-target iRTK 5) на който е създаден проект в координатна система UTM, елипсоид WGS84 и геодезически датум GRS80. Измерванията са в режим RTK (прецизно позициониране в реално време) с функция прецизни точки. Тъй като непосредственото определянето на височините на точките е спрямо референтния елепсоид (WGS84) то с помощта на софтуера BGS-trans са трансформирани височините в нормална Балтийска височинна система.

От средната точка след станциониране, центриране, хоризонтиране и ориентиране на тоталната станция по двете крайни точки се определят чрез насочване дирекционните (посочните) ъгли към местни обекти, които материализират границите на безопаните направления на дадения рубеж за стрелба. С тотална станция се измерва и определя посочен ъгъл на основното направление на стрелбата за конкретния рубеж. Този метод на работа се прилага и при другите рубежи за стрелба.

С получените данни се подготвят таблици за всеки стрелкови рубеж.

За указаните рубежи съществуват стари данни, които бяха сравнени със съвремениите данни. Констатирани бяха незначителни разлики които вероятно се дължат на неправилно подбрания метод и инструменти за измерване.

Фиг. 5. Определяне на дирекционните направления на стрелкови рубеж

Таблица № 1. Стрелкови рубеж I

No	N(x)	E(y)	Нбал	B	L
1д	4774857.546	382638.982	227.872	43° 07' 02.497»	25° 33' 26.628»
2л	4774810.455	382645.297	221.399	43° 07' 00.975»	25° 33' 26.943»
3ср	4774844.473	382641.777	226.353	43° 07' 02.075»	25° 33' 26.762»
4 т	4774800.459	382876.553	215.674	43° 07' 00.779»	25° 33' 37.181»
Основно направление			274⁰ 07‘ 29.568“		
Лява граница			267⁰ 55‘ 02.640“		
Дясна граница			284⁰ 22‘ 51.960“		

Таблица № 2. Стрелкови рубеж II

No	N(x)	E(y)	Нбал	B	L
1 д	4774667.948	382794.761	227.779	43° 06' 56.440"	25° 33' 33.663"
2 л	4774607.554	382777.181	230.786	43° 06' 54.473"	25° 33' 32.932"
3 ср	4774642.479	382786.664	228.837	43° 06' 55.610"	25° 33' 33.325"
4 т	4774634.403	382848.722	230.083	43° 06' 55.383"	25° 33' 36.076"
Основно направление			279⁰ 31‘ 03.000“		
Лява граница			274⁰ 13’ 41.520“		
Дясна граница			285⁰ 50‘ 08.448“		

Таблица № 3. Стрелкови рубеж III

No	N(x)	E(y)	Нбал	B	L
1д	4774314.218	382703.530	261.731	43° 06' 44.925"	25° 33' 29.897"
2л	4774429.828	382727.745	261.338	43° 06' 48.685"	25° 33' 30.880"
3ср	4774341.522	382707.033	261.535	43° 06' 45.812"	25° 33' 30.031"
4т	4774316.170	382757.630	263.833	43° 06' 45.019"	25° 33' 32.288"
Основно направление			278⁰ 28‘ 02.568“		
Лява граница			267⁰ 43‘ 24.744“		
Дясна граница			289⁰ 12‘ 40.392“		

Таблица № 4. Стрелкови рубеж IV

No	N(x)	E(y)	Нбал	B	L
1 д	4774316.156	382757.633	263.859	43° 06' 45.018"	25° 33' 32.289"
2 л	4774044.973	382719.722	277.954	43° 06' 36.209"	25° 33' 30.818"
3 ср	4774167.845	382743.148	270.928	43° 06' 40.204"	25° 33' 31.761"
4 т	4774145.614	382783.477	274.890	43° 06' 39.506"	25° 33' 33.561"

Основно направление	288⁰ 05‘ 26.592“
Лява граница	278⁰ 46‘ 52.680“
Дясна граница	296⁰ 09‘ 32.544“

Таблица № 5. Стрелкови рубеж V

No	N(x)	E(y)	Нбал	B	L
1д	4774013.761	382680.596	284.517	43° 06' 35.175"	25° 33' 29.111"
2л	4773958.014	382649.600	284.292	43° 06' 33.352"	25° 33' 27.782"
3ср	4773989.205	382667.297	283.948	43° 06' 34.372"	25° 33' 28.541"
4т	4773974.225	382694.936	284.265	43° 06' 33.902"	25° 33' 29.775"
Основно направление		294⁰ 17‘ 14.640“			
Лява граница		283⁰ 17‘ 18.600“			
Дясна граница		300⁰ 20‘ 50.640“			

Таблица № 6. Стрелкови рубеж VI

No	N(x)	E(y)	Нбал	B	L
1 д	4773930.879	382679.464	287.066	43° 06' 32.489"	25° 33' 29.124"
2 л	4773800.680	382603.199	295.977	43° 06' 28.227"	25° 33' 25.850"
3 ср	4773882.735	382652.299	289.377	43° 06' 30.913"	25° 33' 27.959"
Основно направление		297⁰ 17‘ 00.600“			
Лява граница		292⁰ 41‘ 35.952“			
Дясна граница		303⁰ 27‘ 47.736“			

Таблица № 7. Стрелкови рубеж VII

No	N(x)	E(y)	Нбал	B	L
1д	4773762.964	382586.228	303.857	43° 06' 26.995"	25° 33' 25.128"
2л	4773732.544	382564.121	307.207	43° 06' 25.997"	25° 33' 24.173"
3ср	4773756.455	382581.153	304.543	43° 06' 26.781"	25° 33' 24.908"
4т	4773741.475	382589.088	305.506	43° 06' 26.300"	25° 33' 25.271"
Основно направление		305⁰ 45‘ 44.640“			
Лява граница		302⁰ 12‘ 53.856“			
Дясна граница		309⁰ 16‘ 46.560“			

Заключение

В доклада е представена технология на геодезически метод за дефиниране на основното направление за стрелба на стрелкови полигон в който са съчетани възможностите на съвременте ГНСС приемници раборещи в режим RTK и тези на прецизни тотални станции.

Ефективността на технологията е висока, защото получените резултати отговарят на критериите за точност, надеждност и време. Точността в планово отношение е в границите на 1-2 cm, а в направление 2“. Времето за изпълнение на задачата е в рамките на един работен ден при лоши метеорологическиески условия. Надеждността на получените резултати е сравнена с предходни данни и е нанесена в Google Ehert за конкретна визуализация и проверка.

Литература

1. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
2. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
3. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902.
4. Андреева П. Геоинформационни технологии –монография. 180 с. НВУ „В. Левски“ Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4.
5. Беджева М., Т. Игнатова, Analysis of the accuracy of geodesical maps prepared by the means of UAVs, Proceedings of university of Ruse – 2019, volume 58 (на български), ISSN 2603-4123 (on-line).
6. Иванова Ил. Създаване и поддържане на кадастралната карта и кадастралните регистри. Сп. “Геодезия, картография, земеустройство”, кн. 5-6. София.2003.
7. Наредба №РД 02-20-5 за съдържанието създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри ДВ. бр.4 от 2017 г.
8. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.
9. Bedzheva, M. Methodology for building a single photogrammetric model, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, 28-30.09.2022, Shumen, pp. 566-571, ISSN 2367-7902.

GEODETIC WORKS IN THE FILMING OF A CINEMA THEATER IN THE AREA OF "LEVSKI VASIL" SHUMEN

Hristiyan G. Georgiev, Daniel P. Draganov, Viktor M. Dragiev, Hristiana H. Koleva, Marin R. Rusev, Maria L. Tsendova

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, hrisko_02@abv.bg, mrr2002@abv.bg, maimunataebo123@abv.bg, mariacendova@gmail.com, hrisskol2010@gmail.com, draganovdaniel74@gmail.com

Abstract: *When surveying any objects on the earth's surface, we need very accurate information that can later be used to describe the given object and prepare a graphic document, this information can be obtained with modern geodetic methods and instruments.*

Keywords: *Geodesy; Surveying; Geographic data; Total station theodolite; GNSS*

ГЕОДЕЗИЧЕСКИ РАБОТИ ПРИ ЗАСНЕМАНЕТО НА КИНОТЕАТЪР В РАЙОНА НА НВУ "ВАСИЛ ЛЕВСКИ" ШУМЕН

Християн Г. Георгиев, Даниел П. Драганов, Виктор М. Драгиев, Християна Х. Колева, Марин Р. Русев, Мария Л. Цендова

Въведение

Геодезията, като област на науката, представлява неизменна част от инженерните и научните изследвания, насочени към измерването и определянето на формата и размерите на нашата планета, както и към точното местоположение на обекти в пространството. С развитието на съвременните технологии и инструменти, геодезията е претърпяла значителни промени, което е довело до по-прецизни и ефективни методи и техники при измерването на различни обекти. Тази еволюция се осъществява чрез употребата на съвременни геодезически инструменти и техники, които намират приложение във всички аспекти на нашето ежедневие.

Геодезичните методи и работи, използващи съвременни геодезически инструменти, са неотделима част от развиващите се технологии и иновации в областта на геодезията. Тези методи и работи не само позволяват да определи точното местоположение на обекти на Земята, но и да се измери техните размери и форма с висока точност. Освен това, те намират широко приложение в различни сфери, като строителство, инженерни изследвания, картография, селско стопанство, екология и много други.

В настоящия доклад се разгледат различни аспекти на геодезичните методи и работи с използване на съвременни геодезически инструменти. Анализирани са разнообразни видове инст-

рументи, като глобални навигационни системи (ГНСС), тотални станции и тяхното приложение при геодезическите измервания и получаване на точни геоданни. Разгледани са методите за обработка и анализ на тези данни, както и тяхното приложение.

Геодезичните методи и инструменти продължават да се развиват непрекъснато, като постиженията им имат огромен потенциал за подобрение на различни аспекти на нашия живот и работа.

1. Геодезически работи при заснимането на реконструкцията на кинотеатър

В на кинотеатъра на Факултет „А, ПВО и КИС" Шумен за геодезическо заснемане на съществуващата инфраструктура и прилежащите площи са подбрани следните геодезически инструменти: ГНСС приемници Hi-target iRTK 5 и тотални станции HTS-420R.

Геодезическите работи стартират с проучване на района и създаване на работна геодезическа основа (РГО) [6]. Избрани са четири работни точки в четирите края на обекта, които са стабилизирани с метални болтове. Избран е метод на заснимане и определяне на координатите на работните точки с ГНСС приемници в режим RTK и мрежа „ГЕОВАРА". С ГНСС приемник Hi-target iRTK 5 се създаден проект в координатна система БГС2005 - кадастрална. Точките са измерени в режим RTK (прецизно позициониране в реално време) с функция прецизни точки (Таблица1). Тъй като височините на точките са геодезически с помощта на софтуера BGS-trans са трансформирани в Балтийска височинна система (Таблица 2).

Таблица № 1. Координати на РГО в БГС2005 и елипсоидни височини

№	N	E	H
110001	4793650.729	616111.134	226.355
110002	4793622.539	616122.277	227.289
110003	4793647.940	616180.626	224.357
110004	4793674.800	616161.215	223.746

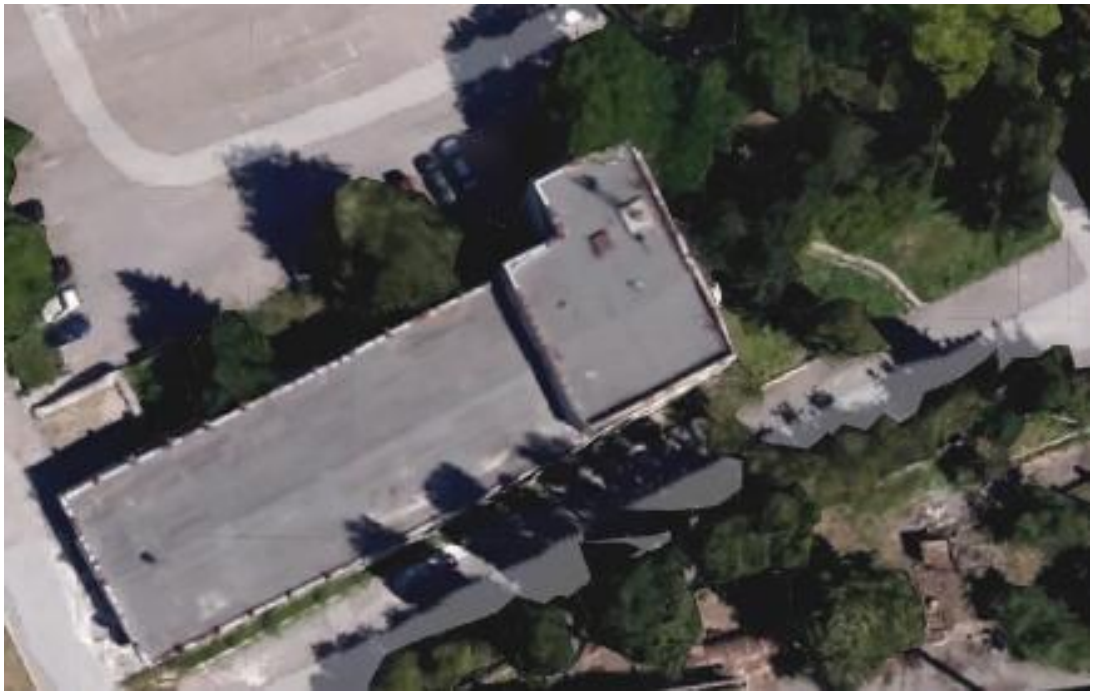
Таблица № 2. Координати на РГО в БГС2005 и височини в балтийска височинна система

№	N	E	H
mp55	4793650.729	616111.134	191.901
mp64	4793622.539	616122.277	192.836
mp1	4793647.940	616180.626	189.907
mp2	4793674.800	616161.215	189.294

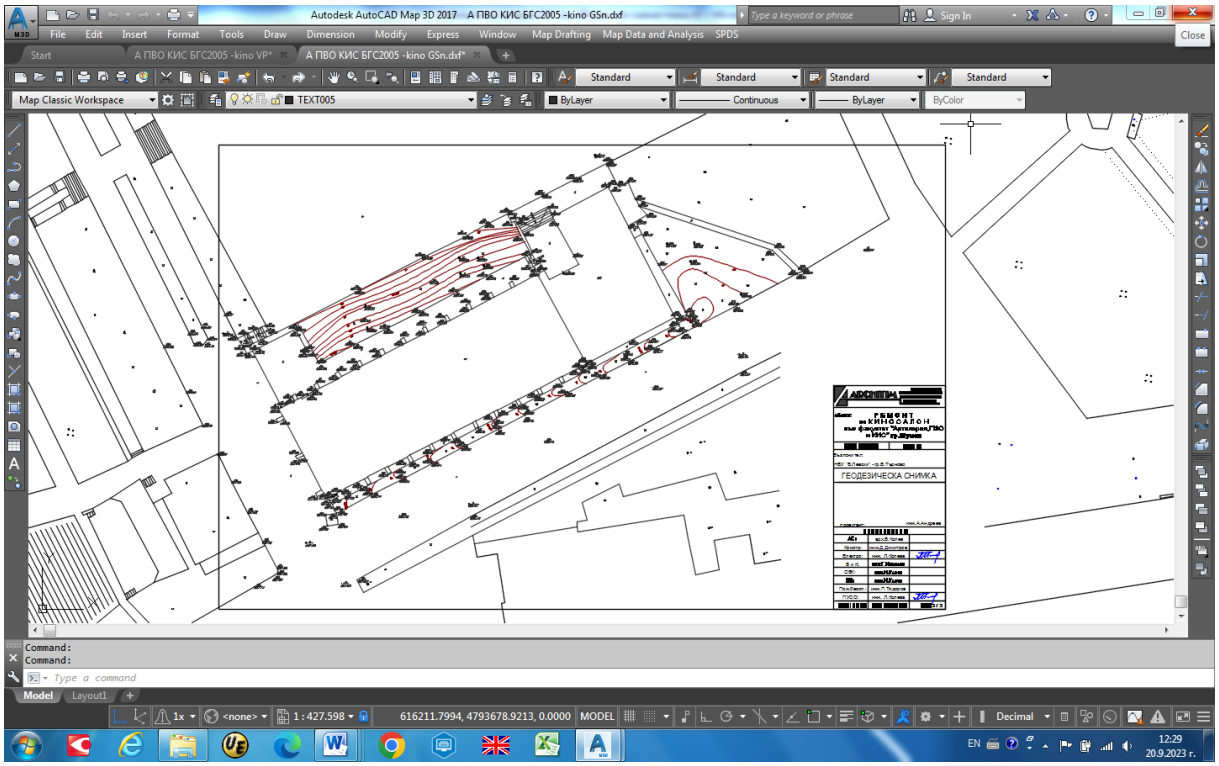
След поставяне центриране, хоризонтиране и ориентиране на тоталната станция на точките от РГО започна топографска снимка по полярен метод. Обект на снимката бяха подробни точки на характерни места от обекта. Заснети бяха контурите на сградата и заобикалящите я обекти (шахти, колони, стълбища, бордюри, дървета и др.). Заснети бяха повече от 250 работни точки.

Получените резултатите от измерванията са обработени със софтуерния продукт TPLAN, при което са получени координатите на подробните точки (X, Y и Z). След това точките се подготвят в файл с разширение kpt. и се въвеждат в софтуерния продукт MKAD, като работни точки. В среда MKAD се извършва свързване с подходящи линии на точките за получаване контурите на обектите от местността (фиг. 2).

За контрол на получения модел от геодезическото заснимане се извършват контролни измервания на 10 разстояния от модела и местността. Разликата между двете измервания е в границите на допустимата грешка съгласно [7].



Фиг. 1. Изображение на обекта от Google Maps



Фиг. 2. Изображение на точките от геодезическата снимка в MKAD

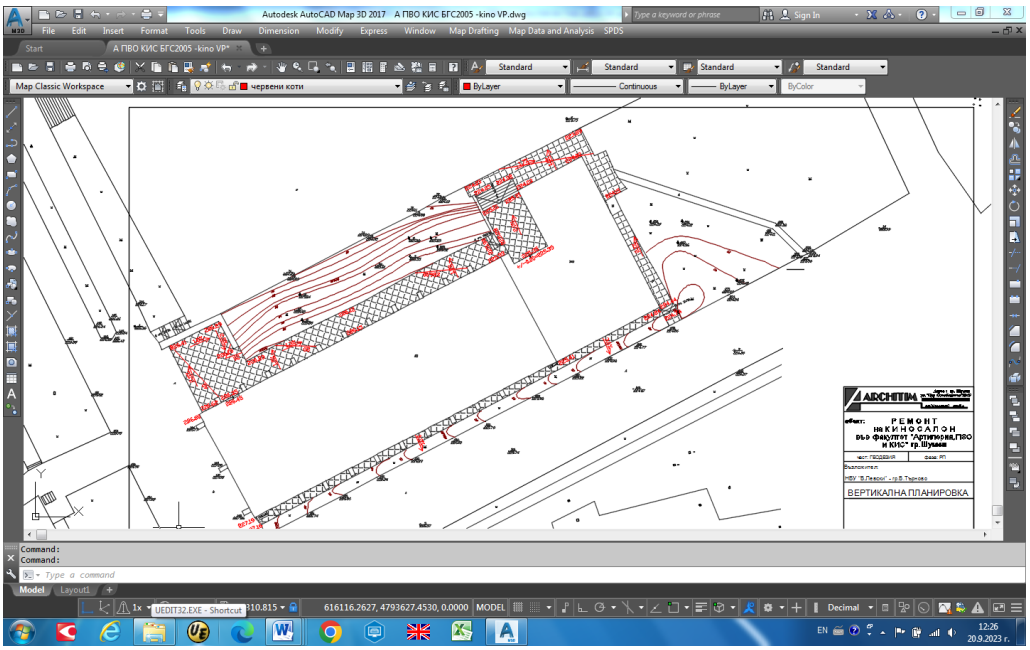
Полученият цифров модел се използва за целите на инвестиционното проектиране на обекта.В тази насока се създаде вертикална планировка и трасировъчен план.

Проектът за вертикална планировка е разработен по метода на червените хоризонтали. На базата на съществуващите нива на прилежащата улица и съществуващата кота +/- 0.00=225.35 на киносалона е решен моделът на вертикалното планиране. Моделирането на терена запазва

характера на съществуващия релеф и благоустрояване. На всички характерни места от благоустрояване са вписани проектните коти.

На всички алеи и площадки е указан надлъжният и напречен наклон. Водооттичането на повърхностните води върху територията се осъществява по гравитачен път.

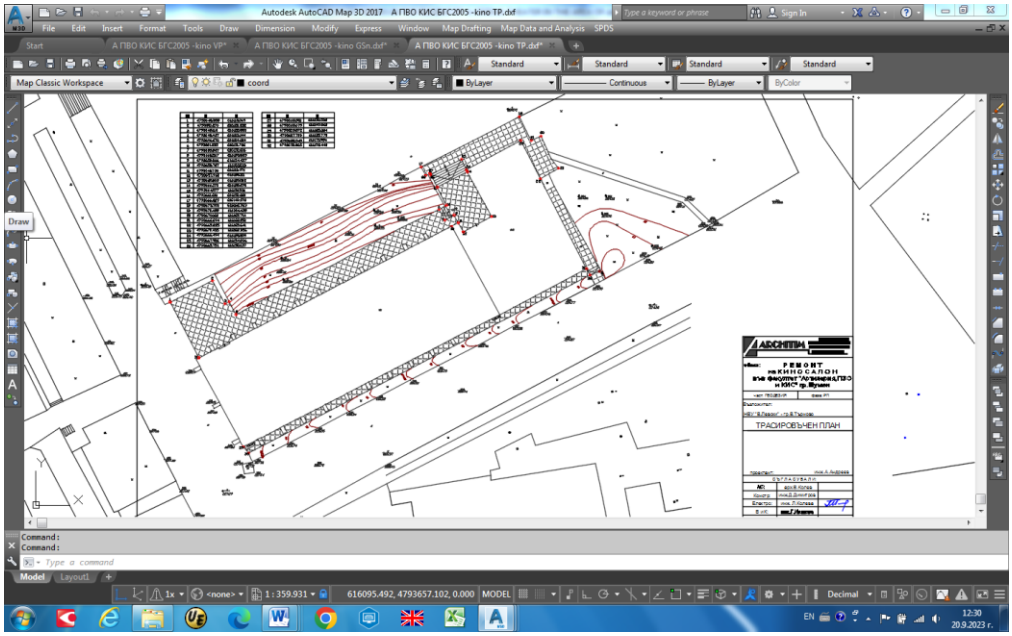
В резултат на вертикалната планировка са представени 1бр. чертежи, формат А2 – Вертикална планировка в мащаб М 1:150.



Фиг. 3. Вертикална планировка на обекта

За трасиране на елементите от благоустрояването са определени координатите на точките по ъглите на обекта в трасировъчен план.

В резултат на трасировъчният план са представени 1бр. чертежи, формат А2 в мащаб М 1:150. В таблица са указани координатите на точките (фиг.4.).



Фиг. 4. Трасировъчен план на обекта

Заключение

В заключение, следва да се подчертае, че геодезическите методи, използващи съвременни геодезически инструменти, са интегрална част от съвременната технологична инфраструктура и научни изследвания. Тези съвременни методи дават възможността да измерваме и анализираме пространствени данни с изключителна точност и прецизност, като това има приложение в разнообразни области на проектирането, строителството и контрола [2].

Съвременните геодезически инструменти, като ГНСС системи, тотални станции, лазерни скенери и други, представляват технологични постижения, които са променили начина, по който се измерват, обработват, анализират и прилагат резултатите под формата на геоданни съхранени в бази от данни (БД) [3,4] [8]. Те не само дефинират местоположението на обекти, но и определят техните форми, размери и движения с ниво на точност, което преди е било невъзможно. Използването на геодезически методи и инструменти е от съществено значение в множество области, включително строителство, инфраструктура, география, картография, селско стопанство, геология, архитектура и дори в управлението на бедствия, аварии и катастрофи [5],[9]. Геоданните получени в екстремни ситуации подпомагат националната сигурност [1]. Тези методи и технологии играят ключова роля в развитието на съвременните градове и индустрии, както и в научните изследвания, свързани с изменението на климата и опазването на околната среда.

Литература

1. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски" Сборник трудове – Шумен.
2. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски" Сборник трудове – Шумен.
3. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902.
4. Андреева П. Геоинформационни технологии –монография. 180 с. НВУ „В. Левски" Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4.
5. Беджева М., Т. Игнатова, Analysis of the accuracy of geodesical maps prepared by the means of UAVs, Proceedings of university of Ruse – 2019, volume 58 (на български), ISSN 2603-4123 (on-line).
6. Иванова Ил. Създаване и поддържане на кадастралната карта и кадастралните регистри. Сп. "Геодезия, картография, земеустройство", кн. 5-6. София.2003.
7. Наредба №РД 02-20-5 за съдържанието създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри ДВ. бр.4 от 2017 г.
8. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.
9. Bedzheva, M. Methodology for building a single photogrammetric model, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, 28-30.09.2022, Shumen, pp. 566-571, ISSN 2367-7902.

ORGANIZATION AND IMPLEMENTATION DURING THE EDUCATIONAL PHOTOGRAMMETRY PRACTICE IN MILITARY FORMATION – TROYAN

Venelin S. Kozhuharov, Plamena S. Ivanova, Petar I. Haralanov

Department Artillery and Geodesy, Air Defense and Communication and Information Systems faculty - Shumen / NMU "Vasil Levsky" klasno019@abv.bg

Abstract: *In this project, we will be involved in tasks such as determining the elements of interior orientation for an aerial photograph, solving aerial triangulation to establish key photograph elements. We will demonstrate creating orthophoto mosaic. In order to enhance geospatial data accuracy and usability, we will perform terrain editing with "Automatic terrain editing" function of ERDAS Imagine. Update topographic maps. Measure the heights of high objects for the needs of aero navigation.*

Keywords: *elements of interior orientation, aerial triangulation, orthophoto mosaic*

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕЖДАНЕ ПО ВРЕМЕ НА УЧЕБНАТА ПРАКТИКА ПО ФОТОГРАМЕТРИЯ ВЪВ ВОЕННО ФОРМИРОВАНИЕ – ГР. ТРОЯН

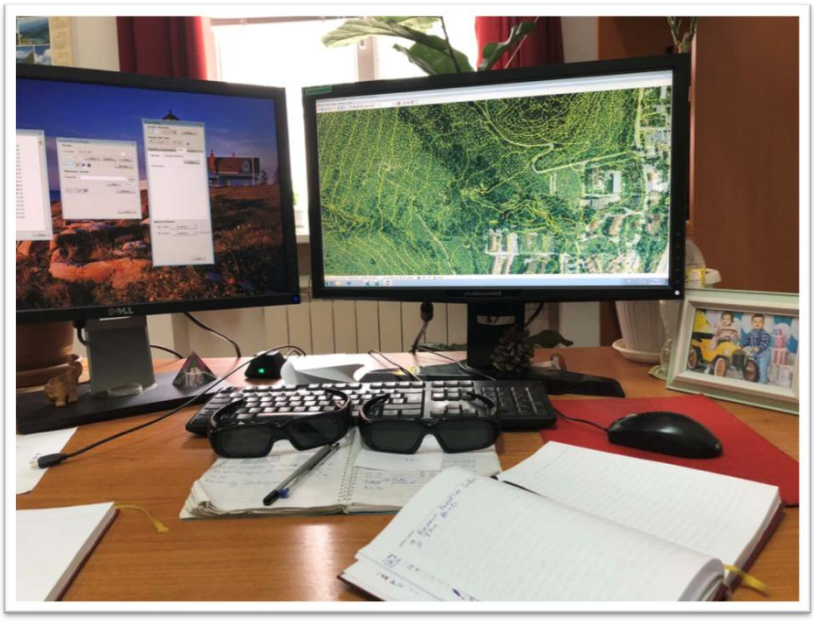
Венелин С. Кожухаров, Пламена С. Иванова, Петър И. Хараланов

Въведение

През периода от 29.05 до 02.06.2023г. се проведе учебна практика по „Фотограметрия" във Военногеографски център гр. Троян През време на учебната практика обучаемите се запознаха по-подробно с практическото решаване на задачи по цифрова фотограметрична обработка в среда на програмния продукт ERDAS Imagine – LPS като:

- Решаване на блокова триангулация
- Изработване на ортофотомозайка
- Създаване на цифров модел на релефа
- Обновяване на топографска карта
- Дешифриране на обекти и класификация (измерване на високи обекти) и др.

За съставяне на топографски планове и карти, за проектиране, изследване на деформациите, динамично протичащи явления и космически наблюдения се прилага фотограметрична обработка на аерофотоснимки. Създават се фотограметрични станции (Фиг.1.) за такива цели. Станцията е съставена от главен компютър с нужните програмни продукти, обикновен и стерео монитор, стерео очила, курсор, клавиатура.



Фиг. 1. Фотограметрична станция

1. Определяне на елементи на вътрешно ориентиране на аерофото снимка чрез решаване на аеротриангулация

Елементите на вътрешно ориентиране на аерофото снимка представляват елементите и настройките, които определят взаимното положение между камерата и филмовата плоскост, използвани при снимането. Тези елементи са от съществено значение за преобразуването на снимката в метрична система и за точното измерване на обекти върху нея. Важността им се определя от прецизното геометрично измерване на аерофотоснимките и за осигуряване на точни данни[6].

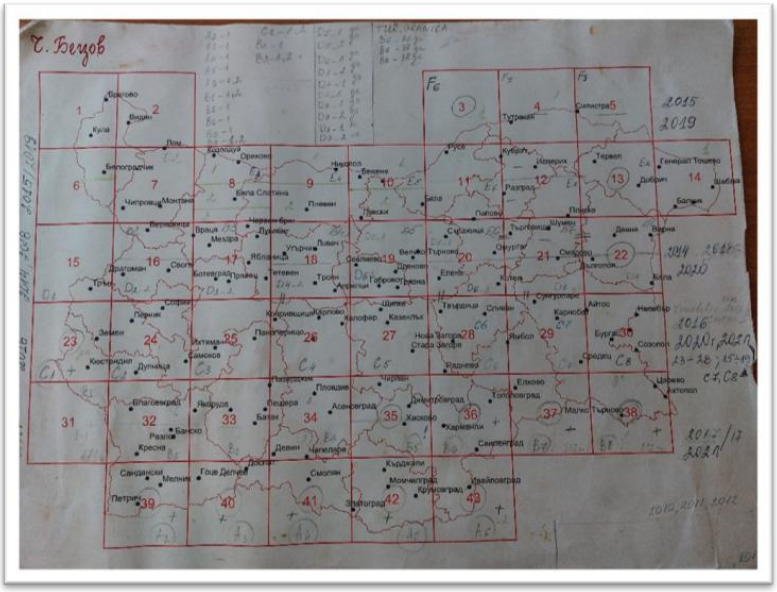
Аеротриангулацията е метод за измерване и определяне на местоположението на точки в пространството. Основава се на измерване на ъгли и разстояния между точки, използвайки фотография от въздушни снимки. Това позволява бързо и ефективно картиране на по-големи области[10].

2. Блокова триангулация и създаване на мозайка

България е разделена на 43 блока (Фиг.2.), които съдържат в себе си най-малко 1000 снимки. Блоковата триангулация се създава в Erdas, а в ArcMap се зареждат снимките, с които се работи като вид помощно средство за разпознаване на точките от терена.

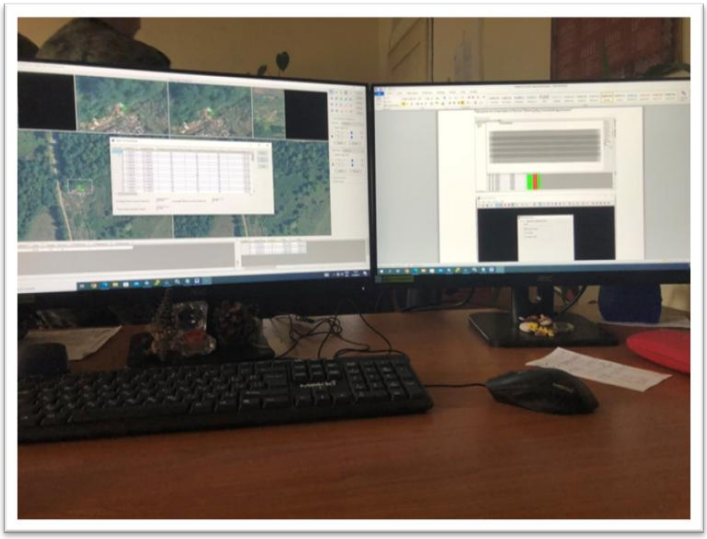
Блоковата триангулация е математически процес, в който се определя отношението между изображенията в блока. Тя изчислява позицията и ориентацията на всяка снимка в блока по време на заснемане. Коо-рдинатите X, Y и Z на свързващите точки на снимките се измерват автоматично след това - прецизно ръчно. След изчислението на координатите свързващите точки могат да бъдат преименувани в контролни точки.

Точната връзка между снимките се създава чрез т.н. опорни точки (GSP-ground control points). Такива точки на местността могат да бъдат пресечни точни, обекти от инфраструктурата или предварително маркирани точки. Точките могат да бъдат измерени с теодолит, тотална станция, GPS, чрез топографска карта, от цифрови.



Фиг. 2. Блок схема

По време на блоковата триангулация се изчисляват свързващи точки (Фиг.3.). Това са точки с неизвестни координати, намиращи се в застъпна зона от снимките. Измерват се ръчно или автоматично. Достатъчни са 9 точки на снимка, ако застъпването е 60% - напречно и 25-30% надлъжно. За да се опознаят и измерят такива точки, отнема много време, за това основно в ERDAS Imagine се измерва автоматична блокова триангулация.



Фиг. 3. Изчисляване на блокова триангулация

След измерването на опорните точки и генерирането на свързващите точки се изчислява триангулация в LPS. Решението може да се придружи от рапорт с решените резултати от изравнението на блока, средните квадратни грешки и поправките в координатите на точките.

Орторектифицирането премахва геометричната деформация на снимките, която се появява заради ориентацията на камерата, влиянието на релефа и систематичните грешки. Когато генерираме дигитален модел на височините (DEM) или когато въвеждаме константни височинни стойности, влиянието на релефа намалява, а точността на орторектифицираното изображение се увеличава[6].

За да се създаде мозайка от готовите изображения се прави радиометрично изравняване. Този тип изравняване променя интензитета на пикселите, останали непроменени от обекта или метода на сканиране. Създаването на мозайка е процес, свързващ множество снимки от една координатна система. След стартирането на процеса орторектифицираните изображения се подреждат в реда и последователността на блоковата триангулация. Автоматично се изрязват надлъжните и напречните застъпни зони с радиометричните изравнения.

3. Ортофотомозайка

Ортофотомозайката е георефериранa и коригирана висококачествена композиция от аерофотоснимки или сателитни изображения, които представят земната повърхност с геометрична точност. Тя се създава чрез процес на ортофотокорекция, който комбинира снимковия материал със снимков модел на релефа и вътрешна ориентация, за да премахне перспективните изкривявания, дисторзиите и релефните влияния [7].

Мозайката представя изображението на земната повърхност, снимано във вертикална позиция без изкривявания. В същото време запазва цветовата информация и детайлите от оригиналните снимки.

4. Създаване на цифров модел на релефа

Цифровият модел на релефа се създава на фотограметрична станция, като се използва готов файл с грубия релеф на местността. Други нужни за обработката данни са блоковият файл с изчислената триангулация и аерофотоснимките, обект на работа. В модула LPS на програмата ERDAS се редактира суровия релеф. Автоматично от програмата се създава релеф, на базата на изкуствено измерени точки, които подлежат на редакция. Автоматичното създаване на груб терен се извършва от функцията Automatic Terrain Editing. Чрез наблюдение през очила, създаващи стерео ефект на стереомонитор, се редактират точките от хоризонталите. [1],[2],[5]

Редактирането на точките се нарича сваляне на терена. Това действие се извършва с функцията Terrain Selections – Bulldozer. При свалянето на точките с инструмента Bulldozer не бива да се прави остър ъгъл, защото хоризонталите са вълнообразни и без ъгли. Освен този инструмент от Terrain Selections, основно се използват и:

- Point - за добавяне на точки;
- Break line – изчертаване на линия;
- Delete – изтриване;
- - за следване на терена.

Terrain files и Display са съответно за включване и изключване на функцията Terrain Selections. От функцията Automatic Terrain Editing в панела Terrain Edit и подпанел Area се сменят действията, които могат да се приложат върху терена, като например:

- Bias Elevation – използва се за пренасяне на терена точки;
- Delete Selected Point – изтрива всички точки;
- Smooth Elevations – трие грешни точки;
- Set Constant Z – добавя постоянна височина;
- Fit Surface and Points – напасване на точките към терена;
- Delete Breaklines – трие хоризонтали;
- Remove Elevation Spikes – премахва острите ъгли на хоризонталите.

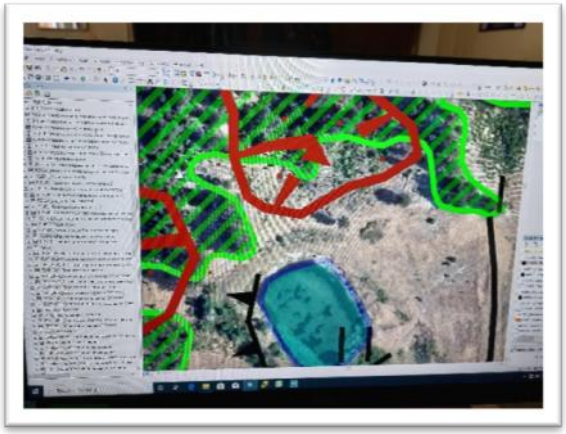
Чрез тези функции грубият релеф се обработва ръчно и бива напаснат към реалното. Основно се работи с инструмента Bulldozer, тъй като неговата функция е свалянето на точни на терена. След обработката, цифровия модел на е готов и се предава за проверка за създаването на

цифрови планове и карти. Обработването на релефа е последната обработка върху модела.[3],[4],[11]

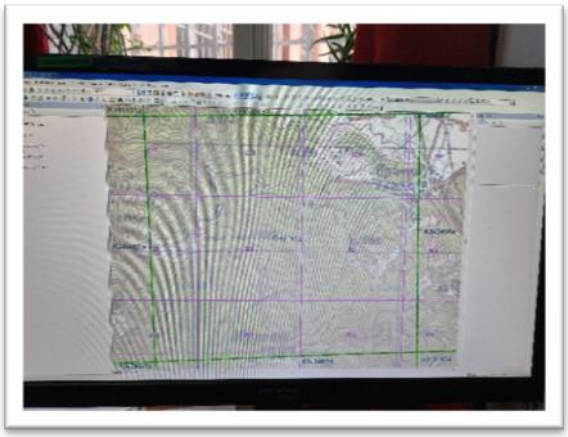
5. Обновяване на топографска карта

Прави се база данни върху снимките, за да се използва при издаване на Държавни топографски карти. Територията на България е разделена на ортофотоквадрати, които съдържат тази база данни. Обновяването се извършва по ортофотоквадрати, за да е по – точно. Ортофотоквадратът представлява квадратна част от терена съставена от ортофотоснимки. За нуждите на обновяването се използват:

- Ортофотоквадрати в М 1:25 000
- Стара база данни в *shp файл (Фиг.4.)
- Картни листи в М 1:25 000 за проверка на снимките (Фиг. 5.)



Фиг. 4. Стара база данни

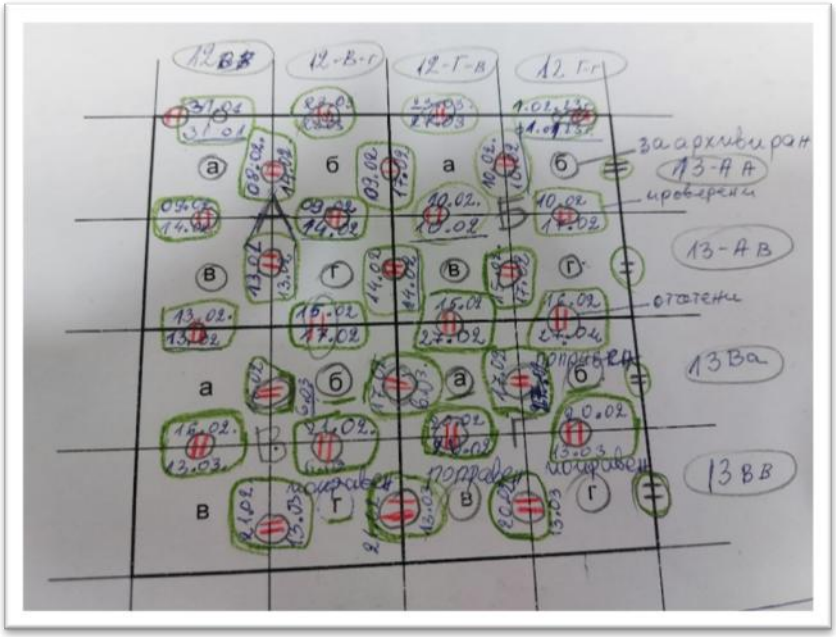


Фиг. 5. Картни листи за проверка

Обновяването на топографските карти се извършва в среда на ArcMap. На всеки един елемент от картата се задават определени параметри, които се използват при публикуването и разпечатването на картите. Разновидността от инструменти в програмния продукт позволява множеството от разнообразни корекции.

След вече обновен ортофотоквадрат се сличаване (Фиг.6) от два до четири ортофотоквадрати с приоритет от север на изток, т.е. северната част и източната част се взимат за най-верни.

Важно е да се отбележи, че обновяването на топографска карта е непрекъснат процес, тъй като ландшафтът и обектите в него се променят с времето. Това изисква постоянен мониторинг и актуализация на картата, за да бъде информацията в нея възможно най-точна и актуална.[1]



Фиг. 6. Схема на сключване

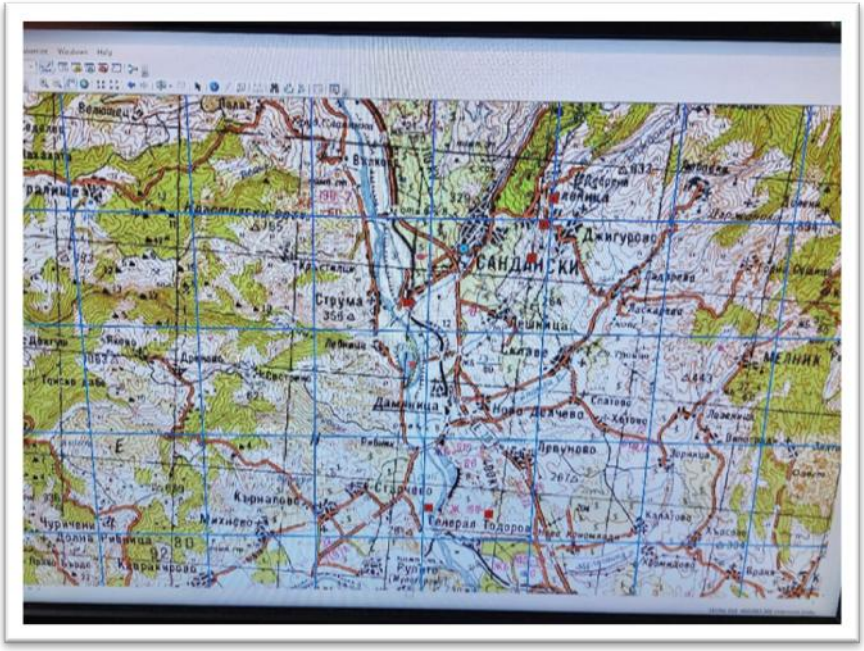
6. Дешифриране на обекти и класификация

Дешифрирането на обекти и тяхната класификация е един от най–важните етапи на обработката на аерофотоснимките. Най–честата класификация е на високи обекти. За висок обект се приема такъв, който е с височина над 45 метра. Измерването им подпомага направата на авиационните карти. Класифицират се по вид:

- Мостове
- Кули
- Антени
- Генератори
- Мачти
- Ретранслатори
- Пилони
- Стълбове
- Комини
- Кули
- Язовирни стени
- Постройки
- Други (такива, които са рядкост или нямат точна класификация -кранове по пристанищата и т.н.)

Измерването на високи обекти става на фотограметрична станция. Върху стерео монитор се зарежда ортофотоквадрат в средата на Erdas, наблюдава се чрез стерео очила. Самото измерване се извършва с курсора, като се приближава и отдалечава от земната повърхност скролът му.

Обектите се отбелязват върху топографска карта в М 1:25 000 с различни условни знаци и се добавят към базата данни на съответния район в средата на ArcMap (Фиг.6.).



Фиг. 7. Марки на високи обекти

Заключение

Проведената учебна практика по „Фотограметрия“ Военногеографски център гр. Троян дава възможност за затвърждаване на теоретическите и практическите знания на обучаемите, за запознаване с нови и иновативни методи за фотограметрична обработка на аерофотоснимки. Непосредственото участие в производствените процеси съвместно с със служителите и военнослужещите в отдел „Топогеодезия и Фотограметрия“ е в изключителна значение практически навици и умения и дава реална представа за бъдеща реализация в структурите на Военногеографската служба на БА.

Литература:

1. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
2. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
3. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902.
4. Андреева П. Геоинформационни технологии –монография. 180 с. НВУ „В. Левски“ Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4.
5. Беджева М., Т. Игнатова, Analysis of the accuracy of geodesical maps prepared by the means of UAVs, Proceedings of university of Ruse – 2019, volume 58 (на български), ISSN 2603-4123 (on-line).
6. Петров Д., Възможности за прилагане на съвременни фотограметрични технологии при създаване на кадастрални карти за територията на България, Международна научна

конференция „Наука, образование и иновации“, „Епископ Константин Преславски—, Шумен, 2014.
7. Петров Д., Създаване на орторектифицирани изображения с използване на програмна система за цифрова фотограметрия - ERDAS – LPS, „Епископ Константин Преславски—, Шумен, 2013.
8. Dr Karen Joyce, What is the orthomosaic, online magazine GeoNadir, November 12, 2021
9. Seoul National University, Aerotriangulation, 2020.
10. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.
11. Bedzheva, M. Methodology for building a single photogrammetric model, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, 28-30.09.2022, Shumen, pp. 566-571, ISSN 2367-7902.

IMPLEMENTATION PROBLEMS DURING THE MILITARY INTERNSHIP IN TRAINING GROUND "KOREN"

Plamena S. Ivanova, Venelin S. Kozhuharov, Petar I. Haralanov

Department Artillery and Geodesy, Air Defense and Communication and Information Systems faculty - Shumen / NMU "Vasil Levsky" klasno019@abv.bg

Abstract: *In the project, we will present the geodetic problems during our military training. We will explain the measurement of polar coordinates, the calculation of geodetic coordinates. We will explain the determination of landmark and the reconnaissance of targets. Drawing up a scheme for invisible fields.*

Keywords: *polar coordinates, geodetic coordinates, reconnaissance of targets, invisible fields*

ПРОБЛЕМИ ПРИ ПРОВЕЖДАНЕТО НА ВОЙСКОВИЯ СТАЖ НА УЧЕБЕН ПОЛИГОН „КОРЕН"

Пламена С. Иванова, Венелин С. Кожухаров, Петър И. Хараланов

Въведение

През периода от 27.03 до 09.04.2023 г. се проведе войскови стаж от курсанти III –ти курс военна специалност «АИР» и гражданска специалност „Геодезия" в Асеновград и учебен полигон „Корен". През време на войсковия стаж се практически се решаваха задачи, свързани с артилерийското разузнаване и обработката на геодезически данни на команден наблюдателен пункт както следва:

- Привързване на наблюдателния пункт чрез геодезически способ;
- Определяне на ориентири чрез бусола и квантов далекомер;
- Разузнаване не цели;
- Изработване на схема за невидими полета по метода на интерполацията и др.

За топографското и географското ориентиране на войските, за привързване, определянето на координатите на цели и динамично протичащите събития в боя се прилага геодезическа обработка на резултатите от измерванията. Основно се измерват полярно разстояние, полярен ъгъл или дирекционен ъгъл и превишение чрез ъгъла на мястото до целта (Фиг.1.). Инструментите за тяхното определяне основно са бусола ПАБ 2А и квантов далекомер. След привързване на наблюдателния пункт и определяне на координатите му (Х, У и Н) с измерените данни се получават правоъгълните координати на интересуващата ни точка или обект. Изпълнението на тези задачи имат за цел да подпомогне артилерийското разузнаване и повиши ефективността на

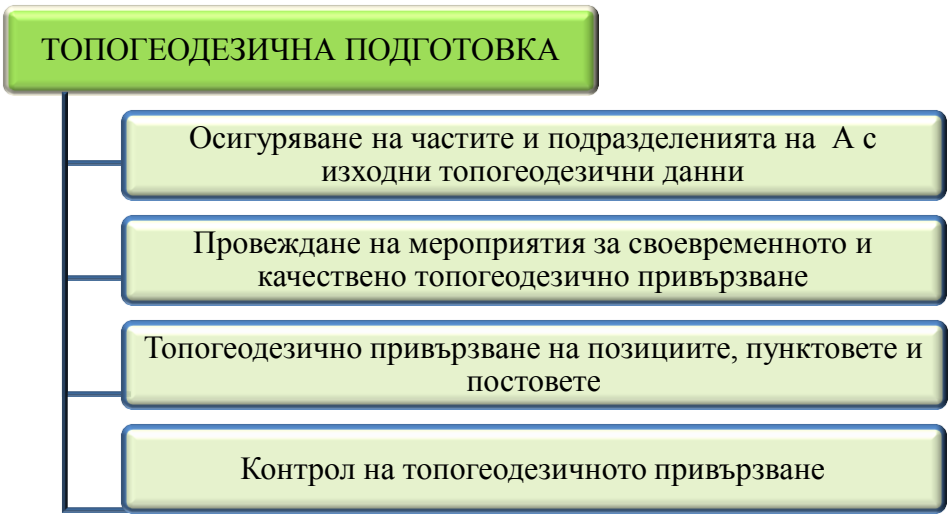
стрелбата на артилерията. Тези дейности са приоритет на артилерийската предна наблюдателна група, в чиито състав бяха включени и курсантите.

Фиг. 1. Измерване на полярни координати

1. Топогеодезическо привързване на команден и наблюдателен пункт

Топогеодезичната подготовка е основна част от топогеодезичното осигуряване на войските. Топогеодезичната подготовка е предназначена за осигуряване на артилерията (А) с топогеодезически данни (координати и височини на позиции, цели, точки и опорни точки, както и дирекционни (посочни) ъгли на направления към опорни точки) необходими за подготовката на огъня на артилерията, както и действието на артилерийските разузнавателни средства.

Топогеодезичната подготовка включва (фиг. 2) [7],[8],[9],[10]:



Фиг. 2. Съдържание на топогеодезичната подготовка

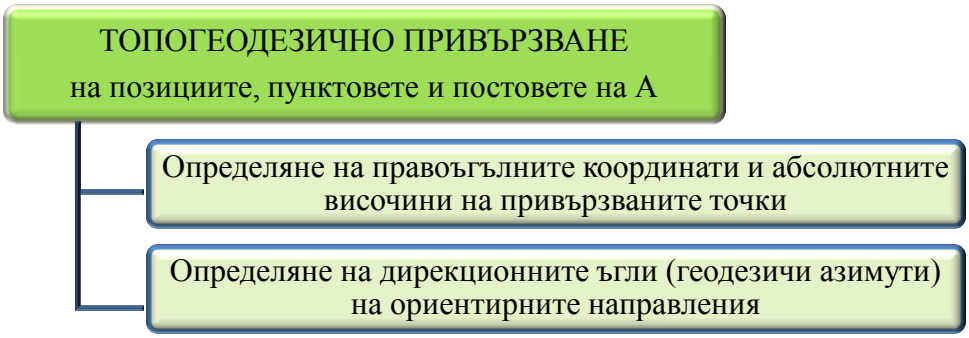
Към мероприятията за своевременното и качествено топогеодезично привързване (геодезическо дефиниране на позицията на точки от физическата земна повърхност) се отнасят:

- Планиране и организиране на топогеодезичното привързване;
- Организиране на взаимодействието с подразделенията на военногеографската служба

(ВГС);

- Създаване на артилерийска топогеодезична мрежа;
- Топогеодезична подготовка на маршрути за изместване;
- Изчисляване и съставяне на таблици на дирекционните ъгли на небесните светила;
- Организиране работата на постовете за предаване на ориентирането;
- Проверка за функционирането на топогеодезичните прибори и апаратура.

Топогеодезичното привързване на позициите, пунктовете и постовете на и А включва (фиг. 3.)



Фиг. 3. Топогеодезично привързване

В зависимост от точността на изходните данни, използвани за определяне на позициите, постовете и пунктовете, топогеодезичното привързване се осъществява :

- На геодезична основа;
- По карта (аерофото план).

При топогеодезичното привързване на геодезична основа, координатите на привързваните точки се определят спрямо пунктовете на ДГМ или СГМ, а дирекционните ъгли на ориентирните направления се определят по геодезичен, астрономичен или жироскопичен способ.

При топогеодезичното привързване по карта (аерофото план) координатите на привързваните точки се определят с прибори спрямо контурни точки от топографските карти (аерофото планове) или с навигационна апаратура (топопривързвач). Дирекционните ъгли на ориентирните направления се определят по един от следните способи: жироскопичен, астрономичен, геодезичен, с магнитната стрелка на бусолата, чрез предаване на ориентирането с ъглов ход, с едновременно отбелязване по небесно светило и с жирокурсоуказателя на навигационната апаратура (топопривързвач).

Абсолютните височини на привързваните точки се определят по карта или с прибори спрямо пунктове от ДГМ.

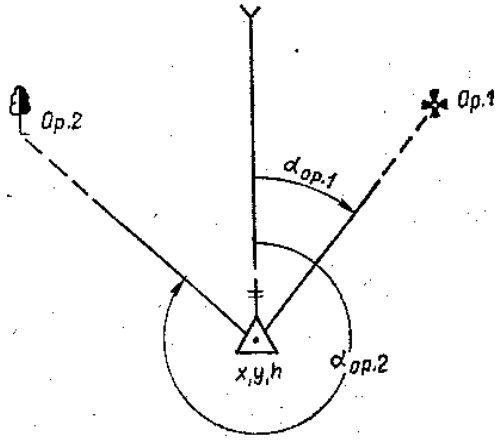
Съвременните ГНСС намират приложение в топогеодезичното привързване. Използва се комбинирано прилагане на класически способи със съвременни ГНСС, ГИС и дистанционни способи за сондиране на Земята.

Контролът на топогеодезичното привързване се осъществява с повторно определяне на координатите на позициите пунктовете и постовете с използване на други изходни данни, други способи, прибори и екипи.

Топогеодезичното привързване на огневите позиции, наблюдателните пунктове и постовете на подразделенията на артилерийското разузнаване е основен етап от топогеодезичната подготовка на РВ и А.

Топогеодезичното привързване на наблюдателния пункт (НП) включва определяне на:

- Правоъгълните координати x,y (N, E) и абсолютната височина h на НП;
- Дирекционните ъгли на две ориентирни направления към един-два ориентира.



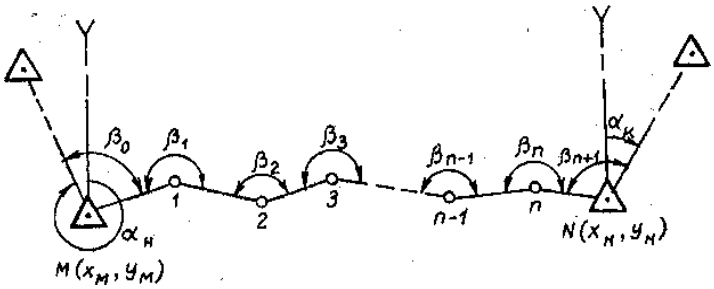
Фиг. 4. Топогеодезично привързване на наблюдателен пункт

2. Способи за определяне на координатите на точките на геодезична основа

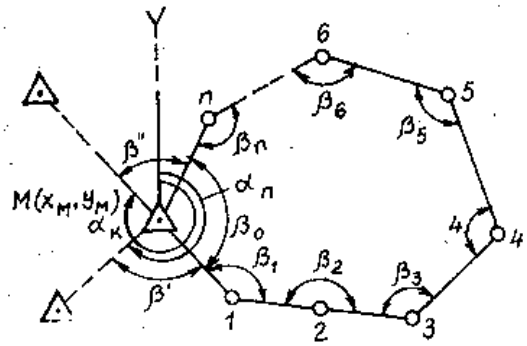
Изходните данни са точки от ДГМ, СГМ и допълнително изградената артилерийска топо-геодезична мрежа. Основните класически способи за определяне на правоъгълните координати на позициите, пунктовете и постовете са полигонови ходове, засечки и комбинирани способи. За реализирането на тези способи се използват инструменти като: теодолити, бусоли, тотални станции, далекомери, мерни ленти и рулетки и др. Изчислителните средства са: калкулатори, таблети и компютри.[1],

А. Полигонови ходове

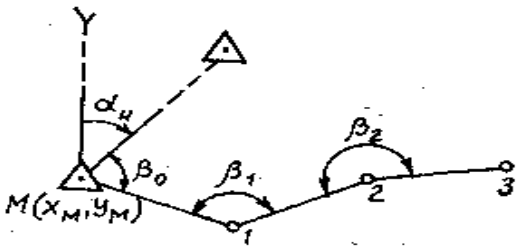
В закрити местности, когато няма видимост между токите от изходната геодезична мрежа и точките които трябва да се привържат се прилагат полигонови ходове (отворени, затворени и висящи).



Фиг. 5. Отворен полигонов ход



Фиг. 6. Затворен полигонов ход



Фиг. 7. Висящ полигонов ход

Изчисляването на координатите на точките на полигоновия хода се извършва едновременно с полевите работи и се свежда до последователно решаване на прави геодезични задачи.

Дирекционният ъгъл на първата страна на хода се получава чрез сумиране на дирекционния ъгъл на началното ориентирно направление αн. и свързващия ъгъл β_0:

(2) $$\alpha_1 = \alpha_н + \beta_0$$

Дирекционните ъгли на следващите страни се изчисляват по общото правило: дирекционният ъгъл на следващата страна αn е равен на обратния дирекционен ъгъл на предишната страна αn-1 ± 180° плюс измерения ъгъл на завъртане вляво от хода:

(3) $$\alpha_n = \alpha_{n-1} \pm 180^0 + \beta_n$$

По формулите за права геодезична задача последователно се изчисляват координатите на всички точки на завъртане на хода, включително и на крайната:

(3) $$x_n = x_{n-1} + \Delta x_n; \;\; y_n = y_{n-1} + \Delta y_n$$

(4) $$\Delta x_n = d_n . \cos \alpha_n; \;\; \Delta y_n = d_n . \sin \alpha_n$$

където *dn* е дължината на страна *n* на хода;

α_n - дирекционният ъгъл на тази страна.

В крайната точка на хода (опорния пункт) се изчисляват ъгловото несъвпадане на хода и несъвпадението на координатите.

Ъгловото несъвпадане на хода fβ се получава като разлика на изчисления дирекционен ъгъл на крайното (свързващото) ориентирно направление $\alpha_{k_{изч}}$и дадения дирекционен ъгъл на същото направление $\alpha_{k_{дад}}$:

(5) $$f_\beta = \alpha_{k_{изч}} - \alpha_{k_{дад}}$$

Полученото ъглово несъвпадане на хода се сравнява с допустимото.

Допустимото ъглово несъвпадане на хода не трябва да превишава следните стойности;

$0{,}6'\sqrt{n}$ - при измерване на ъглите с теодолит Т10В;

$0{,}8'\sqrt{n}$ - при измерване на ъглите с теодолити ТТ-3 и КТД-1;

$0 - 01\sqrt{n}$ - при измерване на ъглите с бусола, където *n* е броят на ъглите на завъртане, включително и свързващите.

Несъвпадението на координати fx и fy се получава като разлика от изчислените и дадените координати на крайната точка на хода:

(6) $$f_x = x_{k_{изч}} - x_{k_{дад}}; \quad f_y = y_{k_{изч}} - y_{k_{дад}}$$

Сумарното несъвпадане което се нарича още линейно несъвпадане на хода, се определя по формулата

(7) $$f_i = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

Точността на линейните измервания се преценява чрез сравняване на относителното линейно несъвпадане с допустимото. Относителното линейно несъвпадане на хода се изчислява като отношение на линейното несъвпадане fi. към периметъра на хода P:

(8) $$\frac{f_i}{P} = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{P}$$

Б. Засечки

В зависимост оп приборите които се използват, видимостта и наличието на изходни точки се прилагат следните видове засечки: права, обратна и комбинирана.

Права засечка

При този способ всички измервания се извършват на изходните точки и се прилагат следните разновидности на способа:

- По измерени хоризонтални ъгли;
- С ориентиран прибор;
- Полярна.

Обратна засечка

При открита местност и наличие на изходни точки които са сигнализирани се прилага способа обратна засечка. Разновидностите на способа са:

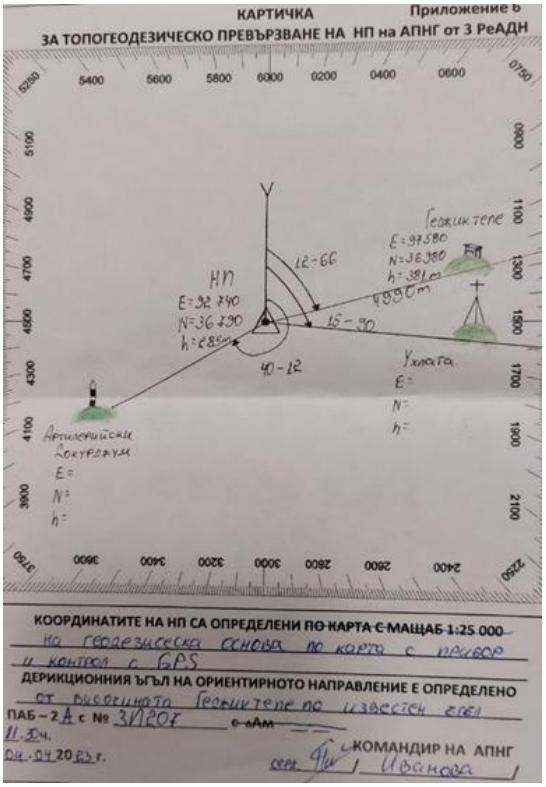
- По измерени хоризонтални ъгли;
- С ориентиран прибор;
- По измерени ъгли и разстояния.

Много често в практиката на артилерийската предна наблюдателна група с наличните инструменти (бусола и квантов далекомер) привързването на наблюдателния пункт се осъществява по следния способ. (Фиг.8)

След ориентиране на бусолата и определяне на магнитния азимут до точка с известни координати с поправката на бусолата се преминава към дирекционен ъгъл на това направление. Изчислява се обратния дирекционен ъгъл и се измерва разстоянието между двете точки с квантовия далекомер. След решаване на права геодезическа задача се получават координатите на командния или наблюдателния пункт. За контрол и с цел повишаване на точността на топогеодезичното привързване се повтаря технологията до друга известна точка или се прилагат някой друг от способите описани по-горе.

След приключване на дейностите по привързването и контрола се изготвя картичка за топогеодезическо привързване (Фиг.9.). Върху нея са изобразени основното направление на артилерийската стрелба, картния север, направленията на точките за контрол на привързването с техните координати.

Фиг. 8. Комбиниран прибор – бусола и Квантов далекомер „Лебед“



Фиг. 9. Картичка за топогеодезическо привързване на наблюдателен пункт

3. Схема на невидими полета

Невидимите полета се определят чрез измерване на междинните положения на най-високите точки от местността. Така наречените невидими полета представляват части от местността, които са невъзможни за наблюдение поради пресичането на визирния лъч форми на релефа или други местни обекти (дървета, кули, сгради и съоръжения).

Стойностите на междинните положения между горепосочените точки се определят в графика изчертана върху паус, зависеща от разстоянието между точките и техните височини. Определените ненаблюдавани части от местността се изобразяват със зелен цвят върху графиката.

Схема на невидими полета се изчертава с цел анализиране на траекторията на снарядите в тези участъци. Те се изготвена прецизно с внимание към детайлите, тъй като тя може да бъде от решаващо значение за успешната стрелба и постигането на целите на артилерийският огън. [3]

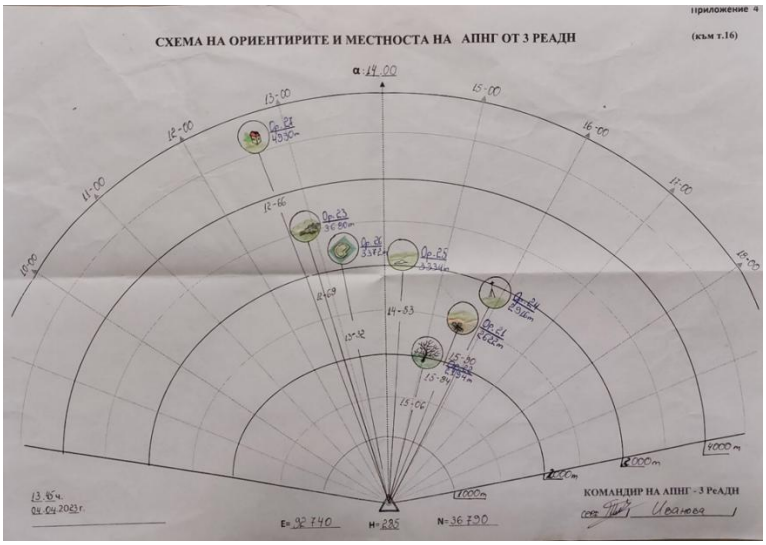
На базата на дефинираните невидими полета се съставят схемата за едноименните полета. Тази схема служи за определяне мястото на ненаблюдавани паднали снаряди, което би предотвратило пожар при учения или откриване на скрити позиции артилерията по време на бойни действия.

4. Определяне на ориентири и съставяне на схема

За целите на разузнаването и управление огъня на артилерията се избират и утвърждават характерни обекти от местността за ориентири. Ориентирите се определят по определени характеристики. Те трябва да бъдат ясно видими обекти с цел бързото им намиране на местността дори и с невъоръжено око. Те се номерират по определен ред в зависимост изискваната йерархичност на задачата. На ориентирите се изготвя списък с кодови имена, оприличаващи обектите, целящи по–доброто им опознаване и бързо запомняне. Изготвя се схема на ориентирите с направленията и разстояния към тях (Фиг.10).

Направленията към ориентирите и разстоянията до тях се измерват съответно чрез бусола

и далекомер. За ориентирите не е нужно да се изчисляват координатите ин, тъй като те служат за опорни точки, спрямо които се определят местоположението на засечените цели.[3]



Фиг. 10. Схема на ориентирите

5. Разузнаване на цели

Разузнаването на цели на НП се характеризира с бързото откриване, засичане, обработка на данните и на правоъгълните им координати на целите на командния пункт. За обработката на данните от разузнаването на целите се прилага математически модел базиран на решаването на права геодезическа задача. Изчислените координати на целите се записват в координатния списък с йерархично определени позивни, с които се предават на позициите.

За повишаване бързодействието при обработката на данните се използват специализирани таблети с подходящ софтуер и ГИС.

Заключение

По време на войсковия стаж на курсантите в реални условия на местността се подобрихме практическите уменията и се изградиха трайни навици за работа в състава на предните артилерийски наблюдатели. Бяха усвоени нови технологии за измерване, обработка и предаване на данни за ефективно обслужване на артилерията и разузнаване на противникови цели.

Литература:

1. Аврамов, и колектив. Бележник на командира на топогеодезичното отделение, Министерство на отбраната, 2003.
2. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
3. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
4. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902.
5. Андреева П. Геоинформационни технологии –монография. 180 с. НВУ „В. Левски“ Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4.

6. Беджева М., Т. Игнатова, Analysis of the accuracy of geodesical maps prepared by the means of UAVs, Proceedings of university of Ruse – 2019, volume 58 (на български), ISSN 2603-4123 (on-line).
7. Ръководство за бойна работа на топогеодезическите подразделения на РВ и А на СВ – ВИ, София , 1987 г.
8. Петров Ив. Топогеодезическа и метеорологическа подготовка на стрелбата – ВНВАУ „Г. Димитров“, Шумен 1984 г.
9. Топогеодезическа подготовка на РВ и А на СВ – ВИ, София, 1986 г.
10. Указания за работа на групите за самопривързване на артилерийските формирования – ВИ, София, 1981 г.
11. Бозов И, Основи на артилерийското разузнаване, Шумен.
12. Маждраков М., Иванова И. Геодезия. УИ "Еп. К. Преславски" , Шумен, 2014
13. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.
14. Bedzheva, M. Methodology for building a single photogrammetric model, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, 28-30.09.2022, Shumen, pp. 566-571, ISSN 2367-7902.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE NUMBER OF TIE POINTS ON THE PROCESS OF MUTUAL ORIENTATION OF A STEREO PAIR OF PHOTOGRAPHS IN A BASE COORDINATE SYSTEM

Monika B. Bedzheva

Department of Geodesy, National Military University "Vasil Levski", Shumen, Bulgaria, monibedzh17@abv.bg

Abstract: *One of the important moments in the process of photogrammetric processing is the mutual orientation of the photos. The accuracy of the obtained three-dimensional digital model of the object or surface (DSM) depends on the reliability of this operation. The quality of the received geodetic information - coordinates of various objects on the earth's surface - depends on the accuracy of the DSM. Mutual orientation is achieved using tie points. Determining their optimal number streamlines the photogrammetric processing. For this reason, in this paper, the influence of the number of tie points on the process of mutual orientation of a stereo pair of photos in a base coordinate system is analyzed.*

Keywords: *Photogrammetric processing, mutual orientation of a stereo pair of photos, tie points, base coordinate system*

АНАЛИЗ НА ВЛИЯНИЕТО НА КОЛИЧЕСТВОТО НА СВЪРЗВАЩИТЕ ТОЧКИ ВЪРХУ ПРОЦЕСА НА ВЗАИМНОТО ОРИЕНТИРАНЕ НА СТЕРЕОДВОЙКА СНИМКИ В БАЗИСНА КООРДИНАТНА СИСТЕМА

Моника Б. Беджева

Въведение

Основен етап при обработката на визуалната информация, получена с помощта на безпилотни летателни апарати (БЛА), е взаимното ориентиране на последователно заснетите стереодвойки снимки. В най-обща ситуация методите за взаимно ориентиране на стереодвойка снимки се основават на наличието на поне $N_{tp} \geq 5$ обекта (точки) $D_{gi}, i = 1, 2, \dots, N_{tp}$ върху заснетия (общия) участък на стереодвойката, които могат уверено да се открият (идентифицират) от компютърната програма (специализираният фотограметричен софтуер) за обработка на информацията. Това е възможно, ако образите на тези точки върху двете снимки $\{D_{P_1 i}, D_{P_2 i}\}, i = 1, 2, \dots, N_{tp}$ имат много сходни яркостни и спектрални характеристики, което позволява двойките образи на всеки обект върху снимките от стереодвойката да бъдат формирани с висока надеждност [21]. За

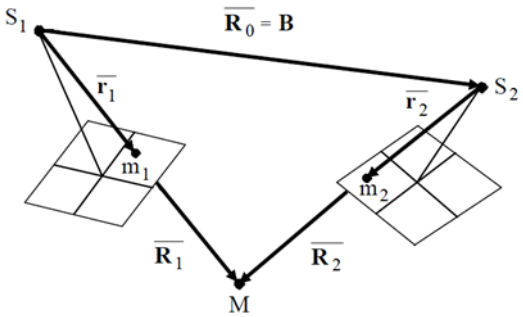
избягване на недоразумения по-нататък тези обекти, едновременно регистрирани върху двете снимки P_1 и P_2, ще бъдат наричани *свързващи точки* (СТ, tie points – TPs).

Тук следва да се отбележи, че понятията контролна точка (КТ, ground contral point – GCP) и свързваща точка (СТ, TP) не са еквивалентни. По-конкретно, от една страна КТ и СТ си приличат по това, че те са точки върху заснетата земна повърхност, които са ясно различими върху двете снимки P_1 и P_2 от стереодвойката. В резултат на това координатите и на КТ и на СТ в снимковите КС лесно могат да бъдат определени. От друга страна, разликата между КТ и СТ е в това, че само координатите на КТ са измерени или изчислени точно по какъвто и да е начин в геодезична координатна система (КС), докато за СТ тези координати са неизвестни. Следователно, КТ могат да се използват като СТ, но обратното не е възможно.

Очевидно, от една страна използването на повече от 5 СТ повишава точността на взаимното ориентиране на всяка стереодвойка снимки, но от друга страна използването на голям брой СТ води до значително увеличение на натоварването на компютърната система при обработката на снимковата информация. Предвид на това противоречие, по-нататък в доклада се анализира влиянието на количеството на СТ върху процеса на взаимното ориентиране на стереодвойка снимка в базисна координатна система.

1. Процедура на взаимно ориентиране на стереодвойка снимки в базисна координатна система при наличие на 5 свързващи точки

В най-обща ситуация позициите M, m_1, m_2 на една СТ и нейните образи върху двете снимки P_1 и P_2 от стереодвойката съответно имат вида, представен на фиг. 1.



Фиг. 1. Свързваща точка (M) върху заснетата земна повърхност и нейните образи (m_1, m_2) върху снимките от стереодвойката

За да се построи цифров модел на местността (ЦММ), е необходимо предварително снимките от стереодвойките да бъдат взаимно ориентирани. Това се постига като се използват двете КТ S_1, S_2, които са центровете на проекциите на двете снимки от стереодвойката, и поне $N_{tp} = 5$ СТ. Най-често в този процес се използват две системи от елементи на взаимна ориентация – базисна и линейно-ъглова, като тук ще бъда разгледан процесът при базисната КС. Елементите на взаимното ориентиране в базисната система са ъглите $\alpha'_1, \chi'_1, \alpha'_2, \omega'_2, \chi'_2$.

Доказано е [15], [16], че математическото условие за взаимно ориентиране на стереодвойка снимки, произтича от компланарността на векторите $\overrightarrow{R_0} = \overrightarrow{S_1S_2}$, $\overrightarrow{R_1} = \overrightarrow{S_1M}$ и $\overrightarrow{R_2} = \overrightarrow{S_2M}$ (фиг. 1) и има вида:

$$\begin{vmatrix} R_{0X} & R_{0Y} & R_{0Z} \\ r_{1X} & r_{1Y} & r_{1Z} \\ r_{2X} & r_{2Y} & r_{2Z} \end{vmatrix} = 0 \qquad (1)$$

Елементите на редовете на детерминантата са координатите на радиус-векторите $\overrightarrow{R_0}, \overrightarrow{r_1}, \overrightarrow{r_2}$ в произволна КС OXYZ, т.е.

$$\overrightarrow{R_0} = \{R_{0X}, R_{0Y}, R_{0Z}\}, \quad \overrightarrow{r_1} = \{r_{1X}, r_{1Y}, r_{1Z}\}, \quad \overrightarrow{r_2} = \{r_{2X}, r_{2Y}, r_{2Z}\}. \tag{2}$$

В базисната система от елементи на взаимно ориентиране абсцисата на КС $S_1X'Y'Z'$ съвпада с базиса на фотографиране и по тази причина

$$R_{0X} = B, \quad R_{0Y} = R_{0Z} = 0. \tag{3}$$

Освен това

$$\begin{gathered} r_{1X} = X'_{m_1}, \quad r_{1Y} = Y'_{m_1}, \quad r_{1Z} = Z'_{m_1}, \\ r_{2X} = \left(X'_{S_2} + X'_{m_2}\right) - X'_{S_2} = X'_{m_2}, \\ r_{2Y} = \left(Y'_{S_2} + Y'_{m_2}\right) - Y'_{S_2} = Y'_{m_2}, \\ r_{2Z} = \left(Z'_{S_2} + Z'_{m_2}\right) - Z'_{S_2} = Z'_{m_2}. \end{gathered} \tag{4}$$

В (4) $(X'_{m_1}, Y'_{m_1}, Z'_{m_1})$ и $(X'_{S_2}, Y'_{S_2}, Z'_{S_2})$ са координатите на т. m_1 и т. S_2 в КС $S_1X'Y'Z'$ съответно, а $(X'_{m_2}, Y'_{m_2}, Z'_{m_2})$ са координатите на т. m_2 в КС $S_2X'Y'Z'$.

От (3) и (4) следва, че в базисната система от елементи на взаимно ориентиране (фиг. 1) детерминантата (1) има вида:

$$\begin{vmatrix} B & 0 & 0 \\ X'_{m_1} & Y'_{m_1} & Z'_{m_1} \\ X'_{m_2} & Y'_{m_2} & Z'_{m_2} \end{vmatrix} = B\left(Y'_{m_1}Z'_{m_2} - Y'_{m_2}Z'_{m_1}\right) = 0. \tag{5}$$

Тъй като $B \neq 0$, от (5) се вижда, че в базисната система от елементи на взаимно ориентиране математическото условие за взаимно ориентиране на стереодвойка снимки е:

$$\psi(\alpha'_1, \alpha'_2, \omega'_2, \chi'_1, \chi'_2) = Y'_{m_1}Z'_{m_2} - Y'_{m_2}Z'_{m_1} = 0. \tag{6}$$

Предвид на фиг. 1, в (6) са в сила връзките:

$$\begin{gathered} X'_{m_1} = a'_1 x_{m_1} + a'_2 y_{m_1} - a'_3 f, \\ Y'_{m_1} = b'_1 x_{m_1} + b'_2 y_{m_1} - b'_3 f, \quad Z'_{m_1} = c'_1 x_{m_1} + c'_2 y_{m_1} - c'_3 f, \end{gathered} \tag{7}$$

$$\begin{gathered} X'_{m_2} = a''_1 x_{m_2} + a''_2 y_{m_2} - a''_3 f, \\ Y'_{m_2} = b''_1 x_{m_2} + b''_2 y_{m_2} - b''_3 f, \quad Z'_{m_2} = c''_1 x_{m_2} + c''_2 y_{m_2} - c''_3 f. \end{gathered} \tag{8}$$

В (7), (8) $(x_{m_1}, y_{m_1}, -f)$ и $(x_{m_2}, y_{m_2}, -f)$ са координатите на т. m_1 и т. m_2 в КС S_1xyz, S_2xyz на снимките P_1, P_2 съответно. Освен това,

$$\begin{gathered} a'_1 = cos\alpha'_1 cos\chi'_1, \quad a''_1 = cos\alpha'_2 cos\chi'_2 - sin\alpha'_2 sin\omega'_2 sin\chi'_2, \\ a'_2 = -cos\alpha'_1 sin\chi'_1, \quad a''_2 = -cos\alpha'_2 sin\chi'_2 - sin\alpha'_2 sin\omega'_2 cos\chi'_2, \\ a'_3 = -sin\alpha'_1, \quad a''_3 = -sin\alpha'_2 cos\omega'_2, \\ b'_1 = sin\chi'_1, \quad b''_1 = cos\omega'_2 sin\chi'_2, \\ b'_2 = cos\chi'_1, \quad b''_2 = cos\omega'_2 cos\chi'_2, \\ b'_3 = 0, \quad b''_3 = -sin\omega'_2, \\ c'_1 = sin\alpha'_1 cos\chi'_1, \quad c''_1 = sin\alpha'_2 cos\chi'_2 + cos\alpha'_2 sin\omega'_2 sin\chi'_2, \\ c'_2 = -sin\alpha'_1 sin\chi'_1, \quad c''_2 = -sin\alpha'_2 sin\chi'_2 + cos\alpha'_2 sin\omega'_2 cos\chi'_2, \\ c'_3 = cos\alpha'_1, \quad c''_3 = cos\alpha'_2 cos\omega'_2, \end{gathered} \tag{9}$$

са направляващите косинуси (елементите на матрицата на трансформацията) са изчислени като е отчетено, че в базисната система от елементи на взаимно ориентиране $\omega_1' = 0$.

При наличие на 5 СТ обработката се извършва по метода на най-малките квадрати (МНМК) чрез итерации (последователни приближения). Накратко той се състои в следното. Условието (6) се привежда в линейна форма чрез разлагане в ред на Тейлор, намиране на първите частни производни на функцията по аргументите (неизвестните, ъгловите елементи на взаимно ориентиране) и отчитане на елементите от първи ред на значимост. Изчисляват се поправки към приблизителните значения на аргментите чрез т.нар. нормални уравнения на поправките, в които участват още тежести и свободни членове. Това дава възможност да се намерят изравнени значения на неизвестните $\overline{\alpha_1'}, \overline{\alpha_2'}, \overline{\omega_2'}, \overline{\chi_1'}, \overline{\chi_2'}$. Описната процедура представлява първа итерация за уточняване стойностите на елементите на взаимно ориентиране на снимките от стереодвойката в базисната КС. Ако величините на свободните членове се окажат по-големи от грешките на измерванията за всичките СТ, тогава се прави втора итерация, при която за начални приблизителни значения на аргументите (неизвестните) се приемат стойностите $\overline{\alpha_1'}, \overline{\alpha_2'}, \overline{\omega_2'}, \overline{\chi_1'}, \overline{\chi_2'}$, определени в първата итерация. Ако отново величините на свободните членове се окажат по-големи от грешките на измерванията за всичките СТ, тогава се прави трета итерация и т.н. Като правило, за решаване на задачата за взаимно ориентиране на снимките от стереодвойката са достатъчни от три до шест итерации.

Направеният по-горе анализ ясно показва, че от една страна използването на повече от 5 СТ повишава точността на взаимното ориентиране на всяка стереодвойка снимки, но от друга страна използването на голям брой СТ води до значително увеличение на натоварването на компютърната система при обработката на снимковата информация. Предвид на това противоречие, по-нататък в доклада се доказва, че ако броят на СТ е 14 или по-голям ($\mathrm{N_{tp}} \geq 14$) тогава функцията $\psi(\alpha_1', \alpha_2', \omega_2', \chi_1', \chi_2') = \mathrm{Y'_{m_1} Z'_{m_2}} - \mathrm{Y'_{m_2} Z'_{m_1}}$ в лявата част на математическото условие за взаимно ориентиране на стереодвойка снимки (6) може да се счита за линейна.

2. Процедура на взаимно ориентиране на стереодвойка снимки в базисна координатна система при наличие на 14 и повече свързващи точки

Действително, след като в (6) $\mathrm{Y'_{m_1}}, \mathrm{Y'_{m_2}}, \mathrm{Z'_{m_1}}, \mathrm{Z'_{m_2}}$ се заместят с техните стойности от (7), (8), разкрият се скобите при отчитане на равенството $\mathrm{b_3'} = 0$ (произтичащо от свойствата на базисната координатна система (9)) и двете страни на (6) се разделят с $\mathrm{b_3''c_3'}$, се получава следното линейно уравнение с 14 неизвестни:

$$\begin{gathered} x_{m_1}x_{m_2}s_1 + x_{m_1}y_{m_2}s_2 - x_{m_1}fs_3 + y_{m_1}x_{m_2}s_4 + y_{m_1}y_{m_2}s_5 - y_{m_2}fs_6 + \\ -x_{m_1}x_{m_2}s_7 - y_{m_1}x_{m_2}s_8 + x_{m_2}fs_9 - x_{m_1}y_{m_2}s_{10} - y_{m_1}y_{m_2}s_{11} + y_{m_2}fs_{12} + \\ +x_{m_1}fs_{13} + y_{m_1}fs_{14} = f^2 \end{gathered} \tag{10}$$

В (10) неизвестните $s_1, s_2, \dots, s_{14}$ са получени чрез полаганията:

$$\begin{gathered} s_1 = \frac{b_1'c_1''}{b_3''c_3'}, s_2 = \frac{b_1'c_2''}{b_3''c_3'}, s_3 = \frac{b_1'c_3''}{b_3''c_3'}, s_4 = \frac{b_2'c_1''}{b_3''c_3'}, s_5 = \frac{b_2'c_2''}{b_3''c_3'} s_6 = \frac{b_2'c_3''}{b_3''c_3'}, \\ s_7 = \frac{b_1''c_1'}{b_3''c_3'}, s_8 = \frac{b_1''c_2'}{b_3''c_3'}, s_9 = \frac{b_1''c_3'}{b_3''c_3'}, s_{10} = \frac{b_2''c_1'}{b_3''c_3'}, s_{11} = \frac{b_2''c_2'}{b_3''c_3'} s_{12} = \frac{b_2''c_3'}{b_3''c_3'}, \\ s_{13} = \frac{b_3''c_1'}{b_3''c_3'}, s_{14} = \frac{b_3''c_2'}{b_3''c_3'}. \end{gathered} \tag{11}$$

Нека върху двете снимки съществуват $N_{tp} = 14$ СТ с координати

$$\left(x_{m_{1k}}, y_{m_{1k}}\right), \ \left(x_{m_{2k}}, y_{m_{2k}}\right), \quad k = 1, 2, \dots, 14, \tag{12}$$

Отчетени в КС S_1xyz, S_2xyz на двете снимки P_1, P_2 съответно. Тогава, когато индексът k преминава през всички възможни стойности $k = 1, 2, \dots, N_{tp}, N_{tp} = 14$, от (10) се получава система от 14 линейни уравнения с 14 неизвестни, отговарящи на условията (11). Нека решенията на системата са:

$$s_i = S_i, \quad i = 1, 2, \dots, 14. \tag{13}$$

От (11) и (13) се вижда, че:

$$\frac{S_1}{S_4} = \frac{s_1}{s_4} = \frac{b_1'}{b_2'}, \tag{14}$$

$$\frac{S_1}{S_3} = \frac{s_1}{s_3} = \frac{c_1''}{c_3''}, \quad \frac{S_2}{S_3} = \frac{s_2}{s_3} = \frac{c_2''}{c_3''}, \tag{15}$$

$$\frac{S_7}{S_{13}} = \frac{s_7}{s_{13}} = \frac{b_1''}{b_3''}, \quad \frac{S_{10}}{S_{13}} = \frac{s_{10}}{s_{13}} = \frac{b_2''}{b_3''}, \tag{16}$$

$$\frac{S_7}{S_9} = \frac{s_7}{s_9} = \frac{c_1'}{c_3'}, \quad \frac{S_8}{S_9} = \frac{s_8}{s_9} = \frac{c_2'}{c_3'}. \tag{17}$$

Сега като се използват известните връзки между елементите на матрицата на трансформацията [12], [15], [16]

$$\begin{aligned} 1 &= a_1^2 + a_2^2 + a_3^2, \\ 1 &= b_1^2 + b_2^2 + b_3^2, \\ 1 &= c_1^2 + c_2^2 + c_3^2, \end{aligned} \tag{18}$$

$$\begin{aligned} 0 &= a_1 b_1 + a_2 b_2 + a_3 b_3, \\ 0 &= b_1 c_1 + b_2 c_2 + b_3 c_3, \\ 0 &= c_1 a_1 + c_2 a_2 + c_3 a_3, \end{aligned} \tag{19}$$

$$\begin{aligned} 1 &= a_1^2 + b_1^2 + c_1^2, \\ 1 &= a_2^2 + b_2^2 + c_2^2, \\ 1 &= a_3^2 + b_3^2 + c_3^2, \end{aligned} \tag{20}$$

$$\begin{aligned} 0 &= a_1 a_2 + b_1 b_2 + c_1 c_2, \\ 0 &= a_1 a_3 + b_1 b_3 + c_1 c_3, \\ 0 &= a_2 a_3 + b_2 b_3 + c_2 c_3, \end{aligned} \tag{21}$$

от (14) – (17) и (18) при отчитане на (9) (по-конкретно, $b_3' = 0$) се получават следните системи от уравнения:

$$\begin{cases} \frac{b_1'}{b_2'} = \frac{S_1}{S_4}, \\ b_1'^2 + b_2'^2 = 1, \end{cases} \tag{22}$$

$$\begin{cases} \frac{c_1''}{c_3''} = \frac{S_1}{S_3}, \\ \frac{c_2''}{c_3''} = \frac{S_2}{S_3}, \\ c_1''^2 + c_2''^2 + c_3''^2 = 1, \end{cases} \tag{23}$$

$$\begin{cases} \frac{b_1''}{b_3''} = \frac{S_7}{S_{13}}, \\ \frac{b_2''}{b_3''} = \frac{S_{10}}{S_{13}}, \\ b_1''^2 + b_2''^2 + b_3''^2 = 1, \end{cases} \tag{24}$$

$$\begin{cases} \frac{c_1'}{c_3'} = \frac{S_7}{S_9}, \\ \frac{c_2'}{c_3'} = \frac{S_8}{S_9}, \\ c_1'^2 + c_2'^2 + c_3'^2 = 1. \end{cases} \tag{25}$$

Решенията на системите от уравнения (22) – (25) се намират лесно поради наличието на линейни връзки между неизвестните. Този факт ще бъде пояснен с решаването на системата (22). По-конкретно, от първото уравнение на (22) се вижда, че

$$b_1' = \frac{S_1}{S_4} b_2'. \tag{26}$$

Предвид на (26) последното уравнение на (22) получава вида:

$$\left[1 + \left(\frac{S_1}{S_4}\right)^2\right] b_2'^2 = 1. \tag{27}$$

Следователно

$$b_1' = \pm \frac{S_1}{\sqrt{S_1^2 + S_4^2}}, b_2' = \pm \frac{S_4}{\sqrt{S_1^2 + S_4^2}}. \tag{28}$$

Напълно аналогично се решават системите от уравнения (23) – (25):

$$c_1'' = \pm \frac{S_1}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2}}, c_2'' = \pm \frac{S_2}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2}}, c_3'' = \pm \frac{S_3}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2}}, \tag{29}$$

$$\begin{gathered} b_1'' = \pm \frac{S_7}{\sqrt{S_7^2 + S_{10}^2 + S_{13}^2}}, b_2'' = \pm \frac{S_{10}}{\sqrt{S_7^2 + S_{10}^2 + S_{13}^2}}, \\ b_3'' = \pm \frac{S_{13}}{\sqrt{S_7^2 + S_{10}^2 + S_{13}^2}}, \end{gathered} \tag{30}$$

$$c_1' = \pm \frac{S_7}{\sqrt{S_7^2 + S_8^2 + S_9^2}}, c_2' = \pm \frac{S_8}{\sqrt{S_7^2 + S_8^2 + S_9^2}}, c_3' = \pm \frac{S_9}{\sqrt{S_7^2 + S_8^2 + S_9^2}}. \tag{31}$$

Отчитането на решенията (28) – (31) в (20) дава възможност да се определят стойностите на a_1', a_2', a_3' и a_1'', a_2'', a_3'':

$$\begin{gathered} a_1' = \pm \sqrt{1 - \frac{S_1^2}{S_1^2 + S_4^2} - \frac{S_7^2}{S_7^2 + S_8^2 + S_9^2}}, \\ a_2' = \pm \sqrt{1 - \frac{S_4^2}{S_1^2 + S_4^2} - \frac{S_8^2}{S_7^2 + S_8^2 + S_9^2}}, a_3' = \pm \sqrt{1 - \frac{S_9^2}{S_7^2 + S_8^2 + S_9^2}}, \end{gathered} \tag{32}$$

$$\begin{gathered} a_1'' = \pm \sqrt{1 - \frac{S_7^2}{S_7^2 + S_{10}^2 + S_{13}^2} - \frac{S_1^2}{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2}}, \\ a_2'' = \pm \sqrt{1 - \frac{S_{10}^2}{S_7^2 + S_{10}^2 + S_{13}^2} - \frac{S_2^2}{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2}}, \\ a_3'' = \pm \sqrt{1 - \frac{S_3^2}{S_7^2 + S_{10}^2 + S_{13}^2} - \frac{S_3^2}{S_1^2 + S_2^2 + S_3^2}}. \end{gathered} \tag{33}$$

Тук следва да бъдат отбелязани следните факти.

- Първо, от процеса на решаване на горните системи от уравнения се вижда, че във всяко от техните решения (28) – (33) знаците могат да бъдат или само плюсове или само минуси. Този факт се потвърждава и от (19), както и от (21).
- Второ, във всяка от двойките решения (28) – (33) (съдържащи или само плюсове или само минуси) едно от решенията лесно се отстранява като първо се изчислят изравнените значения на елементите на ъгловото ориентиране (МНМК-оценки). След това във всяка от двойките решения (28) – (33) се запазва това решение, което има по-голямо сходство с получените МНМК-оценки.

От направения по-горе анализ могат да се направят следните изводи:

- **И 1**) Взаимното ориентиране на стереодвойка снимки в базисната координатна система (фиг. 1) е целесъобразно да се извърши чрез МНМК ако броят на СТ е от 5 до 13 ($5 \leq N_{tp} \leq 13$).
- И 2) Ако при взаимното ориентиране на стереодвойка снимки в базисната координатна система (фиг. 1) са налице 14 или повече СТ ($\mathrm{N_{tp}} \geq 14$), тогава елементите на взаимно ориентиране на стереодвойката снимки могат да се изчислят директно по формули (28) – (33) без използване на втора, трета и т.н. МНМК итерации.

Заключение

В доклада е анализиран детайлно процесът на взаимното ориентиране на стереодвойка снимки в базисната координатна система. На тази основа са изведени формули, позволяващи да се изчислят директно елементите на взаимно ориентиране без използване на изравняване по метода на най-малките квадрати.

Резултатите, получени в доклада, могат да бъдат да бъдат полезни при:

- подготовката на курсанти, студенти, докторанти, инженери и специалисти, които се занимават със създаването на различни видове карти [17], [18], [20], [21] и експлоатация и разработка на различни географски информационни системи (ГИС) [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [13], [14], [19];
- разработването на нови фотограметрични програмни продукти за цифрова обработка на визуална информация, получена с помощта на безпилотни летателни апарати.

Благодарности

Този доклад е разработен по национална научна програма „Сигурност и отбрана“, Задача 1.2.6. „Моделиране на комуникационни и информационни системи с прилагане на цифров модел на местността“.

Литература

1. Андреев А., Андреева П. Геоинформатика, Геоинформационни системи, Геоинформационни технологии. 617 с. НВУ „В. Левски“ В. Търново 2021, ISBN 978-619-7531-24-4.
2. Андреев А., Андреева П. Създаване на цифров модел на местността на базата данни за следващи топографски карти в средата на ГИС. сп. Артилерийски преглед кн. 3 стр. 17-31, 2009 ISBN 1314-0388.
3. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
4. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски“ Сборник трудове – Шумен.
5. Андреева П. Геоинформационни технологии –монография. 180 с. НВУ „В. Левски“ Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4.

6. Андреева П., Андреев А. Върху проблемите на геоинформационните технологии у нас. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems – Shumen. 492- 502 p. ISSN 2367-7902.
7. Андреева П., Андреев А. Върху проблемите, свързани с внедряването на геоинформационни системи в България. Proceedings of International Scientific Conference 2020, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems – Shumen. 397- 408 p. ISSN 2367-7902.
8. Андреева П., Андреев А. Приложение на платформи за ГИС. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems – Shumen. 503 - 510 p. ISSN 2367-7902.
9. Андреева П. Източниците на геоданни за геоинформационните системи. Proceedings of International Scientific Conference 2022, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems – Shumen. 486 - 491 p. ISSN 2367-7902.
10. Андреева П. Някои аспекти на геопространствения анализ в геоинформационните системи. Proceedings of International Scientific Conference 2022, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems – Shumen. 518 - 524 p. ISSN 2367-7902.
11. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems – Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902
12. Беджева, М. Съвременни технологии за цифрова фотограметрия, монография, НВУ „Васил Левски“, Шумен, 2022.
13. Здравчева Н. Д. Перспективи за развитието и използването на Географските информационни системи (ГИС), Сборник доклади от международния симпозиум „Съвременните технологии, образованието и професионалната практика в геодезията и свързаните с нея“ София, 06 – 07 ноември 2014 г. №27.
14. Здравчева Н. Д. Фотограметрия и дистанционни методи за 3Д ГИС, Сборник доклади от конференцията с международно участие МАТТЕХ 2014 ШУ „ Епископ Константи Преславски“ 20-22 ноември 2014.
15. Лобанов, А. Фотограмметрия, „Недра“, Москва, 1984.
16. Назаров, А. Фотограмметрия: учебное пособие для студентов вузов, Тетра Системс, 2006.
17. Ниязи-Юсуф, М. „Влияние на разноточната кадастрална карта върху потребителите на кадастрални данни“, Годишник: Технически науки. Том XII E, Шумен 2022, Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“, 50 - 53 стр., ISSN: 1311-834X.
18. Ниязи–Юсуф, М. „Оценка на актуалността на съдържанието и точността на действащите кадастрални планове“, Годишник: Технически науки. Том XI E, Шумен, Университетско издателство „Епископ Константин Преславски“, 2021 г., ISSN: 1311-834X, стр. 59-62.
19. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.
20. Niyazi-Yusuf, M. “Inaccuracies in area objects transferred from the map of the restored property to the cadastral map”, Journal scientific and applied research, Vol. 23, Konstantin Preslavsky University Press, Shumen, ISSN: 1314-6289, p. 39-47, EBSCO, USA.
21. Niyazi-Yusuf, M. “Inaccuracies in linear objects transferred from the map of the restored property to the cadastral map”, Proceedings of International Scientific Conference “Defense Technologies” DefTech 2022, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, “Vasil Levski” National Military University, Shumen, 2022, ISSN 2367-7902, pp. 547-559.

MAINTENANCE OF THE CADASTRAL MAP AND CADASTRAL REGISTERS IN CURRENT STATE

Mirem E. Niyazi-Yusuf, Evgeni Gr. Stoykov

Department of Geodesy, Konstantin Preslavsky University of Shumen, Shumen, Bulgaria, m.niyazi@shu.bg, e.stoykov@shu.bg

***Abstract**: The cadastral map and cadastral registers are maintained in current status, which changes in the cases indicated in Regulation RD-02-20-5 of 15.12.2016.*

Changes in the cadastral map and cadastral registers are carried out by the office of geodesy, cartography and cadastre according to the location of the property based on an application from the owner, from another person when this is provided for by law, or based on information received ex officio by a competent authority.

***Keywords**: cadastre, cadastral map, cadastral register, current state*

ПОДДЪРЖАНЕ НА КАДАСТРАЛНАТА КАРТА И КАДАСТРАЛНИТЕ РЕГИСТРИ В АКТУАЛНО СЪСТОЯНИЕ

Въведение

Кадастралната карта и кадастралните регистри се поддържат в актуално състояние, като се изменят в случаите на:

1. изменение в данните за обектите на кадастъра, настъпили след влизане в сила на кадастралната карта и кадастралните регистри;
2. отстраняване на непълнота или грешка;
3. отразяване на зона на ограничение и нейни изменения;
4. отстраняване на явна фактическа грешка.

Измененията в кадастралната карта и кадастралните регистри се извършват от службата по геодезия, картография и кадастър по местонахождение на имота въз основа на заявление от собственика, от друго лице, когато това е предвидено в закон, или въз основа на служебно постъпила информация от компетентен орган.

Данните в кадастралната карта и кадастралните регистри се изменят с проект, изработен от правоспособно лице. В случаите на изменение на данни, когато не се изменят очертания и граници на обекти на кадастъра, проектът за изменение се изработва от правоспособно лице или от службата по геодезия, картография и кадастър.

Ведомства и общини, които създават и/или поддържат основни кадастрални данни, в 7-дневен срок от възникването и/или изменението им ги предоставят на службата по геодезия, картография и кадастър във вид на проект за изменение.

Органи или лица, които създават или поддържат данни за зони на ограничения, в 7-дневен срок от възникването и/или изменението им ги предоставят на Агенцията по геодезия, картография и кадастър във вид и съдържание съгласно чл. 78 [6].

Службата по геодезия, картография и кадастър извършва измененията в кадастралната карта и кадастралния регистър на недвижимите имоти без издаване на заповед освен в случаите на отстраняване на непълнота или грешка и на явна фактическа грешка, също така службата уведомява както службата по вписванията за извършените изменения в кадастралната карта и кадастралните регистри чрез информационната система на кадастъра, така и заинтересованите лица и носителите на други вещни права върху имотите, чиито права се засягат от изменението.

Службата по геодезия, картография и кадастър издава отказ за извършване на изменението, когато при регистрирано заявление за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри се установи, че:

1. има издадено удостоверение за неприет проект;
2. при издадено удостоверение за приет проект, в производството по изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри бъдат представени нови данни и документи, които не са били известни към момента на издаване на удостоверението за приет проект и обосновават невъзможност за извършване на изменението.

Отстраняването на непълнота или грешка в кадастралната карта и кадастралните регистри, допусната по вина на правоспособното лице, изработило кадастралната карта и кадастралните регистри, се извършва безвъзмездно в срока за отстраняване на дефектите, определен съгласно договора за изработване на кадастралната карта и кадастралните.

1. Изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри

Заявлението за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри се подава и регистрира в административната информационна система на АГКК по ред, определен с [6]по чл. 58, ал. 1 [1].

В случаите на служебно постъпила информация, която е основание за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри, службата по геодезия, картография и кадастър регистрира служебно заявление.

Към заявлението се прилага проект за изменение със съдържание съгласно чл. 75 [6].

При делба и разделяне се спазват изискванията за минимални размери и площи на поземлените имоти:

1. в урбанизирани територии - съгласно чл. 19, ал. 1 от [2] за територии, които не са урегулирани с подробен устройствен план - план за регулация и застрояване, а за територии, които са урегулирани - съгласно проект за изменение на действащия план за регулация, приет от експертен съвет на одобряващата администрация;
2. в земеделски земи - съгласно чл. 72 от [3] и чл. 26 и 27 [7];
3. в горски територии - съгласно § 3, ал. 1 [8] и чл. 26 и 27 [7].

Проектните точки от граници при делба и разделяне се трасират или се означават на място и се координират преди изработването на проекта.

В случаите на чл. 53а, т. 2 [1] измененията на кадастралната карта и кадастралните регистри се извършват, ако собствеността върху недвижимите имоти, предмет на изменението, принадлежи на едно и също лице или лица.

При съсобственост заявлението се подава от всички съсобственици или се придружава от нотариално заверена декларация за изразяване на изричното им съгласие с исканото изменение.

При липса на акт за собственост за новообразувания имот в кадастралния регистър на недвижимите имоти се записва актът за собственост, удостоверяващ правото на собственост върху имота или имотите преди изменението.

Новопостроена сграда, преустройство, реконструкция, надстрояване или пристрояване, с което се променя граница или очертание на сграда или самостоятелен обект в сграда, или в съоръжение на техническата инфраструктура, се нанася в кадастралната карта и кадастралните регистри след завършване на строеж.

Строежите - обекти на кадастъра, които не се въвеждат в експлоатация, се нанасят в кадастралната карта и кадастралните регистри въз основа на разрешение за строеж и заснемане на сградата/постройката от правоспособно лице по кадастър.

Промяна на предназначението на сграда/постройка или самостоятелен обект, при която не се извършват строителни или монтажни работи, се отразява в кадастралната карта и кадастралните регистри въз основа на разрешението за промяна на предназначението по чл. 147а [2].

Премахната сграда се заличава в кадастралната карта и кадастралните регистри след удостоверяване от органа, издал разрешението за премахване, или след постъпване на данни от общинската администрация. При липса на документи, удостоверяващи премахването, сграда се заличава въз основа на протокол, съставен от правоспособно лице по кадастър, след извършена от него проверка на място.

В случаите на чл. 52, ал. 1, т. 4 [1] съединяване на съседни имоти, собственост на различни лица, се извършва след представяне на документ, удостоверяващ съсобствеността върху новообразувания имот.

Промяна на граница по взаимно съгласие на собствениците съгласно чл. 52, ал. 1, т. 3 [1] се извършва след прехвърляне на реално определена част към съседен имот.

В проекта за разделяне се допуска поземлените имоти, които са предмет на изменението, да не отговарят на минималните изисквания за размери и площ за съответния вид територия.

Службата по геодезия, картография и кадастър издава скицапроект на имотите - предмет на прехвърлителната сделка.

След получаване по реда на чл. 86, ал. 1 [1] или § 5, ал. 2 Преходни и заключителни разпоредби на [1] на акта за извършената сделка службата по геодезия, картография и кадастър изменя кадастралната карта, като актуализира проекта за изменение, по който е извършена сделката. За извършеното изменение не се издава удостоверителен документ.

В кадастралния регистър на недвижимите имоти за новообразувания имот се записва актът за собственост за имота преди разделянето и актът за имота - предмет на прехвърлителната сделка.

Подробните устройствени планове по чл. 110 [2] и техни изменения, с които се променят граници на поземлени имоти, се отразяват в кадастралната карта и кадастралните регистри с проект за изменение, без издаване на заповед.

Подробни устройствени планове, с изключение на тези по § 8 от Преходните и заключителните разпоредби към Наредбата за изменение и допълнение на Наредба № РД-02-20-5 от 15.12.2016 г. за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри, се съгласуват от службата по геодезия, картография и кадастър преди одобряването им. За съгласуването се представя проект за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри в съответствие с предвижданите промени на граници по ПУП.

Службата по геодезия, картография и кадастър отказва да съгласува проекта на ПУП, когато за изработването му не са използвани актуални данни от кадастралната карта и кадастралните регистри, когато се констатира непълнота или грешка или явна фактическа грешка в кадастралната карта и кадастралните регистри, или проектът за изменение на кадастралната карта не отговаря на изискванията на [1] и [6].

Приетият проект за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри се отразява в кадастралната карта и кадастралните регистри след предоставяне в СГКК на документи за прилагане на ПУП и протокол за трасиране и координиране на новите граници на недвижимите имоти.

Границите на поземлени имоти, определени с одобрен и влязъл в сила план на новообразуваните имоти по § 4к Преходни и заключителни разпоредби на [4], се нанасят служебно в кадастралната карта с проект за изменение. В кадастралния регистър на недвижимите имоти се нанасят данни за собствениците и за правата им върху тези имоти, за които има издадени нотариални актове за придобито право на собственост върху имоти, които са земи по § 4 Преходни и заключителни разпоредби на [4], или има влязла в сила заповед на кмета на общината по § 4к, ал. 7 Преходни и заключителни разпоредби на [4].

За възстановяване на имоти по реда чл. 10, ал. 7 [4], които не са отразени в кадастралната карта, се издава скица-проект. След издаване на възстановителното решение по чл. 14, ал. 1 [4] имотите се отразяват в кадастралната карта по реда на чл. 54 [1].

В случаите на непълноти или грешки службата по геодезия, картография и кадастър уведомява по реда на Административнопроцесуален кодекс заинтересованите лица за започване на административно производство. Заинтересованите лица могат да правят писмени възражения по проекта в 7-дневен срок от получаване на уведомлението.

Началникът на службата по геодезия, картография и кадастър по местонахождение на имота издава заповед за изменение, придружена от скицапроект, когато искането е основателно, и от събраните документи еднозначно се определя местоположението и границите или очертанията на имотите – предмет на проекта.

Началникът на службата по геодезия, картография и кадастър издава отказ за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри при установяване на недопустимост или неоснователност на искането или при установяване на спор за материално право въз основа на представени или събрани в производството писмени доказателства за местоположението и границите или очертанията на имотите - предмет на проекта.

Заповедта или отказът се съобщават по реда на Административнопроцесуален кодекс на заинтересованите лица и подлежат на обжалване пред административния съд по местонахождение на имота в 14-дневен срок от съобщаването им.

Заповедта влиза в сила и изменението се извършва:

1. след изтичане на срока за обжалване, ако не е подадена жалба;
2. след влизане в сила на съдебно решение за потвърждаване на заповедта, ако е подадена жалба.

За изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри в случаите на чл. 51, ал. 5 [1] кметът на общината съобщава на заинтересованите лица за започване на дейностите по отстраняване на непълнотата или грешката в кадастралната карта и кадастралните регистри с обявление, което се поставя на определените за това места в сградата на общината, района или кметството и се публикува на интернет страницата на общината.

След приемане на проекта за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри Агенцията по геодезия, картография и кадастър уведомява заинтересованите лица, чиито права се засягат от изменението, чрез обявление, обнародвано в "Държавен вестник". Обявяването в сградите на службата по геодезия, картография и кадастър, общината и кметството, по местонахождение на имотите, се извършва в 5-дневен срок от обнародване на обявлението в "Държавен вестник".

Изпълнителният директор на АГКК издава отказ за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри, ако установи, че непълнотата или грешката е свързана със спор за материално право за някой от имотите въз основа на представени или събрани в производството документи, удостоверяващи местоположението и границите или очертанията на имотите - предмет на проекта.

Изменението за отстраняване на непълнотите или грешките в кадастралната карта и кадастралните регистри се одобрява със заповед на изпълнителния директор на Агенцията по геодезия, картография и кадастър.

2. Извършване на геодезически измервания при изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри

При промяна на границите на поземлени имоти и сгради, при отразяване на нови поземлени имоти и сгради, както и при допълване на непълноти или поправяне на грешки в кадастралната карта или отстраняване на явна фактическа грешка се извършват геодезически измервания. Геодезическите измервания обхващат означени граници на съществуващите и новите обекти на кадастъра в обхвата на изменението, проектните граници след трасиране - в урбанизирана територия, както и граници на трайни топографски елементи с естествен или изкуствен произход в неурбанизирана територия, когато представляват граници на имоти.

Изменения в кадастралната карта се извършват, след като собственикът означи границите на имота си.

Към проекта за изменение на кадастралната карта се съставя протокол за определяне на означените съществуващи и/или трасираните проектни граници, който се подписва от възложителя на изменението и правоспособното лице.

Геодезическите измервания се извършват от съществуващата работна геодезическа основа (РГО). Когато РГО не съществува, не отговаря на изискванията по чл. 23 [6] или точки от съществуващата РГО са унищожени, се създават и определят нови точки.

Когато границите на поземлените имоти са материализирани и са определени от графичен план или карта или липсват данни за начина на определянето им в кадастралната карта при първо изменение на граница, координатите на граничните точки се определят с геодезически измервания.

Данните от кадастралната карта и от геодезическите измервания се съпоставят, като:

1. при разлики, по-големи от допустимите по чл. 18, ал. 4 [6], съответно по чл. 18, ал. 5 [6], производството по исканото изменение на кадастралната карта се прекратява; изменението на кадастралната карта се извършва след отстраняване на непълнотата или грешката или на явната фактическа грешка;
2. при разлики, по-малки от допустимите по чл. 18, ал. 4 [6], съответно по чл. 18, ал. 5 [6], границите, определени с данните от геодезическите измервания, се отразяват в кадастралната карта и са в съответствие с документите за собственост.

Материалите и данните от геодезическите измервания включват: резултатите от измерванията и обработката им - в цифров вид; координатен регистър на изходните и подробните точки - в цифров вид; схема с точките от ползваната геодезическа основа - в цифров вид; обяснителна записка, включваща и информация за унищожени и новосъздадени точки от геодезическата основа - в цифров вид.

Извън случаите на чл. 62 [6], съществуващи на терена сгради или съоръжения на техническата инфраструктура, в които има самостоятелни обекти, се отразяват в кадастралната карта и кадастралните регистри въз основа на заснемане на съществуващото на място състояние, като данни за собствеността и собственика се записват в кадастралния регистър на недвижимите имоти след предоставяне на документ за собственост.

Сгради или съоръжения на техническата инфраструктура, в които има самостоятелни обекти, които попадат в неурбанизирана територия, се нанасят в кадастралната карта, като точността на определяне на границите им съответства на изискванията на чл. 18, ал. 4, т. 1 [6].

3. Проект за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри

Проектът за изменение на кадастралната карта и кадастралните регистри се изработва и представя в цифров вид във формата по чл. 12, т. 5 [1].

Проектната документация за изменение на кадастралната карта съдържа и следните текстови и графични материали в цифров вид:

1. вид на изменението;
2. данни за правоспособното лице - номер от регистъра на правоспособните лица и наименование/име;
3. данни за възложителя на проекта;
4. обхват на проекта - идентификатори на обектите на кадастъра, които се засягат от изменението, както и координати на подробните точки, които се запазват и ограничават изменението;
5. данни от кадастралната карта и кадастралния регистър на недвижимите имоти в обхвата на изменението;
6. проектни данни за изменението;
7. материали и данни от геодезически измервания и обработката им по чл. 73, ал. 7 [6];
8. материали от геодезически измервания и данни за нови точки отгеодезическата основа по чл. 26 [6], както и реперни карнети по чл. 23, ал. 10 [6];
9. документи, удостоверяващи основанието за исканото изменение;
10. обяснителна записка.

Когато се нанася сграда или съоръжение на техническата инфраструктура със самостоятелни обекти или се нанася надстрояване или пристрояване на сграда със самостоятелни обекти, проектът съдържа и данни за самостоятелните обекти.

Проектните данни за всяко изменение по чл. 75, ал. 2, т. 6 [6] съдържат:

1. вид на обектите - поземлен имот, сграда, съоръжение на техническата инфраструктура, самостоятелен обект;
2. състояние на обектите - нови или изменени;
3. временни идентификатори съгласно наредбата по чл. 26, ал. 4 [1];
4. границите или очертанията на обектите, които се изменят или са нови;
5. данни по чл. 25, ал. 1, т. 1 - 3 [6] за обектите на изменение;
6. данни за собствениците, носителите на други вещни права и актовете, от които черпят правата си, съгласно чл. 25, ал. 2 и 3 [6].

Проектът за изменение на кадастралната карта се проверява и приема от службата по геодезия, картография и кадастър по ред, определен с наредбата по чл. 50 [1].

Проектът за изменение се съхранява в информационната системана кадастъра 6 месеца след датата на приемането му. При представяне в СГКК на удостоверение или при служебно постъпване на данни за наличие на съдебен спор или за висящо административно производство пред друг административен орган проектът се съхранява до решаването му, съответно до приключване на производството.

След актуализиране на кадастралната карта и кадастралните регистри или след изтичане на 6-месечния срок приетият проект за изменение се съхранява в електронен архив.

Когато проектът съдържа данни за зони на ограничения, данните се отразяват в кадастралната карта и в регистъра на зоните на ограничения.

Данните за зоните на ограничения се представят с проект в цифров вид във формата по чл. 12, т. 5 [1].

Проектът за отразяване или изменение на зона на ограничение съдържа:

1. кадастралната карта в обхвата на зоната на ограничение;
2. границите/очертанията на зоната на ограничение с геодезическите координати на определящите ги точки;
3. временен номер на зоната на ограничение;
4. вид на ограничението по номенклатура;
5. идентификатор на господстващия имот, ако има такъв;

6. лицето, в чиято полза е ограничението;

7. основание за създаване на зоната на ограничение (нормативен акт, административен акт или договор);

8. начална и крайна дата за срока на ограничението;

9. данни за правоспособното лице - номер от регистъра на правоспособните лица и наименование/име;

10. схема на зоната на ограничение с данните от т. 1 до т. 5.

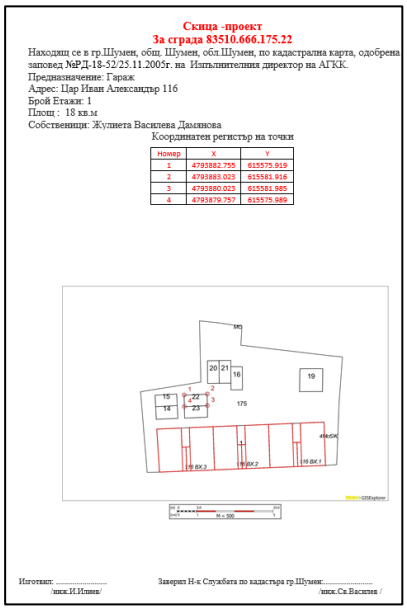
Регистърът на зоните на ограничения се създава и поддържа в цифров вид съгласно приложение № 10 [6] и съдържа:

1. номер на зоната на ограничение;
2. основание за създаване на зоната;
3. вид на ограничението;
4. площ на зоната;
5. идентификатор на господстващ имот, ако има такъв;
6. данни за лицето, в чиято полза е ограничението;
7. срок на действие на ограничението;
8. забележка.

Изменение на данни в кадастралния регистър на недвижимите имоти се извършва въз основа на предоставени документи или идентификационни данни за документи, в случай че за същите има създадени регистри на държавната или общинската администрация, или с тях се удостоверяват данни, които се съдържат в база данни на държавната или общинската администрация.

Службата по геодезия, картография и кадастър нанася в кадастралната карта и кадастралните регистри новите или променените граници на обектите на кадастъра, определени при създаването, обновяването или поддържането в актуално състояние на специализираните карти и регистри на обектите по чл. 6, ал. 4 и 5 [5].

На фиг. 1 е представен пример за скица-проект, изработен от правоспособно лице, за нанасяне на новопостроена сграда в кадастралната карта и кадастралните регситри, представен в СГКК гр. Шумен.



Скица -проект
За сграда 83510.666.175.22

Находящ се в гр.Шумен, общ. Шумен, обл.Шумен, по кадастрална карта, одобрена заповед №РД-18-52/25.11.2005г. на Изпълнителния директор на АГКК.
Предназначение: Гараж
Адрес: Цар Иван Александър 116
Брой Етажи: 1
Площ : 18 кв.м
Собственици: Жулиета Василева Дамянова

Координатен регистър на точки

Номер	X	Y
1	4793882.755	615575.919
2	4793883.023	615581.916
3	4793880.023	615581.985
4	4793879.757	615575.989

Изготвил: .....
/инж.И.Илиев/

Заверил Н-к Службата по кадастъра гр.Шумен:.....
/инж.Се.Василев /

Фиг. 1. Скица-проект за нанасяне на новопостроена сграда в кадастралната карта и кадастралните регситри

Заключение

За изменение на кадастралната карта и кадастралните регситри винаги се подава заявление от правоспособното лице до СГКК, която обслужва територията, на която се извършва изменението. В заявлението се записва вида на изменението, основанието, идентификатора на недвижимия имот, собственика/ците на недвижимите имоти. Към заявлението се прилага скица-проект за изменение, като в скицата-проект при промяна на граници задължително се записват координатите на новите точки и се прилага геодезическото заснемане.

Литература

1. Закон за кадастър и имотен регистър. ДВ бр. 34, 2000.
2. Закон за устройство на територията. ДВ бр. 1, 2001.
3. Закона за наследството. ДВ бр. 22, 1949 г.
4. Закон за собствеността и ползването на земеделските земи., ДВ бр. 17, 1991.
5. Закон за устройство на Черноморското крайбрежие, ДВ бр. 48, 2007.
6. Наредба № РД-02-20-5 от 15 декември 2016 г. за съдържанието, създаването и поддържането на кадастралната карта и кадастралните регистри. ДВ бр. 4, 2017.
7. Наредба № 49 от 5 ноември 2004 г. за поддържане на картата на възстановената собственост, ДВ бр. 102, 2004.
8. Правилник за прилагане на Закона за възстановяване на собствеността върху горите и земите от горския фонд, ДВ бр. 29, 1998.
9. Иванова, Ил. Кадастърът в България. Замисъл и изпълнение.
10. Иванова, Ил. Ръководство за упражнения по кадастър.

http://www.cadastre.bg/ - Агенция по геодезия, картография и кадастър.

THE ROLE OF REMOTE SENSING TO STUDY CLIMATE CHANGE

Neli D. Zdravcheva

University of architecture, civil engineering and geodesy, Sofia, Bulgaria,
neli_z@abv.bg

***Abstract**: The paper examines a number of issues related to alarming climate change in recent years and the recommendations of some progressive scientists to prevent it. The possibilities of modern photogrammetric and remote sensing methods (FRSM) for providing objective, timely and economically effective information about them have been analyzed. Attention is also paid to geographic information systems (GIS), which are an optimal environment for storing, updating and analyzing remotely received data, based on which dependencies and correlations are established between the various factors related to climate change, and mathematical models for their development.*

***Keywords**: photogrammetric and remote sensing methods, GIS, climate change*

РОЛЯТА НА ДИСТАНЦИОННИТЕ ИЗСЛЕДВАНИЯ ЗА ИЗУЧВАНЕ НА КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ

Нели Здравчева

1. Въведение

През последните години в световен мащаб се наблюдават значими тревожни климатични промени (КП) и множество големи природни бедствия, които се явяват реална заплаха за живота и здравето на хората и за равновесието на екосистемите. Много жители на земята изведнъж се превръщат в климатични бежанци и изпитват кошмар, защото са лишени от спокойния си живот и от цялото си имущество. Ето защо разглежданата тема е не просто актуална, но и жизненоважна.

Само преди няколко дни прогресивният световноизвестен учен Егон Чолакян направи няколко спешни обръщения [3] към световните лидери и към всички хора на планетата след скорошното си участие в съвместната сесия на Нобеловия комитет и Националната академия на науките във Вашингтон. В тях той буквално бие тревога, разкривайки истинските и шокиращи причини за глобалното изменение на климата, климатичните аномалии и катастрофите, които ескалират в световен мащаб и изтъква, че основните причини за това са въздействията на космическата енергия върху земята и фактът, че световния океан вече не е в състояние да изпълнява своята функция на естествен „климатик“ и спира да охлажда земните недра (тъй като е пълен с пластмасови отпадъци и множество отровни вещества) и като следствие се натрупва ендогенна енергия.

Трябва да се отбележи, че Егон Чолакян е квалифициран физик в областта на елементарните частици, свързан е с изтъкнатата лаборатория по физика на елементарните частици CERN като участник в разработването на бъдещи технологии за кръгов колайдер. Той сътрудничи и в

организирането на мисията NISAR на НАСА и е член на Международната асоциация на преподавателите по разузнаване и специалист по международно данъчно право. Участвал е в проекта на президента Рейгън за стратегическа отбранителна инициатива. Егон Чолакян е работил общо с четирима американски президенти, а в момента е и лоби федералист в Конгреса на САЩ и се откроява като водещ специалист по въпросите, свързани с изменението на климата и националната сигурност.

2. Накратко за възможностите на ФДМ за осигуряване на информация за климатичните промени

Казано съвсем накратко големите възможности на фотограметричните и дистанционни методи (ФДМ) за осигуряването на информация за климатичните промени и реалното състояние на планетата ни са базирани на завидните технически параметри на съвременните сателити, сензори и изображения, на методите за обработка, на симбиозата между ФДМ и ГИС.

Системите, които се използват за дистанционно изследване на Земята са два основни типа – пасивни и активни. Пасивните използват естествената електромагнитна енергия от Слънцето, а активните сами излъчват сигнали и регистрират техните отражения от изследваните обекти. В първата група попадат оптическите и сканиращи устройства, работещи във видимия и близкия инфрачервен диапазон на електромагнитния спектър. Към втората група се отнасят радиолокационните и лазерни системи за дистанционни изследвания.

Многобройни са съвременните сензори, които формират сателитни изображения с различни характеристики. Те могат да се класифицират в следните основни групи: Оптични датчици със средна и ниска резолюция; Оптични сензори с много висока резолюция; Панхроматични и многоспектърни оптични датчици с висока и средна резолюция; Лазерни скенери; Радарноалтиметърни системи с висока точност; Радиометри за определяне на температурата над сухоземните територии и над океаните; Спектрометърни измервания, осигуряващи данни за качеството на въздуха.

В [2] авторът анализира предимствата и областите на приложение на микровълновите системи за дистанционни изследвания. Те са особено подходящи за осигуряването на информация за климатичните изменения, тъй като предоставят данни по всяко време на денонощието (включително и през нощта) и независимо от атмосферните условия (например и при плътна облачност, дъжд, сняг и т. н). Важна роля за предоставянето на специализирана информация за климатичните изменения играе и използването на мултиспектрални сателитни изображения, които авторът разглежда в [7].

Съвременните фотограметрични и дистанционни методи осигуряват напълно обективна, геометрично вярна, естествено генерализирана, икономически изгодна, повсеместна, достъпна и надеждна геопространствена информация за реалното състояние на земната повърхност и атмосферата. Освен това те са и високотехнологични, високопроизводителни и динамично развиващи се. Поради тези свои предимства понастоящем ФДМ са и незаменими за доставянето на информация и за успешното решаване на широк диапазон от задачи, свързани с изучаването на климатичните промени. Основните сред тях са [1]:

- Осъществяване на мониторинг на факторите, определящи времето (температурни изменения, облачност, въздушни течения, атмосферно налягане и т. н.). Въз основа на тези данни се изготвят различни краткосрочни и дългосрочни прогнози за времето и др.;
- Осъществяване на мониторинг на ледената покривка на земното кълбо (на различните ледени образувания в териториите около двата полюса и в големите езера и водохранилища) с цел изследване на топенето на ледниците и за обезпечаване на необходимата информация за ефективно и безопасно осъществяване на морския транспорт;
- Осъществяване на мониторинг на снежната покривка и осъществяване на контрол на снеготопенето с оглед проследяване на климатичните изменения и за реакции при евентуални

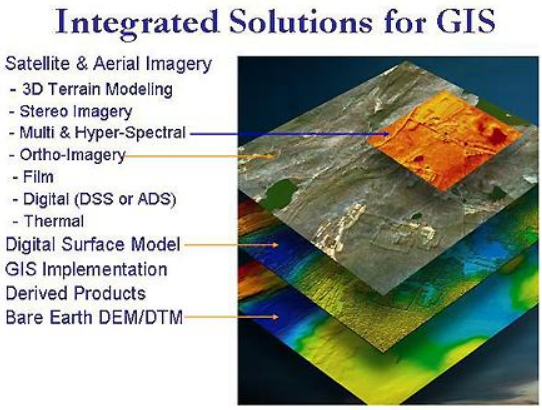
наводнения, за изучаване на влагосъдържанието на почвата, както и на условията за зимен сън на различни растения;

- Осъществяване на мониторинг на различни бедствия и последиците от тях – урагани, тайфуни, бури, вихрушки, прашни бури, цунами, кални реки, лавини, бури, големи емисии на замърсяващи вещества, крупни военни, промишлени, транспортни и други аварии, определяне на пожароопасните периоди и т. н.;
- Осъществяване на надежден екологичен мониторинг, включващ контрол на газовия състав на атмосферата, на аерозолното замърсяване на въздуха, на опустиняването и ерозията на почвата, на реалното състояние на растителността, нефтените и други замърсявания на океани, моретата и вътрешноконтинентални водни басейни и т.н. и т.н.

3. Ролята на симбиозата на ФДМ и ГИС. Модели на КП

В [1] авторът анализира важната роля на съвместното използване (симбиозата) на фотограметричните и дистанционни методи и географските информационни системи (ГИС). Защо е важна тя? Информацията, извлечена от отделни изображения при дистанционните изследвания, макар че сама по себе си е много богата и ценна, се отнася само за конкретен момент. За ефективното изучаване на климатичните промени, понастоящем не се задоволяваме с използването на отделни изображения, карти, схеми, а се нуждаем от множество взаимосвързани, допълващи се и комбиниращи се бази от данни, които да могат своевременно да се актуализират. В тази връзка методите и средата за съхранение, обработване, интегриране и съпоставяне на данните за различните компоненти на околната среда (състоянието на климатичните фактори, качеството на въздуха, разпределението на озона, състоянието на водните площи, ледниците, растителната покривка и т. н.) са от изключителна важност. На сегашния етап идеалната среда и най-доброто съвременно средство за постигането на тези цели се явяват ГИС. Според своя териториален обхват, те могат да бъдат глобални, национални, регионални и с местно предназначение.

Важно предимство на ГИС е, че информацията в тях се съхранява в отделни слоеве (фиг. 1) и че нейният многовременен характер позволяват да се прави проследяване на измененията и по този начин се предоставя възможност за успешно изучаване на динамиката и тенденциите в климатичните изменения.



Фиг. 1. Слоеве от данни в ГИС

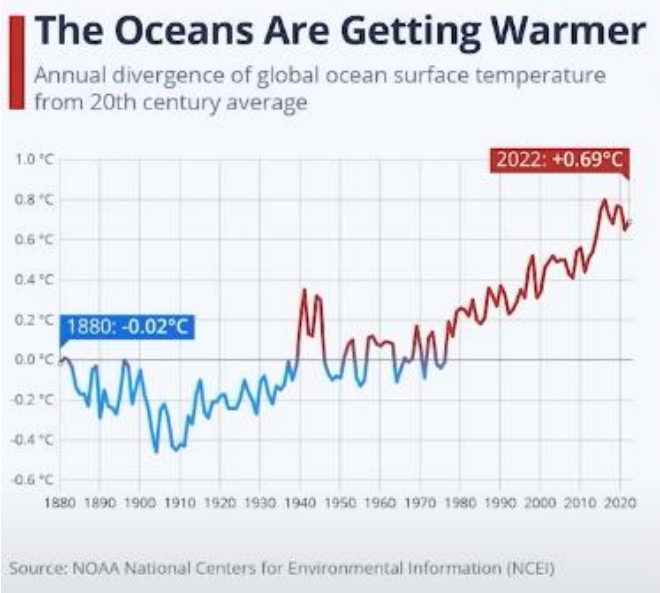
От съвместяването на данните от различните слоеве на ГИС за околната среда и атмосферата може да бъде акумулирана, създавана, синтезирана и извличана принципно нова информация. Освен това, могат да бъдат откривани скрити взаимовръзки и да се получават нови зависимости – например между изсичането на гори и неблагоприятните климатични и екологични изменения на съответните територии. Ето защо ГИС са безценни не само за изготвянето на различни тематични карти, свързани с климатичните изменения, но и за научни и приложни изследвания, свързани с

изготвянето на обективни оценка и експертизи за текущото състояние, както и създаването на математически модели. Те са изключително ценни, тъй като се явяват база за съставянето на прогнози за влиянието на различните фактори (в това число и антропогенните) върху състоянието на климата и околната среда. В ГИС е заложена безценна потенциална способност за генерирането на нова информация и дават възможност за откриване на нови взаимовръзки, зависимости, корелации и закономерности между несвързани на пръв поглед явления в околната среда и данни за тях. Съвременните ФДМ са в състояние да обезпечат основните данни за ГИС на околната среда въз основа на информацията, доставяна от различни сателитни, въздушни, наземни и подводни сензори [1].

На този етап от развитието на науката и техниката ФДМ и ГИС се явяват оптимални средства за осигуряване на актуални и оперативни сведения за реалното състояние на различните компоненти на околната среда. Освен това, те предоставят информацията в удобен графичен и цифров вид, която се визуализира пространствено и лесно може да се използва от различни специалисти. Мисля, че мъдрата мисъл на Сенека, който казва *„Информацията има значение и дава власт само когато е споделена и подходящо разпространена. Информацията сама по себе си няма стойност."* най-красноречиво говори за ролята и предимствата на симбиозата между ФДМ и ГИС за изучването на климатичните промени. Въз основа на фотограметричните и дистанционни методи и многобройни други научни изследвания понастоящем е натрупана ценна информация, касаеща климатичните промени и разкриваща реалното състояние на урбанизираните територии, водните басейни (океани морета, реки, езера и т. н.), горите, температурните изменения, валежите и останалите климатообразуващи фактори [1].

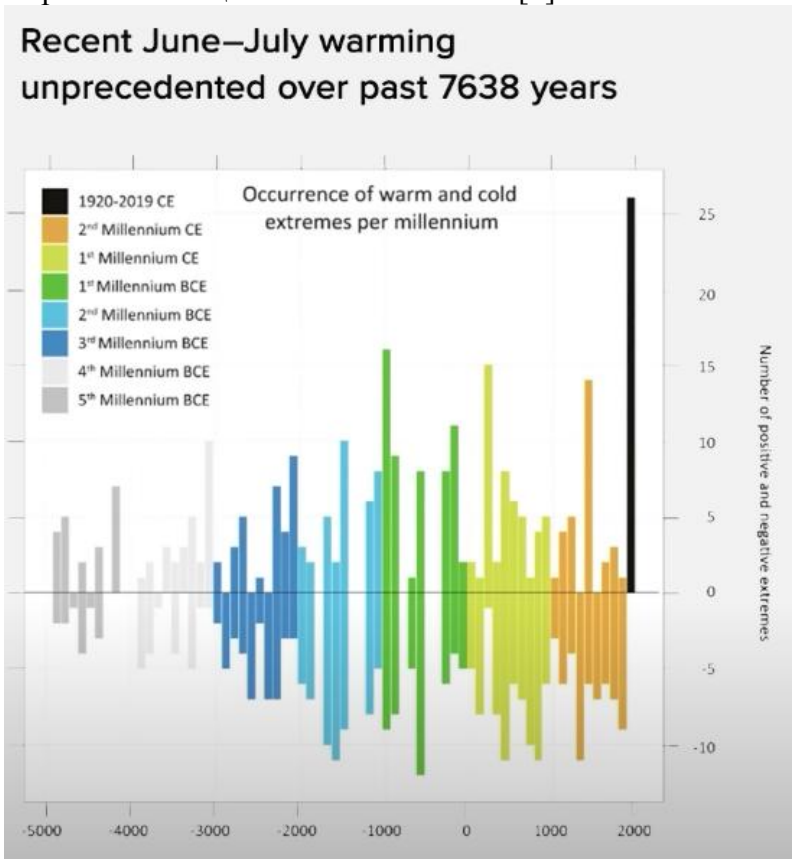
Егон Чолакян анализира модела на повтарящи се климатични катастрофи [4] и с голяма загриженост предупреждава за сериозна заплаха от настъпилите тревожни климатични изменения през последните години. Този уникален математически модел, разкрива геометрична прогресия в нарастването на климатичните катастрофи, които може да доведат до гибелта на човечеството през близките години.

Егон Чолакян изтъква, че тази информация се разкрива за първи път на широката общественост и с огромна загриженост заявява *„Нашата планета е на ръба на самоунищожението и на човечеството му остават само няколко години, за да предотврати предстоящата катастрофа"*. Той обръща специално внимание на няколко критични параметъра. На фиг. 2 може да се види графика, която нагледно показва тенденцията на изменение на количеството топлина, акумулирана в Световния океан [5].



Фиг. 2. Изменение на количеството топлина, акумулирана в Световния океан

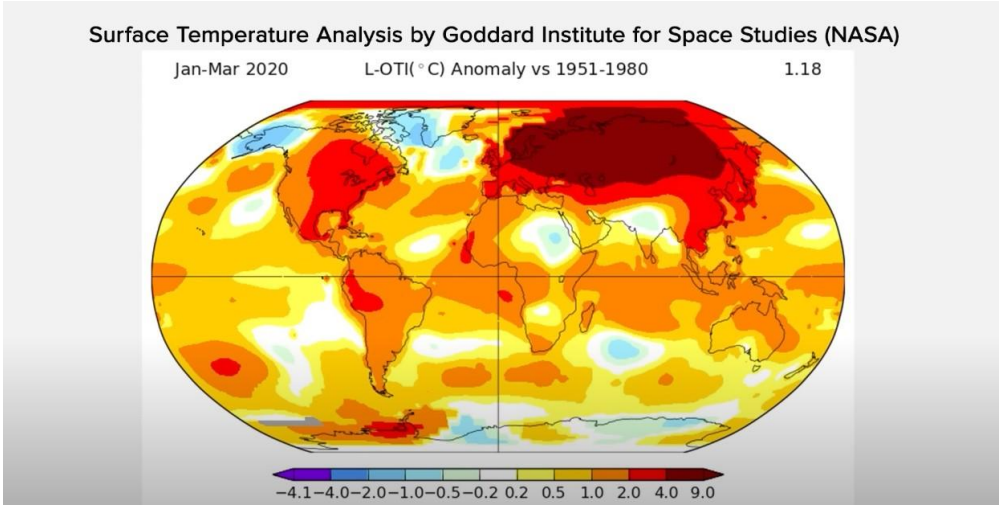
Графиката на Фиг. 3. показва тревожната тенденция на изменение на годишните температурни разлики на повърхността на целия Световен океан [5].



Фиг. 3. Годишни температурни разлики на повърхността на целия Световен океан

И в двете графики данните разкриват ясно изразена тенденция на нарастване на нарушенията на баланса на функциониране на нашата планета, което предизвиква стремително нарастване на броя и силата на екстремни атмосферни явления, включващи урагани, торнадо, необичайни валежи, предизвикващи наводнения, засилване на геодинамичните процеси, водещи до увеличаването на бедствия като земетресения и вулканични изригвания. Освен това, Егон Чолакян потвърждава достоверността на математическите модели за нарастването на тревожните изменения на климата, разработен от международна научна група от прогресивни учени от Allatara, като изтъква, че лично е проверил изчисленията и математическите модели и подчертава, че лично е участвал в разработването на методиката за анализ на достоверността на информацията, която се използва в офиса на директора на ЦРУ на САЩ и на други служби в САЩ и други страни и притежава високо ниво на компетентности, за да потвърди това, което предлагат учените от международното обществено движение Allatara и от международния обществен проект „Съзидателно общество“ [4].

На фиг. 4 може да се видят температурните аномалии на отделните участъци от земната повърхност [6].



Фиг. 4. Температурни аномалии на повърхността на Земята
(отклонения на средната температура спрямо нормалната)

Егон Чолакян алармира, че върху картата има места с температурни аномалии от порядъка на 5 до 7 градуса по Целзий, които се явяват два и повече пъти по-големи от нормалните отклонения (от 2 до3 градуса по Целзий) и тази тенденция се задълбочава. Имайки предвид тези и други подобни модели и изследвания на редица прогресивни учени в своите спешни обръщения [3], отправени както към световните лидери, така и към всички учени и обикновени жители на планетата ни, той не просто призовава, а буквално „бие тревога" и алармира за спешната необходимост от реални действия в следните основни направления [4]:

Изграждане на единен световен научен център, който да обединява всички учени и който да има достъп до всички налични научни лаборатории и институции по целия свят, както и до цялата научна информация, натрупана до сега във всички научни направления и за всички части на планината;

Реално обединение на всички отделни науки и научни направления специалности, тъй като на практика до сега те действат доста изолирано една от друга;

Чолакян посочва, че за да се справи своевременно с чукащите на вратата ни животозастрашаващи климатични промени и за да не се изпусне последния шанс за спасяването на цивилизацията ни е необходимо изграждането на съзидателно общество (на пиедестала на което са опазването и съхраняването Човешкия живот и хармонията и равновесието в природата), което да замени сегашния потребителски формат и консуматорски подход към природа;

Необходимо и осъзнаване на факта, че Земята е единен жив организъм няма как да се „излекува" само на територията на отделни държави, а е необходимо реално обединение на всички за своевременното справяне с тревожните климатични промени (свързани с космическите въздействия, с измененията и процесите, протичащи в земното ядро, с катастрофалното замърсяването на Световния океан и унищожаването на способността му да охлажда планетата ни и т. н.).

4. Заключение

Без съмнение фотограметричните и дистанционни методи осигуряват обективна, своевременна, повсеместна информация за реалното състояние на нашата планета и тя е най-ефективно се съхранява и обработва в средата на ГИС. Но това съвсем не е достатъчно за решаването на неотложните проблеми, свързани с тревожните климатични промени.

Егон Чолакян със загриженост предлага единственото жизнеспособно и научно обосновано решение, налично днес, което може да ни спаси от глобална климатична катастрофа и подчертава, че трябва спешно да се предприемат действия, докато все още има шанс да променим ситуа-

цията [4]. Голям проблем е, че тази информация (за реалното състояние на нашата планета и математическите модели на климатичните промени, които за съжаление се влошават експоненциално) не са достояние на широката общественост. Отговорността на всеки човек огромна, а опазването на живота е висш тест за хуманност.

И тъй като, образно казано, „къщата ни гори", за да се справим с тревожните климатични промени и с останалите наболели проблеми, човечеството като цяло трябва спешно да преосмисли своята ценностна система и да се откаже от концепцията за финансови богатства и власт на всяка цена и дори за сметка на щастливия Човешки Живот на всеки жител и екологичното равновесие в природата [1]. Необходима е интеграция и интердисциплинарно сътрудничество, обхващащо широк кръг от научни, правителствени, обществени и други органи и организации, за да се съхрани животът на нашата синя планета Земя, която ни дарява въздух, вода, храна и живот и е нашият единствен дом. Политиката, богатствата, науката, технологиите и всичко останало в нашия живот не биха имали никакъв смисъл, ако противостоят на тази висша общочовешка и планетарна и цел.

Литература

1. Здравчева Н. Д., „Приносът на ФДМ и ГИС за изучаването на глобалното затопляне", „Геомедия" бр. 1, януари - февруари 2017 г.
2. Здравчева Н. Д., „Предимства и приложения на микровълновите радиолокационни систе-ми за дистанционни изследвания", статия в списание „Геодезия, Картография Земеустройство" бр.1-2/2022, ISSN 0324.
3. Cholakian, Egon, SaveScience Collaborative http://earthsavesciencecollaborative.com.
4. Cholakian, Egon Global Climate Threat: Urgent Address to the World Science Community https://www.youtube.com/watch?v=1NxoQUpvEJg.
5. Cholakian Egon, Urgent Appeal: Engaging Biden, Xi Jinping, and Putin for Immediate Action, https://www.youtube.com/watch?v=dKBOEZPKfeg .
6. Cholakian, Egon The Siberia Card: We Are Holding A Very Dangerous Hand, https://earthsavesciencecollaborative.com/.
7. Zdravcheva N., Hyperspectral environmental monitoring, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, EKO Varna, 2019IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering614 (2019) 012014IOP Publishingdoi:10.1088/1757-899X/614/1/012014.

ENVIRONMENTAL MONITORING BASED ON PHOTOGRAMMETRY AND REMOTE SENSING

Neli D. Zdravcheva

University of architecture, civil engineering and geodesy, Sofia, Bulgaria, neli_z@abv.bg

***Abstract**: The paper analyzes the role of modern photogrammetric and remote sensing methods (FRSM) for the implementation of reliable environmental monitoring at different levels. Special attention is paid to the use of multispectral space photographs in this direction. It is concluded that the remotely received data can be successfully used to solve many scientific and applied tasks in the field of ecological monitoring for the purposes of agriculture and forestry, to study the real state of various ecosystems, to create expert assessments, models and forecasts, for making timely management decisions for the protection of the population and territories in the event of disasters and accidents, etc.*

***Keywords**: photogrammetric and remote sensing methods, GIS, multispectral images, ecological monitoring*

ЕКОЛОГИЧЕН МОНИТОРИНГ, БАЗИРАН НА ФОТОГРАМЕТРИЧНИ И ДИСТАНЦИОННИ МЕТОДИ

Нели Здравчева

1. Въведение

Понастоящем осъществяването на своевременен и обективен екологичен мониторинг е не просто самоцел, а жизненоважна важна необходимост. Още в първия принцип на Декларацията на конференцията на ООН по околната среда и развитието от Рио-де-Жанейро [2] се постулира, че „Грижата за хората заема централно място в усилията по обезпечаване на устойчивото развитие. Те имат право на здравословен и плодотворен живот в хармония с природата."

Само преди няколко дни прогресивният световноизвестен учен Егон Чолакян отправи три последователни спешни обръщения [4, 5], адресирани както до лидерите на световните сили, така и до всеки обикновен човек, който иска да живее. В тях многократно подчертава, че животът на цивилизацията ни е в опасност заради тревожните климатични промени и че една от основните причини за това е фактът, че световният океан вече не е в състояние да изпълнява своята функция на естествен „климатик", който охлажда Земята, тъй като е пълен с пластмасови отпадъци и множество отровни вещества [5]. В това отношение обезпокояваща и тревожена е тенденцията на все по-интензивно и безотговорно използване на природните ресурси, което предизвиква нарушаване на баланса и равновесието в различните екосистеми и ги замърсява във все по-значителна степен.

2. Същност на екологичния мониторинг

Самият термин *мониторинг* (от латински *monitor* – предупреждение) се използва за първи път през 1971 г. в препоръките на специалната комисия към ЮНЕСКО (така наречения научен комитет по проблемите на околната среда). А през 1972 г. на международната конференция в Стокхолм е направено предложение за създаването на Глобална система за мониторинг на околната среда, като тогава е било решено под мониторинг да се разбира системата за непрекъснато наблюдение, измерване и оценка на състоянието на околната среда. По-късно системата на мониторинга е била разширена, като в нея се добавя нов етап – вземане (предприемане) на управленски решения. Понастоящем екологичният мониторинг се дефинира като информационна система за наблюдение, оценка и прогнозиране на промените в състоянието на околната среда, създадена с цел да се определи антропогенният компонент на тези изменения на фона на природните процеси [1].

Съвременният екологичен мониторинг трябва да осигурява реализирането на две основни цели [1]:

1. Постоянна оценка на степента на „комфорт" на средата на обитаване според нуждите на хората и на останалите живи същества (биологичните обекти);

2. Предоставяне на информация за целите на прогнозирането, моделирането и предприемането на управленски решения.

Накратко може да се каже, че по своята същност съвременният екологичен мониторинг е своеобразна информационна база и основа за извършването на редица екологични дейности – за оценяване и контролиране на състоянието на околната среда, изготвяне на прогнози и екологични експертизи, оценяване на въздействието на различни фактори върху екосистемите, за вземане на оптимални управленски решения, за екологичен одит, за предприемане на превантивни мерки за организация на мероприятията в случай на аварии и при бедствия, за научни изследвания и мн. др. Трябва да се подчертае, че системата за екологичен мониторинг не трябва да се разглежда и да се ограничава само до набавянето на различна информация за състоянието на околната среда. Екологичният мониторинг сам по себе се явява вид изследване, което включва няколко етапа – събиране, систематизиране, организиране, анализиране на данни, прогнозиране и предприемане на управленчески решения [2].

Осъществяването на постоянен мониторинг е необходимо условие и основополагащ фактор за функционирането на кадастралните системи, геоинформационните системи, на системите за анализ на различните екосистеми и т. н. Понастоящем са известни множество подходи по отношение на класификацията на видовете екологичен мониторинг. Тя може да се направи по различни показатели – според същността и характера на решаваните задачи, в зависимост от нивото на организация на доставяната информация, според природната среда, на която се извършват наблюденията и т. н. [2]

3. Ролята на ФДМ за осъществяването на екологичен мониторинг

Съвременните фотограметрични и дистанционни методи (ФДМ) се явяват практически без алтернативни средства за осъществяването на регулярен екологичен мониторинг както на регионално, така и на глобално ниво [2]. Данните от него играят важна роля за вземането на навременни управленски решения за защита на населението и за множество различни научни и приложни изследвания – създаването на експертни оценки, модели на бедствията, прогнози и т. н. Големите възможности на ФДМ са базирани на завидните технически параметри на съвременните сателити, сензори и изображения, на методите за обработка и т.н.

Голямо предимство е симбиозата между съвременните дистанционни изследвания и географските информационни системи (ГИС). Те предоставят уникална възможност за съхранение, натрупване, съпоставяне на голям обем от данни и позволяват генерирането на нова информа-

ция (която надхвърля многократно механичния сбор от данните за отделните параметри на околната среда). Казано с други думи, чрез тях може да се установяват неизвестни зависимости и закономерности между отделните елементи на екосистемите.

Накратко може да се обобщи, че понастоящем най-информативните и ефективни методи за решаване на многобройните задачи за дистанционно изследване на Земята се основават на анализа, измерването и тематичното интерпретиране на изображения, получени от множество сензори, работещи в различни честотни области и монтирани на сателити. Много съвременни спътници се изстрелват специално за доставянето на разнородна геофизична информация, която се използва за научно-приложни изследвания на околната среда и нейните природните ресурси, а така също и за оценка на реалното ѝ състоянието в почти реално време.

В [6] авторът анализира подробно постиженията на хиперспектралния екологичен мониторинг, който се явява една иновативна област от дистанционните изследвания и който играе важна роля и за изуването на различни природни бедствия.

Трябва да се изтъкне, че дистанционните методи са обектно ориентирани, което ще рече, че решаването на всичките приложни и научно-изследователски задачи трябва да е съобразено преди всичко с конкретните особености на изучаваните обекти.

В качеството на пример за дистанционно доставяне на данни за осъществяването на екологичен мониторинг може да се посочи направения от автора експеримент [7] за дистанционно изследване на реалното състояние на растителността на част от територията на българското Черноморие. За тази цел са използвани мултиспектрални изображения, направени със Сентинел-2А в 12 канала.

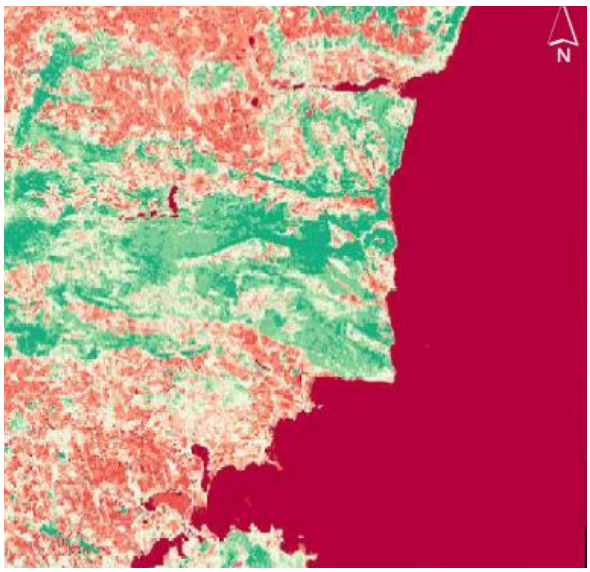
В конкретния случай за територията на българското Черноморие е избрана RGB визуализация, получена от червения, зеления и синия канали. Така полученото резултатно изображение може да се види на фиг. 1.

Фиг. 1. Синтезирано изображение на територията на българското Черноморие в естествени цветове

Мултиспектралните изображения са подложени на предварителна обработка с оглед повишаване на качеството на техните радиометрични характеристики (която включва оптимизиране на хистограмите им, промяна на контраста, яркостта, изчистване на шумовете и т. н.). Получените от Сентинел-2А изображения са в координатна система WGS84, UTM проекция и координати са географска ширина и дължина.

Използваните за експеримента снимки са орторектифицирани след заснемането при обработка им в контролните наземни центрове на Сентинел. След извършването на разгледаните

преобразувания и на предварителната подготовка са генерирани нови изображения въз основа на спектрална обработка чрез използването на вегетационни индекси. На фиг.2 може да се види новосъздадено изображение въз основа на вегетационния индекс NDVI [7].



Фиг. 2. Новосъздадено изображение въз основа на вегетационния индекс NDVI на част от територията на българското Черноморие

Върху класическата сателитна снимка заснетата растителност се разпознава добре по нейните ареали, които са оцветени в различни нюанси на зеленото – естествения цвят на листната маса. Изображенията, получени в резултат на мултиспектралния анализ, със стойностите на вегетационния индекс NDVI, традиционно изглеждат като черно-бели изображения с 256 степени на сивото.

Обикновено, за да се подобри онагледяването и за да се улесни разчитането на крайните резултати се използва някаква гама от цветове. Най-често стойностите на вегетационния индекс NDVI се визуализират в цветовата гамата от червено, през жълто и зелено.

Интерпретацията на интервалите от стойностите на вегетационния индекс NDVI за конкретната визуализация на изследваната територия е показана в табл. 1 [7].

Табл. 1. Интерпретация на стойностите на вегетационния индекс NDVI

NDVI	**ИНТЕРПРЕТАЦИЯ**
0 – 0-1	Гола растителна покривка
0.1 – 0.2	Почти липсваща растителна покривка
0.2 – 0.3	Много ниска растителна покривка
0.3 – 0.4	Ниска растителна покривка
0.4 – 0.5	Средна растителна покривка
0.5 – 0.6	Средна растителна покривка
0.6 – 0.7	Средно висока растителна покривка
0.7 – 0.8	Висока растителна покривка
0.8 – 0.9	Много висока растителна покривка
0.9 – 1	Изцяло растителна покривка със здрава растителност

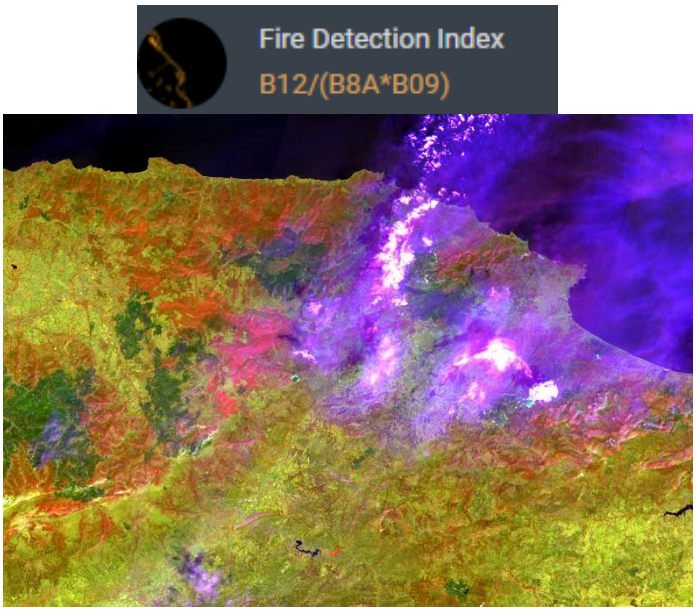
Както се вижда от новосъздадено изображение и от Табл.1., високите стойности на вегетационния индекс NDVI, характеризиращи районите с гъста растителна покривка, върху новосъздаденото изображение са изобразени в наситено зелен цвят, а площите, лишени от растителност

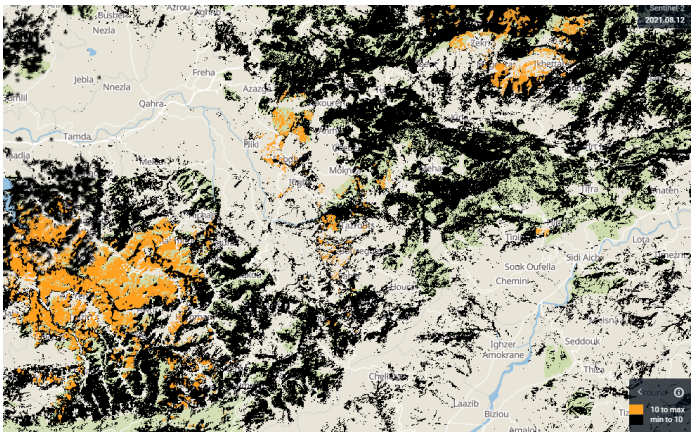
(като например антропогенните обекти, голите скали, разораните ниви и т.н.) са изобразени с наситено червен цвят.

В качеството на друг пример за екологичен мониторинг може да се посочи направеният от автора експеримент [3] за дистанционно изследване на опожарени територии чрез спектрална обработка на мултиспектрални изображения. На Фиг. 3. може да се види изображение от спътника Сентинел-2А на пожара от 12 август 2021 г. в Гърция.

Фиг. 3. Изображение от спътника Сентинел- 2А на пожара в Гърция от 12 август 2021 г.

На следващата фиг. 4. са показни съответно новосъздаденото изображение, получено в резултат на спектрална обработка въз основа на спектралния индекс за пожари NBR [3] и тежестта на изгарянето (разликите dNBR) – на част от опожарените територии в Гърция, 12 август 2021 г.





Фиг. 4. Новосъздадено изображение, получено въз основа на спектралния индекс за пожари NBR и тежестта на изгарянето (dNBR) – пожар в Гърция, 12 август 2021 г.

4. Заключение

През последните години в световен мащаб се наблюдава увеличаване на броя, честотата и интензивността на природните бедствия и мащаба на наболелите екологични проблеми. В тази връзка осигуряването на навременна и надеждна информация за тях е от изключителна важност.

Съвременните ФДМ се явяват обективни, удобни и достъпни средства за осъществяването на регулярен екологичен мониторинг както на регионално, така и на глобално ниво. Данните от него играят важна роля за вземането на навременни управленски решения за защита на населението и за множество различни научни и приложни изследвания – създаването на експертни оценки, модели на бедствията, прогнози и т. н. Те позволяват да се определи не само състоянието на съответните екосистеми в момента на бедствията, но и за изучаването на динамиката, т. е. за осъществяването на мониторинг на възстановяването на съответните територии. За целта е необходимо да се правят многократни последващи заснимания. Получената информация дава възможност за дистанционно създаване на множество продукти като планове, карти, ГИС слоеве, статистически модели и други.

Литература

1. Горшков М.В., Экологически мониторинг, Владивосток, ТГЭУ, 2010г.
2. Здравчева Н. Д, Съвременни средства за екологичен мониторинг - УАСГ, Втора научно-приложна конференция с международно участие „Управление на проекти в строителството“ 5 - 6 ноември, 2015г.
3. Здравчева, Н.Д., Дистанционно доставяне на данни за природни бедствия, 32 междуна-ро-ден симпозиум „Съвременните технологии, образованието и професионална-та практика в гео-дезията и свързаните с нея области“, 2022год.
4. Cholakian, Egon, SaveScience Collaborative http://earthsavesciencecollaborative.com.
5. Cholakian, Egon Global Climate Threat: Urgent Address to the World Science Community https://www.youtube.com/watch?v=1NxoQUpvEJg.
6. Zdravcheva N., Hyperspectral environmental monitoring, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, EKO Varna, 2019IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering614 (2019) 012014IOP Publishingdoi:10.1088/1757-899X/614/1/012014д.
7. Zdravcheva, Neli D, Remote sensing of the state of the vegetation cover of the territory of the bulgarian black sea, Journal scientific and applied research, Volume 23, 2022, p. 33-38, ISSN 1314-6289.

APPLICATION OF DIGITAL PHOTOGRAMMETRY FOR TYING UP THE ARTILERY'S BATTLE FORMATION AND FIRE CONTROL USINUG UAVS

Dimitar Petrov

Department Artillery and Geodesy Air Defense and Communication and Information Systems faculty – Shumen / NMU "Vasil Levsky"

***Abstract**: The idea of using UAVs for military purposes has a centuries-old history. The modern development of this industry, however, in combination with digital photography, creates new opportunities for the application of the forgotten photogrammetric techniques and methods in the management of troops and especially of artillery at a tactical level.*

***Keywords**: digital photogrammetry, plan and perspective aerial photographs, unmanned aerial vehicle, artillery*

ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЦИФРОВАТА ФОТОГРАМЕТРИЯ ЗА ПРИВЪРЗВАНЕ БОЙНИЯ РЕД НА АРТИЛЕРИЯТА И УПРАВЛЕНИЕ НА ОГЪНЯ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА БЕЗПИЛОТНИ ЛЕТАТЕЛНИ АПАРАТИ

Димитър Петров

Факултет по Артилерия, ПВО и КИС гр. Шумен - Катедра Геодезия

Увод

Въпросът с прилагането на фотограметрията като наука и практика в интерес на войските и особено на артилерията не е нов. В това число в миналите години на Българската армия съществуват редица примери – както по отношение на организационно щатния състав, така и по отношение на приетата на въоръжение фотограметрична техника използвани за решаването на поставените в тази насока задачи.

За съжаление, по една или друга причина в настоящия момент натрупаният в това отношение опит не се прилага. Причините са комплексни – както организационни, така и технологични. Може би една от тях се корени в масовото прилагане на космическото разузнаване и космическите технологии, което позволява провеждането на много ефективно разузнаване на противника и откриване на целите за поразяване. Изхождайки от тази гледна точка и особено от възможността за определяне на точното местоположение на важни от стратегическа и оперативна глед-

на точка цели и насочване на поразяващи удари към тях (особено въздушни) използваните за целта космически изображения на сегашния етап са незаменими.

Не така стои въпросът в тактически план. Поради ред прични, които са предмет на отделно изследване и систематизация, използването на космическите изображения не е достатъчно ефективно особено когато е необходимо това да се извършва в реално време или т.н. on-line режим. Това се отнася както по отношение на сроковете за топогеодезко привързване на бойния ред на артилерията, така също и особено при определяне на координатите на появяващите се тактически цели за поразяване в хода на боя.

В по-натъшното изложение е представен един иновативен подход за ефективно решаване на поставения проблем с прилагането на цифрова фотограметрична технология базирана на аерофотоснимки получени с безпилотен летателен апарат.

1. Методологически подход за решаването на проблема.

По своята същност прилагането на фотограметрията в т.ч. и цифровата фотограметрия като теория и практика за определяне на геопространствени данни за обектите от земната повърхност е така да се каже рутинен процес и в това няма нищо ново [2]. Това обаче се отнася за случаите когато при изпълнението поставените за постигане с помощта на тази технология задачи не се изпитва дефицит на време и изследваната територия е достъпна т.е. не е противникова. Проблемът е, че в класическия случай фотограметричната обработка на блок аерофотоснимки в зависимост от неговия обем и качество на снимките изисква сравнително продължителен период от време и електронно изчислителна техника притежаваща сериозни изчислителни ресурси.

Не така стои въпросът с изпълнението на тези задачи в бойни условия. В тези случаи времето винаги е дефицит, обектите чиито координати трябва да бъдат определени се намират на противникова (недостъпна) територия, а и на терен непосредствено до фронтовата лини не винаги е налице високо производителна изчислителна техника.

Успешното решаване на този въпрос се определя от два основни факта:

1. Наличие на безпилотни летателни апарати използвани за придобиване на аерофотоснимки с висока разделителна способност и снабдени със RTK и IMU системи за определяне елементите на външно ориентиране на снимките в реално време;
2. Възможности на цифровата фотограметрична технология да обработва отделни малки групи аерофотоснимки с произволни ъгли на наклона.

Тези предпоставки позволяват да се приложи следния методологически подход за решаване на задачата по привързване на бойния ред на артилерията и определяне координатите на противниковите цели чрез фотограметрична обработка на аерофотоснимки получени с БЛА. Неговата същност се заключава в следното:

1. С помощта на БЛА снабден с RTK и IMU се извършва аерофотографиране в ограничен обем – няколко аерофотоснимки – планови за района на разполагане на бойния ред на артилерийското подразделение и перспективни за територията на предния край на противника;
2. Получените аероснимки заедно с техните елемнти на външно ориентиране получени с помощта на RTK и IMU в процеса на аерофотографиране се подлагат на съкратена процедура за цифрова фотограметрична обработка;
3. Обектите на интерес (огневи позиции, ориентири и цели) се дешифрират върху аероснимите и чрез измерване на техните образни координати прилагайки съкратени фотограметрични процеси (права фотограметрична засечка) се определят търсените геодезически координати.

2. Описание на експеримента

Експерименталното изследване относно практическата възможност и ефективността от прилагането на предложения метод е извършено чрез обработка на планови и перспективни аерофотоснимки за различни територии получен с БЛА Phantom-4 Pro имащи известни елементи на външно ориентиране (ЕВнО).

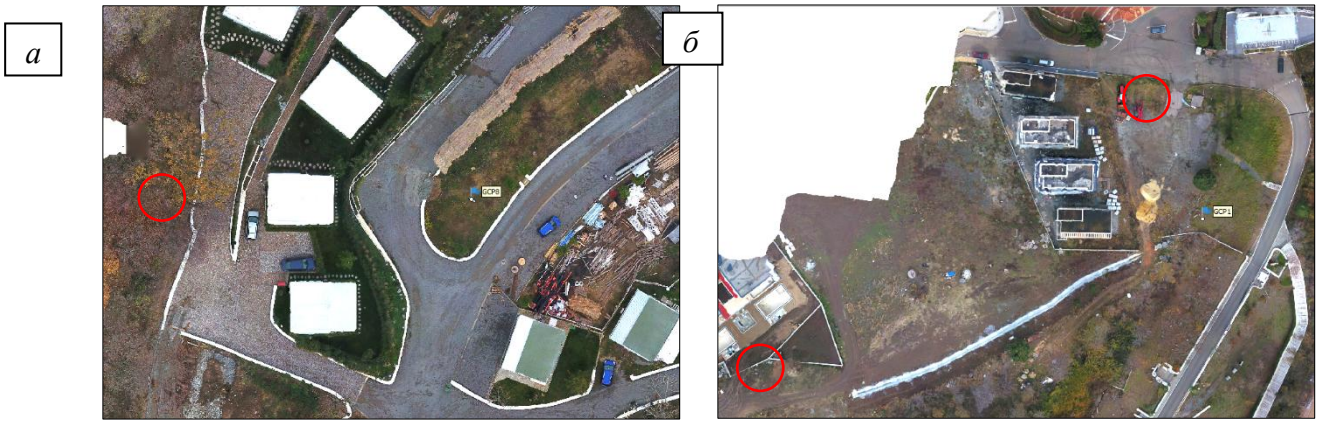
По разбираеми причини аерофотоснимките (фиг. 1. и фиг. 2.) са получени чрез фотографиране на граждански зони и върху тях няма изобразени военни обекти, но това в никаква степен не намалява достоверността на експеримента.

Чрез обработката на плановите снимки е симулиран процеса по топогеодезическо привързване бойния ред на артилерийското подразделение разположено на собствена територия, а чрез обработката на перспективните снимки е симулиран процеса на определяне на координати на цели разположени на противникова територия.

Фигура 1. Стереодвойка планови снимки и избрана обект за топогеодезическо привързване върху тях

Фигура 2. Стереодвойка перспективни снимка и избрани цели върху тях

Получените в резултат на обработка по тези снимки данни за обектите – геодезически координати X,Y,H в К.С. UTM Z35 Nord са сравнени с техните координати в същата система, но получени в резултат на изпълнението на пълния цикъл на фотограметричната тобработка (подреждане на снимките, изчисляване елементите на външно ориентиране, формиране на плътен облак от точки, формиране на цифров модел на релефа, създаване на орторектифицирано изображени и отчитане на координати и височини) – фиг. 3а. и 3б.

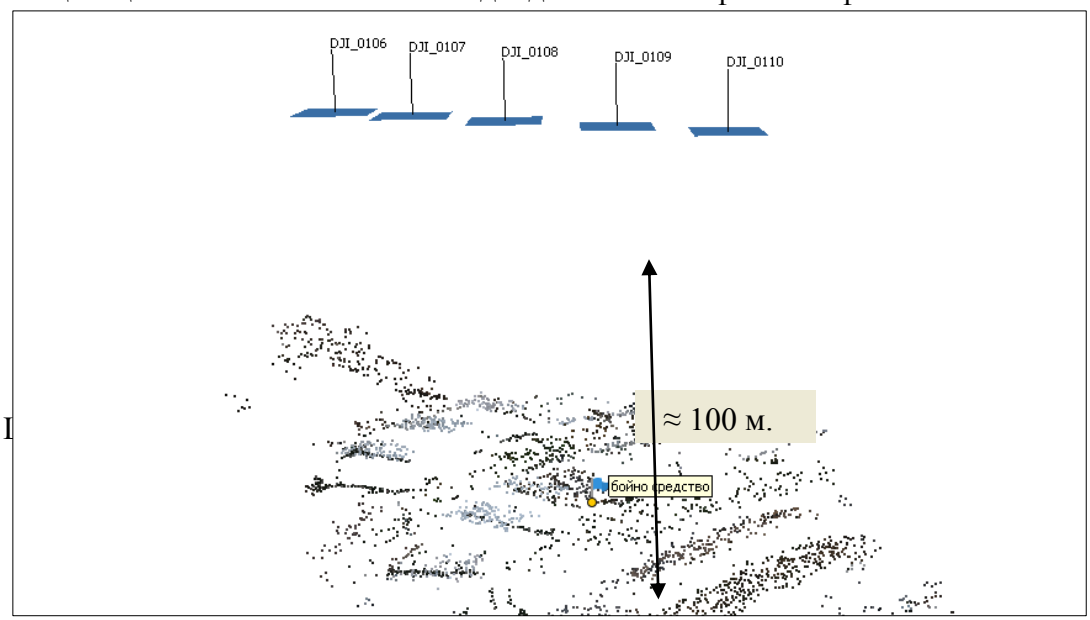


Фигура 3. Изображение на обектите върху георефериране ортофото изображение получено след пълен цикъл на фотограметрична обработка.
а) обект разположен на стереодвойката планови снимки
б) обекти разположени на стереодвойката перспективни снимки

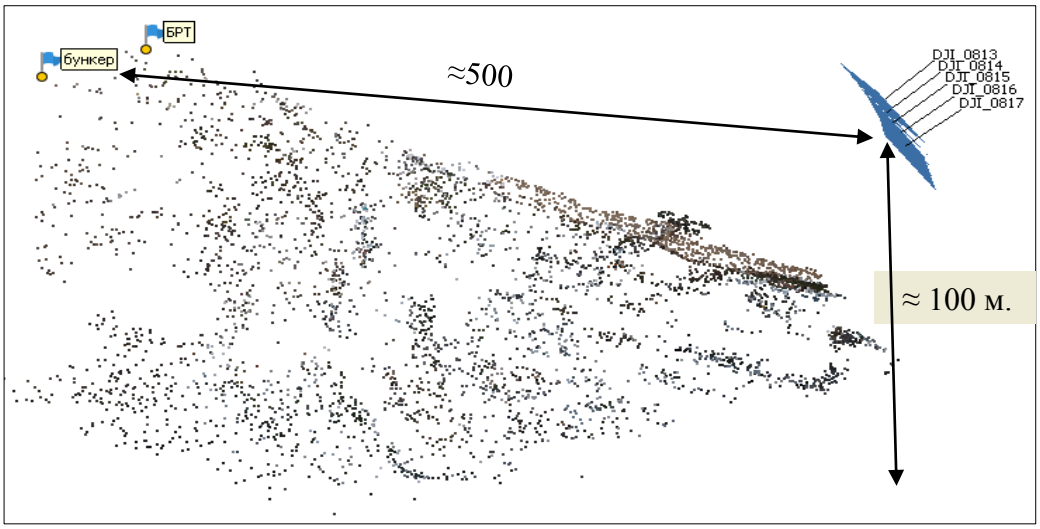
Фотограметричната обработка е направена в средата на програмния продукт Agisoft Metashape Professional и включва следните етапи:

- зареждане на аерофотоснимките;
- въвеждане на елементите на външно ориентиране като външен текстови файл или EX-IF мета данни;
- взаимно ориентиране на аерофотоснимките и получаване на разреден облак от точки;
- измерване на образните координати на обектите от снимката най-малко върху две съседни снимки;
- извеждане на резултатите във вид на текстов файл.

Основният етап от фотограметричната обработка на плановите и перспективните снимки отразяващ същността на използвания подход е показа на фиг. 4. и фиг. 5.



Фигура 4. Обработка на плановите снимки



Фигура 5. Обработка на перспективните снимки

3. Получени резултати и изводи

Както е отбелязано по-горе експериментът е проведен чрез обработка на аерофотоснимки получени с БЛА Phantom-4 получени в процеса на аерофотографиране изпълнявано със съвсем други цели. Независимо от това получените резултати недвусмислено доказват, че са налице технологични възможности за използването на перспективни и планови снимки получени с БЛА за решаване на задачите по топогеодезическото привързване на бойния ред на артилерията и управлението на огъня.

В Таблица № 1 и Таблица № 2 са показани резултати получени в резултат на цифровата фотограметрична обработка на аерофотоснимки съдържащи няколко различни обекта симулиращи следните практически ситуации:

- Таблица № 1 - резултати получени след обработка на планови снимки (фиг. 4.). По тези снимки следва да се определят координатите на обекти от бойния ред разположение на собствена територия – т.е. територия над която БЛА може да лети безпрепятствено без опасност от поразяване.

Координати получени по планови снимки (боен ред на собствена територия) Таблица №1

Вид обект	Изчислени координати			Истински координати			Координатни разлики		
	$X_{изч.}$	$Y_{изч.}$	$H_{изч.}$	X	Y	H	□ΔX□	□ΔY□	□ΔH□
1	4698824.19	553043.18	15.1	4698824.24	553043.16	14.2	0.05	0.02	0.9
2	4698875.13	553002.27	30.8	4698875.58	553001.51	30.5	0.45	0.76	0.3
3	4698872.24	553046.34	18.6	4698872.80	553045.72	18.0	0.56	0.62	0.6
4	4698840.62	553015.72	21.6	4698840.87	553014.96	21.1	0.25	0.76	0.5

- Таблица № 2 - резултати получени след обработка на перспективни снимки (фиг. 5.). По тези снимки следва да се определят координатите на обекти от бойния ред на противника – цели за поразяване разположение на противникова територия – т.е. територия над която БЛА не може да лети безпрепятствено и има голяма опасност от поразяване.

Координати получени по перспективни снимки (противникова територия) Таблица №2.

Вид обект	Изчислени координати (м)			Истински координати (м)			Координатни разлики (м)		
	$X_{изч.}$	$Y_{изч.}$	$H_{изч.}$	X	Y	H	□ΔX□	□ΔY□	□ΔH□
мишена	4699025.55	553221.96	27.8	4699031.78	553223.25	21.4	6.23	1.29	+ 6.4
танк	4699022.56	553170.82	32.1	4699024.74	553170.25	24.6	2.18	0.57	+ 7.5
бункер	4698948.60	553090.39	33.3	4698949.10	553089.19	28.8	0.50	1.20	+ 4.5
НП	4698877.88	553045.15	23.8	4698877.25	553044.60	20.5	0.55	0.55	+ 3.3

Анализирайки поместените в таблици 1 и 2 резултати могат да бъдат направени следните важни изводи:

1. В резултат на обработката на отделни стереодвойки аерофотоснимки получени чрез аерофотографиране с БЛА прилагайки цифровата фотограметрична технология е възможно с достатъчна точност (отговаряща на нормативните изисквания по ТГО [1]) да бъдат определяни координатите на елементите от бойния ред на не само на артилерията, но и всички родове войски;

2. За получаването на надеждни резултати в съкратени срокове могат да се използват както планови така и перспективни аероснимки получени чрез фотографиране с БЛА снабдени със системи RTK и IMU;

3. Определено точността на определена на координатите по переспективните снимки е по-ниска от тази постигната при използването на плановите снимки, но отчитайки увеличаването на показателя GSD за по далечните обекти изобразени върху аероснимката това е напълно логично. Тук прави впечателние значително по-голямата грешка при определенето на височините и особено това, че разликата винаги е положителна и има характер на систематична. Този факт се нуждае от допълнително изследване, но най-вероятно се дължи на рефракцията на светлината.

4. Обхватът на перспективните снимки – респективно дълбочината на откриване и последващо координиране на противниковите цели зависи от височината на фотографиране, ъгъла на наклона на оптичната ос на аерокамерата и фокусното разстояние на обектива;

5. Основната съставяща на времето необходимо за геодезическото привързване на противниковите цели се определя от времето за получаването на аерофотоснимките (излитане, аерофотографиране, транслация на снимките).

6. Освен високата точност на получаваните резултати, другото важно преимущество на предлагания подход е краткото време необходимо за изпълнението на задачата. Това се предпоставя от факта, че не се налага продължителен полет за площно или ивично аерофотографиране, а е достатъчно за броени минути полет да се получат няколко (две или три) снимки в обхвата на целта (целите) разположени на противниковата територия.

7. Проведеният експеримент и резултатите от него са конкретен повод за преценка на необходимостта от формирането на специални фотограметрични звена за обслужването на артилерийските подразделения с използването на фотограметрични дронове и не скъп и лесно достъпен фотограметричен софтуер.

Литература:

1. Наставление по Топогеодезическо осигуряване на войските;
2. Беджева Моника Бориславова. Съвременни технологии за цифрова фотограметрия – монография, Национален военен университет "Васил Левски", Велико Търново 2022 ISBN - 978-954-753-349-3;

CREATION OF GROUND CONTROL POINTS FOR PHOTOGRAMMETRIC RECORDING FOR THE PURPOSES OF MAPPING THE NORTHERN SIDE OF STARA PLANINA

Tanislav H. Tanev, Georgi H. Tanev

Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems, National Military University, Shumen, Bulgaria, tanislav91@gmail.com, georgi91@gmail.com

***Abstract**: Aerial orthophoto-surveying is used in areas where it is necessary to provide geospatial ground data to create a map and elevation model. This material aims to show the usage of GCP in photogrammetric imagery for mapping purposes.*

***Keywords:** Photogrammetry; Map; Geographic data; GCP ; GNSS.*

СЪЗДАВАНЕ НА НАЗЕМНИ КОНТРОЛНИ ТОЧКИ ЗА ФОТОГРАМЕТРИЧНО ЗАСНЕМАНЕ ЗА ЦЕЛИТЕ НА КАРТОГРАФИРАНЕТО НА СЕВЕРНАТА СТРАНА НА СТАРА ПЛАНИНА

Танислав Х. Танев, Георги Х. Танев

Въведение

Фотограметричното заснемане е ключов процес в съвременната картография и геодезия. Този процес позволява създаването на точни и подробни карти и модели на земната повърхност, които са от съществено значение за планинските райони. Една от основните стъпки във фотограметричния процес е установяването на наземни контролни точки, които служат като референтни точки за катографирането на планински райони и георефериране на аерофотоснимките. Този доклад ще обясни важността на създаването на такива контролни точки и ще представи методи и процедури, използвани за тяхното създаване[8],[9],[10],[14].

1. Наземни контролни точки (GCP)

1.1. Значение на контролните точки

Контролните точки представляват геодезични точки с известни географски координати и височина, които се използват за свързване на аерофотоснимките със световната координатна система. Те играят ключова роля в увеличаването на точността и надеждността на картите и моделите, произведени посредством фотограметрия [11].

1.2. Източници на данни за контролни точки

Контролните точки представляват геодезични точки с известни географски координати и височина, които се използват за свързване на аерофотоснимките със световната координатна система. Те играят ключова роля в увеличаването на точността и надеждността на картите и моделите, произведени посредством фотограметрия [11].

Данните за контролни точки могат да бъдат събрани от различни източници, като глобани навигационни системи (GPS), тригонометрични измервания, и други. Съчетаването на тези данни позволява създаването на точни и надеждни контролни точки.

Изборът на контролните точки се извършва върху плана на летене, като е необходимо да се съобрази техния оптимален брой в съответствие с изискването да попадат в зоната на напречно застъпване между ивиците. За постигане на висока геометрична точност и точно ориентиране са необходими съответния минимум контролни точки, които да бъдат равномерно разпределни по обекта.

В избраният район за заснемане, се създават контролни точки, като техните координати се снемат с помоща на Глобална Навигационна Сателитна Система (ГНСС) приемници в режим кинематика в реално време (RTK), с точност ±2. Точките на терена (GCP) се отбелязват със специални марки, който при заснемането ще са лесно различими на терена.

1.3. Процедура за създаване на контролни точки

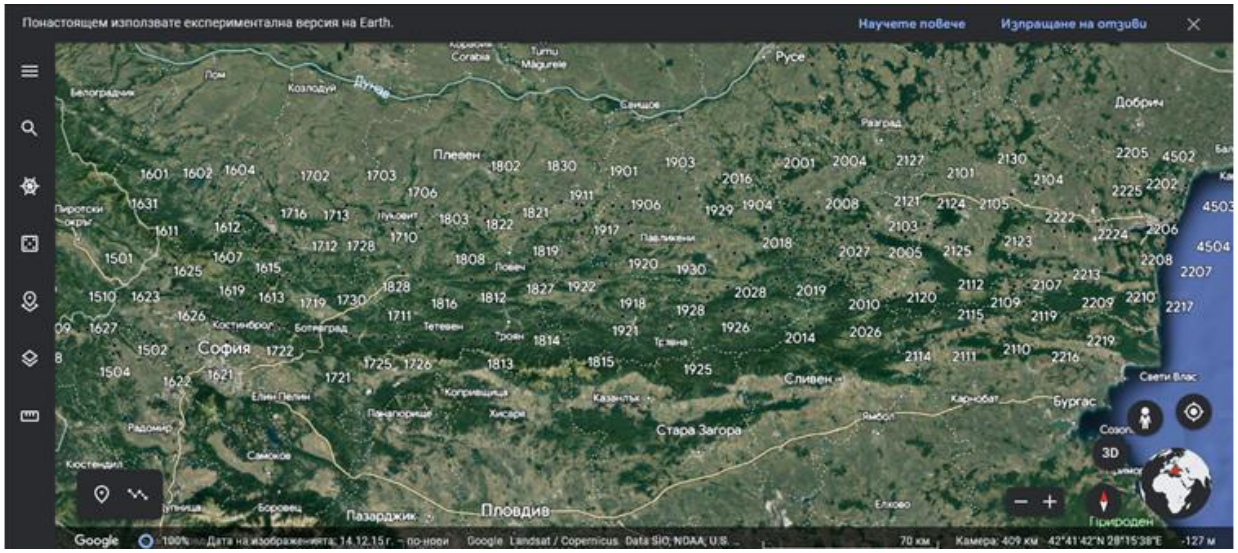
Създаването на наземни контролни точки за фотограметрично заснемане е критичен етап в процеса на картографиране и геодезия. Тези контролни точки позволяват постигането на висока точност и надеждност при създаването на карти и модели на земната повърхност, които имат множество приложения в различни области.

- Събиране на данни: Първата стъпка в създаването на контролни точки е събирането на данни за тях. Това може да включва измерване на географски координати, височини и други параметри.
- Обработка на данни: След събирането на данните, те трябва да бъдат обработени и коригирани за евентуални грешки и неточности.
- Интеграция с фотограметричните данни: Контролните точки се интегрират в фотограметричния процес, като се използват за корекция на аерофотоснимките и определяне на тяхното местоположение.

2. Описание на точките в района на северната страна на Стара планина

Наземните контролни точки за района на северната страна на Стара планина трябва да бъдат така избрани, че да покрият равномерно целия район. Този район е разделен на 8 ортофото квадрати (с размер 60x60 км.). Във високо планинската част в един ортофото квадрат се създават най-малко 6 наземни точки. За средно планинската част се създават минимално 8 до 10 точки.

За дадения район са измерени 120 контролни точки (Фиг.1).



Фиг. 1. Наземни контролни точки на северната страна на Стара планина

Наземните контролни точки трябва да бъдат маркирани с подходящо изработени марки, съгласно Наредба № РД-02-20-16 от 5 август 2011г. за планирането, изпълнението, контролирането и приемането на аерозаснемане и на резултатите от различни дистанционни методи за сканиране и интерпретиране на земната повърхност.

Стандартният размер е квадрат с размери около 60 см х 60 см (2’ х 2’) (фиг.2). Тази форма и размер се откриват лесно при създаване на GCP маркировки върху изображения преди обработка на полета. За камери със свръхвисока разделителна способност или полети на ниска надморска височина може да са приемливи по-малки GCP. По-големите GCP обикновено се изискват само за пилотирани полети. Има много вариации на форма, размер и цвят.

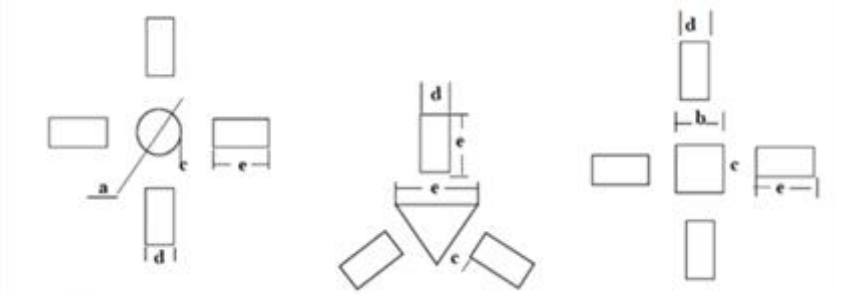


Таблица № 1

Мс	1:3000	1:4000	1:4500	1:5000	1:10000
a см	15	22	25	30	50
b см	15	18	20	22	45
c см	10	13	15	17	35
d см	10	13	15	17	35
e см	20	27	30	35	70

Фиг. 2. Нормативно заложени изисквания за начина на маркиране на наземните контролни точки (GCP)

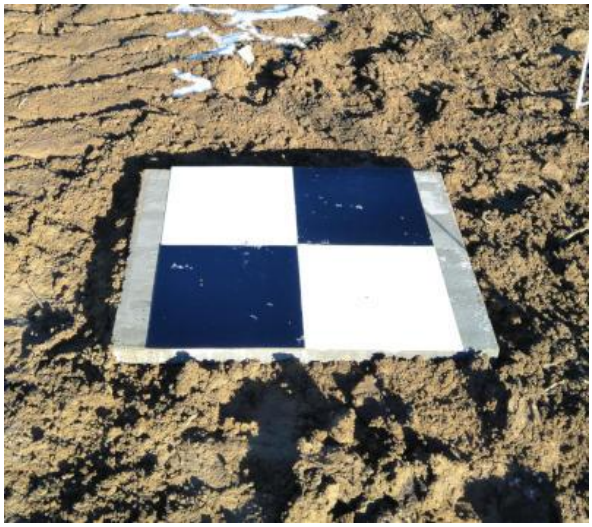
Наземните контролни точки се избират на места, видими и лесно разпознаваеми от летателния апарат.

Поради липсата на постоянни земни точки в даден ортофото квадрат за сгъстяване на мрежата се изработват и измерват временни точки (Temporary Ground Control Points) (Фиг.3.).

Фиг. 3. Временни наземни точки (Temporary Ground Control Points)

Постоянните точки се изработват чрез шаблони на лесно достъпни места (Permanent Ground Control Points) (Фиг.4) и те се ползват за переодични измервания.

Постоянните наземни контролни точки спестяват значително време и разходи, те са с повишената точност.



Фиг. 4. Постоянни наземни точки (Permanent Ground Control Points)

Изводи

• Създаването на контролни точки е от съществено значение за картографските и геодезичните приложения, тъй като те служат като ключови референтни точки за георефериране на данните[1],[2],[3],[4].

• Използването на разнообразни източници на данни, като GPS, сателитни обсервации и тригонометрични измервания, допринася за повишаване на точността на контролните точки.

• Процесът на създаване на контролни точки изисква прецизност и внимание към детайлите, като всяка грешка в тях може да доведе до неточности в крайния резултат.

• Контролните точки не само подобряват качеството на картите и моделите, но също така улесняват процеса на обновление и поддръжка на тези данни.

Заключение

В заключение, създаването на наземни контролни точки за фотограметрично заснемане е неотделима част от съвременната картография и геодезия и играе ключова роля в осигуряването на точни и надеждни геопространствени данни за територията на северната част на Стара планина [5],[6],[7],[15],. След обработване на данните и изработване на нови планове и карти, които ще пдопренесат за по точно ориентиране и опознаване на местността [12],[3]. В последствие през следващите години, ще бъдат създадени още наземни точки за згастяване на мрежата с цел подобряване на точността.

Литература

1. Андреев А., Андреева П. Геоинформатика, Геоинформационни системи, Геоинформационни технологии. 617 с. НВУ „В. Левски" В. Търново 2021, ISBN 978-619-7531-24-4;
2. Андреев А., Андреева П. Създаване на цифров модел на местността на базата данни за следващи топографски карти в средата на ГИС. сп. Артилерийски преглед кн. 3 стр. 17-31, 2009 ISBN 1314-0388;
3. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Геоинформационна концепция за моделиране на сигурността. НК'2012 – НВУ „В. Левски" Сборник трудове – Шумен;
4. Андреев А., Петрова П., Андреева Г. Методика за оценка на ефективността на геоинформационен модел. 11 с. НК'2012 – НВУ „В. Левски" Сборник трудове – Шумен;
5. Андреева П. Геоинформационни технологии – монография. 180 с. НВУ „В. Левски" Шумен 2023 ISBN 978-954-753-368-4;
6. Андреева П., Андреев А. Върху проблемите на геоинформационните технологии у нас. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems – Shumen. 492- 502 p. ISSN 2367-7902;
7. Андреева П., Димова Г., Андреев А. Приложение на ГИС и ГНСС в навигацията. Proceedings of International Scientific Conference 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems - Shumen. 511 - 517 p. ISSN 2367-7902;
8. Беджева М., Т. Игнатова, Analysis of the accuracy of geodesical maps prepared by the means of UAVs, Proceedings of university of Ruse – 2019, volume 58 (на български), ISSN 2603-4123 (on-line);
9. Беджева Моника, Стефан Добрев, Експериментална оценка на точността на първичната фотограметрична информация, получена от БЛА, Proceedings of University of Ruse - 2020, volume 59, ISSN 2603-4123 (on-line);
10. Господинова Веселина, Бегновска Милена, Петков Росен. „Изследване възможностите на безпилотните летателни апарати при решаване на геодезически задачи" Списание Геодезия Картография и Земеустройство – кн. 1-2 2017г. стр. 23;
11. Петров Димитър „ XXIV-ти Международен симпозиум „Съвременните технологии, образованието и професионалната практика в геодезията и свързаните с нея области" София 06-07-Ноември 2014г.";
12. Прокопов Я. Възможности на наземното лазерно сканиране – основа за геодезическо моделиране. Proceedings of International Scientific Conference "Defense Technologies" DefTech 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems;
13. Прокопов Я. Сателитната радарна интерферометрия като алтернатива за някои задачи от приложната геодезия. Proceedings of International Scientific Conference "Defense

Technologies” DefTech 2021, Faculty of Artillery, Air Defense and Communication and Information Systems;
14. Филипов Атанас „Използване на безпилотни летателни системи (БЛС) като платформи за дистанционни изследвания“ Списание „Геомедия“;
15. https://www.geomedia.bg/geodesia/izpolzvane-na-bezpilotni-letatelni-s-4/;
16. Andreev A., Andreeva G. Modeling of the river system of Golyma Kamchia. Journal of Scientific and Applied Research, Vol. 2, p. 50-58, 2012 ISSN 1314-6289.

USING OF THREE-DIMENSIONAL TERRRAIN MODELING IN THE GEOINFORMATION SUBSYSTEMS OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

Nataliia I. Lytvynenko, Olexander V. Korenets, Tamara M. Kurach, Iryna O. Pidlisetska

Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukrainen123n@ukr.net, korenetsaleksandr@gmail.com, tnkurach@ukr.net, irinna2008@ukr.net

***Abstract**: The theoretical aspects of three-dimensional terrain modeling, analyzes of the using of three-dimensional models of the terrain and relief with the using of modern geoinformation technologies and algorithms for their using in the geoinformation subsystems of the ACS of the Armed Forces of Ukraine are shown in the paper. The algorithm of creting of the three-dimensional terrain models with using of the modern geoinformation technologies and possibilities for their use in the geoinformation subsystems of the ACS of the Armed Forces of Ukraine is presented.*

***Keywords**: geographic information systems, three-dimensional terrain modeling, three-dimensional terrain modeling, Armed Forces of Ukraine*

Introduction

The reforms at various levels, which are carried out in the Armed Forces of Ukraine (AFU), including the bringing of NATO standards to military standards, as well as the Russian-Ukrainian war, determine the need to provide operational cartographic materials to all structural units of the Armed Forces: from the leadership of the General Staff to units involved in combat actions or military exercises. The rapid growth of the volumes of spatial information obtained in real time using unmanned aerial vehicles and other types of non-contact photography, as well as the availability of software for the analysis and presentation of this information, make it possible to perform three-dimensional modeling of the terrain, which will contribute to increasing the efficiency of decision-making during planning and during the performance of assigned tasks by units and subunits of the Armed Forces of Ukraine.

At the moment, cartographic enterprises of Ukraine (both in the cartographic parts of the Armed Forces of Ukraine and in the departments of Ukrgeodeskartography) have created databases of digital cartographic data of several large-scale series on the territory of Ukraine, which can be used to create three-dimensional digital models of the terrain. The promptly obtaining of the digital cartographic materials and materials of photo and video shooting in the Armed Forces of Ukraine is practically impossible due to the lack of a modern information system for storing and publishing this data (the spatial database, the geoinformation server, the information protection system, the geoinformation portal).

The maps (cartographic works) remain the source of data about the Earth's surface, but recently methods of digital representation of the Earth's surface and the dynamics of its changes have been intensively implemented. The modern methods of computer information processing are based on the creation of digital terrain models (DRM) and digital terrain models (DRM), which are the basis for

using in GIS and are currently the priority method for solving many scientific (research) and applied problems in military sphere.

1. Theoretical Foundations of Surface Three-Dimensional Modeling

The Digital Surface Model (DSM) or Digital Terrain Model (DTM) is a set of elevations of the Earth's surface, which includes landscape elements - vegetation, buildings and other objects. The digital model of the surface is used when solving problems that require information about the height of objects located on the Earth's surface. The surface model is provided in the raster form of the DRM matrix (GeoTIFF, ASC, BIL, XYZ formats) and in the vector form of the TIN (Triangulated Irregular Network) model (OBJ, 3DS, FBX, DXF, KMZ, PDF formats) [1]. DSM is primarily a spatial framework that is the basis for solving a number of problems, accordingly, DSM should create opportunities for the construction and visualization of the analytical three-dimensional topographic surface and the mathematical apparatus for modeling processes in three-dimensional geospace.

For creting of the three-dimensional models of terrain and relief, it is necessary to have the coordinate value of each point (X, Y) and its third height value (Z), which is used to create surfaces in three-dimensional form. It is not necessary to associate the value of Z only with the height of the relief of the area. It can be interpreted as a statistical presentation of values characterizing the spatial distribution of objects or phenomena, for example, the atmospheric pressure, temperature, humidity, pollution, etc. There are two main ways to represent three-dimensional models in GIS: using pseudo-three-dimensional models and using 3D models. Even 15–20 years ago, 95% of all common GIS were two-dimensional. With the increase in computing power, the role of three-dimensional modeling by means of GIS in the military sphere first began to appear, and then spread widely.

According to the method of placing of the source information and the rules for its processing on the computer, DSM are divided into three types [1]: with the regular arrangement of points on rectangular, triangular, and hexagonal grids (GRID); with irregular presentation of points along structural lines, profiles, site centers, local points, random grids, etc. (TIN); with an isolinear presentation of points located uniformly on the isolines, or taking into account their curvature of the horizons of the original topographic map.

The Digital Relief Model (DRM) is the information about the topography of the area, which is provided by a set of points with known coordinates and heights, the connections between them and the method of determining the heights of new points based on their known plan coordinates. In terms of the component of GIS functionality, it is the creation of a reliable digital model of the terrain within the selected scope of research and its further use as a basis for calculating derived morphological and morphometric characteristics (angles of inclination, exposure, shape of slopes, coefficients of vertical and horizontal dissection of the terrain), construction of isolinear two- and three-dimensional models of the relief, drawing lines of thalwegs and watersheds, modeling different-order base and top surfaces and performing some mathematical operations with them.

With the help of DRM, it is possible to solve various tasks for military needs:

– quickly obtaining information about morphometric indicators (height, angle of inclination, slope exposure, etc.) at any point of the model;

– analyzing of the steepness and exposure of slopes, build appropriate maps;

– generating of the horizontal lines;

– creation of the profiles of the cross-section of the terrain;

– generating of watershed networks and analyze surface runoff;

– calculating of volumes;

– calculating of the surface area;

– creation of three-dimensional relief models with the possibility of draping the surface with both vector objects (hydrographic network, roads, settlements, landscape maps, etc.) and raster layers (topo maps, remote sensing data);

– creation of the "flight" over the surface of the model along the given route (virtual reality system);

– analyzing of the visibility zones from the given point or points of view and creation appropriate maps or three-dimensional models;

– transforming of the original model by adding new data.

In general, the performing measurements and calculations in a three-dimensional space visualized on the two-dimensional plane of the monitor is the separate problem. In 3D, not only the object is modeled, but also the information situation around this object. In addition, the geodata (GD) is used, which is structured and organized. Therefore, the three-dimensional modeling in GIS must take into account this relationship and the number of spatial relationships, which are denoted by the general concept of georeferencing. The main purpose of the three-dimensional modeling in GIS is information management, obtaining new knowledge and forming information and intellectual resources.

Data for creation the DRM can be obtained from various sources: the geodetic measurements, the Earth remote sensing materials (aerial and space images), the laser ground and aerial scanning data, the topographic maps that contain landscape contours and elevations, etc.

A significant number of software products are used to create and analyze three-dimensional terrain models. The modules of powerful full-featured GIS have the widest surface modeling capabilities. These include the following modules: Spatial Analyst, 3D Analyst, Geostatistical Analyst of the GIS package ArcGIS (ESRI Inc.), Vertical Mapper of the MapInfo Program (MapInfo Corp.), Autodesk Map 3D of the AutoCAD System (Autodesk Inc.), Terrain of the GeoMedia package (Intergraph Corp.), ERDAS Imagine (LeicaGeosystems), MultiGen Creator Terrain Studio and MultiGen VegaPrime complexes (MultiGen - Paradigm), ArcScene and ArcGlobe Programs of the ArcGIS GIS package (ESRI Inc.), as well as the SiteBuilder 3D Module (MultiGen - Paradigm) for ArcGIS. The most well-known highly specia-lized software packages for working with DRM are: Surfer (Golden Software Inc.) and MicroDEM / Terra Base (U.S. Naval Academy) [2].

2. Application of Three-Dimensional Terrain Models in the Armed Forces of Ukraine

At present, the Armed Forces of Ukraine have certain developments oregarding of the creation of automated control systems (ACS) of troop, which implement the functions of creation and displaying three-dimensional terrain models. As an example, we can cite the basic prototype of the ACS, which was created by specialists of the National Defense University of Ukraine. The geoinformational subsystem is an integral and extremely important component of this ACS, which is designed to support the geospatial support of troops (forces) and provides a full set of functions for working with geodata. It allows to perform the entire scope of terrain assessment tasks and solving information and calculation tasks that require geodata processing, as well as the production of electronic maps of the terrain, their registration and submission to the automated workplace of officials.

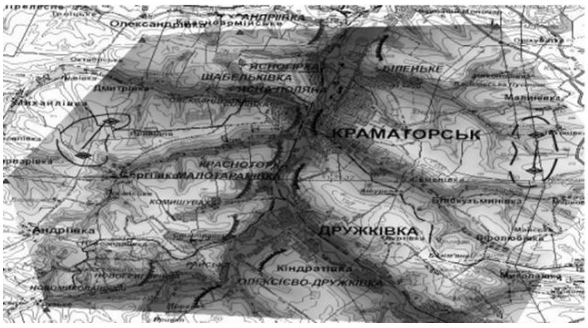


Figure 1. The selection of defensive and firing positions using the three-dimensional terrain model

The basis of the geoinformation subsystem is [3]: ArcGIS software of the ESRI company (USA); special application software that takes into account the specific needs of the troops; database of digital topographical data (electronic maps, digital photo plans, digital spatial terrain models, etc.); the technical basis is computing equipment with sufficient capabilities for geodata processing and storage, devices for rapid printing and duplicating small volumes of documents with information about the area. The subsystem provides the ability to create a three-dimensional model of the terrain by shading the topography of the terrain, which significantly facilitates the work of commanders and staff officers when planning on electronic maps defensive and firing lines, lines of deployment of anti-tank weapons and reconnaissance means, points of deployment of the radio electronic warfare and communication means, etc. There is also the possibility of choosing the flight route or moving along the highest and lowest points of the terrain. Analysis of the display on the electronic maps of the battle order of troops (forces) using the three-dimensional model allows to establish errors, for example, in the selection of defensive and firing positions (Figure 1.).

The actual direction of the creation and using of three-dimensional terrain models for the needs of the Armed Forces is the using of UAV data. Taking into account the experience of conducting military operations to repel the armed aggression of the Russian Federation and the current trends in the use of UAVs for military purposes, it can be argued that this issue is gaining particular relevance. In addition to high economic efficiency, UAVs have additional advantages over traditional aerial photography and space photography. The UAV is used for the following purposes of: the remote sensing of the Earth, the digital 2D and 3D mapping; the monitoring of objects dangerous to humans; the control over the state border of Ukraine; the control over the condition of forest areas, agricultural crops, monitoring the quality and timeliness of various activities in these territories. At the same time, in the military sphere, the UAVs are an effective means of defeating priority ground targets, they are inserted for targeting and adjusting the work of artillery. The UAVs are able to detect the presence and nature of engineering equipment in the area, areas of destruction, and also greatly facilitate large-scale mapping [4, 5].

Currently, the various types of UAVs are used in Ukraine, most of which are capable of providing information to create three-dimensional terrain models. There is also the growing number of modern digital photogrammetric systems (DPS) for working with geodata obtained by the UAVs. An analysis of the advantages and disadvantages of modern software products (Agisoft PhotoScan, Trimble INPHO, ENVI OneButton, ArcGIS Drone2Map) and special algorithms and sets of the functions for working with geodata allows to assert the feasibility of using the ArcGIS Drone2Map software product for processing information obtained by UAV and its subsequent using to create the three-dimensional terrain models.

Our country has already established the simulation center with modern equipment, which makes it possible to conduct high-quality computer training with the headquarters of brigades and other military formations. The specialists of simulation modeling center develop various prototypes of military games, mainly in 2D format. The main task in the development of tactical military game is to create a topographic reference of coordinates to the computer coordinate system, but there is a problem with the operation of the SK-42 coordinate system. Many military terrain maps still use this system to coordinate the actions of military personnel. Therefore, when creation the tactical game, the conversion of SK-42 to WGS-84 is implemented. The user must select the extreme points of the map, namely the corner of the grid, and calculate their module. From these points, the coefficients of the affine transformation are calculated, and then the Kramer method is used. The topography settings can be saved on your computer and used the next time you start the program.

An important direction of applied application of the three-dimensional models in the Armed Forces is their using for the development of training scenarios of virtual terrain (reproduction of the realistic three-dimensional dynamic simulation of the combat situation), for using in training simulator complexes and in the process of analyzing the conducted combat operations.

Despite the apparent simplicity of terrain as the modeling object (at first glance, it is well described mathematically as the surface or field), in practice there are a large number of methods and technologies for creation of DSM. The multitude of types of sources of raw data for creating the DSM is caused by the variety of ways of obtaining and organizing primary data and their derivatives. Among them are geodetic (field) searches and topographic surveying of the area, stereophotogrammetric processing of phototheodolite, aerial and space photographs, altimetric surveying (land relief), surveying and echo sounding of the underwater relief of oceans and inland water bodies, radar surveying of ice beds and celestial bodies.

There are also various secondary sources about the relief, for example, the topographic maps and plans. The spatial organization of the raw terrain data as a set of model reference points (points with known elevation marks) is also different, taking into account the precision of height measurements. The choice of starting materials depends on the purpose of the research, the requirements for the accuracy of the obtained results, and the studied area.

3. Methodical Aspects of Construction of Three-Dimensional Terrain Models for Geoinformation Subsystems of ACS

For creation of the three-dimensional terrain models, it is advisable to use the special software Agisoft PhotoScan Professional Edition (hereinafter - PhotoScan) with further use of the obtained data in the ArcGIS software, which is the basis of the geoinformation subsystems of the ACS of the Armed Forces of Ukraine. From the operator's point of view, the process of working with the program looks as follows:

- uploading photos, PhotoScan supports the following photo formats: JPEG, TIFF, PNG, BMP, PPM, OpenEXR, JPEG Multi-Picture Format;
- selection of the coordinate system and uploading of reference data of photographing centers;
- binding of the model in the required coordinate system can be performed according to the coordinates of the photographing centers;
- setting reference point marks on photos and loading the coordinates of reference network points (if there is a terrestrial reference network);
- binding of images and optimization of the model (equalization of binding parameters);
- generation of the polygonal model of the Earth's surface.

The construction of the digital terrain model (elevation matrix) and orthophoto plan in PhotoScan is carried out using the polygonal terrain model. The model is formed on the basis of the dense cloud of triangulation points by points. At the same time, the certain part of the points is filtered. The data export (orthophotoplan, height matrix) and formation of a polygonal terrain model. On the basis of the constructed polygonal model of the terrain, the selection of areas of the original images (corresponding to individual polygons of the model) and their projection onto the given surface is carried out. When exporting, you can choose the design type, coordinate system, set the resolution of the orthophoto and the borders of the export area.

It is also possible to use the special software Drone2Map for ArcGIS [6,7] to create the three-dimensional terrain models for geoinformation subsystems of ACS. ArcGIS Drone2Map is a desktop application that transforms drone imagery into valuable information products in ArcGIS. By making the using of this drone application more accessible, we are able to create 2D and 3D maps of objects and areas that may be difficult to access or fully covered due to the size or topography of the terrain for military purposes. Five types of processing options can be applied: initial, density, 2D products, 3D products and resources. The processing type Initial and Density determines how Drone2Map will analyze each image for comparison with other images. The resources allow you to set the main parameters of the project. 2D products and 3D products define the output to be created. Next, it is worth listing some image (photo) processing parameters that should be used:

- the parameters Keypoints Image Scale, Matching Image Pairs (pairs of matched images);

- Matching Strategy (matching strategy);
- Point Density (point density);
- Minimum Number of Matches (minimum number of matches);
- Point Cloud Densification (point cloud densification);
- Create Point Clouds (determines the file type for the source cloud of points (LAS, PLY, XYZ));
- Create Point Meshes defines the source type (format) of files for a textured 3D mesh (SLPK (Scene Layer Package)) can be opened in ArcGIS and published in ArcGIS Online;
- OBJ is widely used for 3D graphics and can be opened in various applications (FBX, AutoCAD DXF; PLY; 3D PDF).

The geoinformation subsystem of the ACS is built on the ArcGIS architecture, which has advanced tools for creation and working with the three-dimensional terrain models, supporting both the raster model of data representation (in GRID format) and the TIN model. The ArcScene program, which is part of the full-featured GIS package ArcGIS, is designed for creting of the three-dimensional computer animation models based on ArcGIS data.

The unified geoinformation environment of the Armed Forces must implement a service-oriented processing model, according to which the server provides data access services and their processing through the using by users of thematic WEB services that are executed on the server [2]. This model goes beyond editing of the single geodatabase by creation the decentralized geodatabase. Many subjects (users) can publish their data and register them for research and use by any number of remote users. Those, in turn, can either download the entire data set to themselves, or use cartographic WEB services for dynamic selection and loading of the small part of the data that is necessary in their current map extent [2].

The purpose of deploying of service-oriented architecture (SOA) is to ensure the unified form of information resource management of the Armed Forces. It allows to organize these resources in such way as to constantly satisfy the needs of the implementation of geo-information support of the Armed Forces, which are constantly developing. The main role of the SOA is that it provides a common platform for all subjects and users to access the resources of the unified geoinformation environment of the Armed Forces of Ukraine. In the case of application of flexible design methods, the transition to SOA should be carried out through one or more pilot projects.

The GIS services provide an opportunity to use GIS resources of the Armed Forces of Ukraine through various customer applications: desktop software complexes, cartographic WEB applications and mobile devices. Depending on the type of published resource, the corresponding basic services are configured. After publication, the services are registered on the GIS server, their metadata are entered into the catalogs [6, 7].

As a software component, it is optimal to use the multi-user ArcGIS server software from ESRI with Enterprise performance level and Advanced functionality class. It will allow full using of all the capabilities of the main components of ArcGIS Enterprise Advanced:

– ArcGIS Server is the key component of the web service for making maps and performing analysis;

– Portal for ArcGIS is a component that will ensure of the publication of maps, applications and other geographic information;

– ArcGIS Data Store will provide data storage settings for hosted and integrated servers;

– ArcGIS Web Adapter integrates ArcGIS Server and Portal for ArcGIS with existing web server and security mechanisms.

The functioning of the geoportal is ensured by means of dedicated communication channels through the special ACS network.

To ensure continuous operation of software and technical tools and services of the geoportal, to prevent data loss, it is necessary to deploy the fault-tolerant configuration according to the "active-

passive" architecture, where the main "active" GIS server (site) is located in the mapping center, and the backup "passive" GIS server (site) is located in the Main Information and Communication Center. Each of them has its own local configuration stores and server directories and backs them up. In case of software or technical failures on the main GIS server, the backup "passive" GIS server automatically takes over the "active" functions until the main one is restored. Thanks to this, a three-level of service and data protection is ensured.

The using of ArcGIS software, which is in service with the military units of the topographic service of the Armed Forces of Ukraine, namely, one of the components of ArcGIS for Server - Portal for ArcGIS, which provides access to maps, scenes, applications and other geospatial information for various users, made it possible to deploy the Geoportal of the Armed Forces of Ukraine, the using of which allows solving the task of timely delivery of geospatial information to the end user with minimal time spent. That is, the end user has access to current information, which is presented in the Geoportal of the Armed Forces of Ukraine, at any time and provides users with means and services for storing, researching, visualizing, and downloading geographic data [7, 8].

Thus, taking into account of the modern approaches to the principles of managing the armed forces of the leading countries of the world, the modern approaches to the organization of the functioning of systems for monitoring the surrounding space, the tasks of geospatial modeling and the diversity of requirements that are put forward to various components to create the unified information space, the using of three-dimensional terrain models is appropriate with the aim of increasing the efficiency of tasks assigned by units and subunits of the Armed Forces.

In the military sphere, the three-dimensional terrain models can be used to improve the calculation tasks of artillery units, for vi-sualization when planning defensive and offensive operations of troops, when conducting combat operations in populated areas (3D mo-deling of buildings and structures), creation special maps with the three-dimensional display of forms relief (due to the technology of shadow washing of the relief), etc.

4. Conclusions

The current situation in the Armed Forces of Ukraine, which is determined by the course of hostilities aimed at repelling the armed aggression of the Russian Federation, reforming the army, bringing of NATO standards to the normative documents necessitates the operational provision of up-to-date cartographic materials for all structural units of the Armed Forces.

In recent years, the geospatial data has become increasingly open. Their use is connected with modern computer technologies and provides an absolutely unique tool for the analysis of various natural phenomena. The relevance of the using of the three-dimensional modeling is explained, first of all, by the fact that it provides greater visibility and interpretability of data, provides the opportunity to most fully convey information about changes in objects and the studied environment over time, and also allows the implementation of the number of applied problems that cannot be solved using two-dimensional data.

To achieve a tactical advantage on the battlefield, it is necessary to ensure the constant situational awareness of the commanders of the tactical control link, which can be implemented using three-dimensional modeling of the terrain during their decision-making in the course of performing assigned tasks.

The rapid growth of the volumes of spatial information obtained in real time using unmanned aerial vehicles and other types of non-contact photography, as well as the availability of software for the analysis and presentation of this information provide the opportunity to perform the three-dimensional modeling of the terrain, which will contribute to increasing the efficiency of decision-making during planning and in the course of carrying out assigned tasks by units and subunits of the Armed Forces of Ukraine.

It is appropriate to use 3D models in areas such as unit management and control over their actions, logistics, military engineering, combat planning, monitoring of military operations, simulation of combat operations, data visualization in the unified operational space, etc.

The 3D visualization has the great importance for the military due to its ability to improve situational awareness, facilitate decision-making, and increase operational efficiency. The three-dimensional representation of terrain and relief will provide better situational awareness of the military, help in mission planning and training, intelligence analysis, etc.

Acknowledgments

The reseach was as part of the scientific-research work on the topic: "Development of the Methodology for Creation of the Three-Dimensional Terrain Models and the Technology of Their Using in the Geoinformation Subsystems of the ACS of the Armed Forces of Ukraine", code "3D-GIS", which was carried out at the Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv.

References

1. Zatserkovny, V. I., Burachek, V. G., Zheleznyak, O. O., & Tereshchenko, A. O. (2017). *Geoinformation systems and databases: monograph*. (Book. 2). Nizhin: Mykola Gogol Nizhyn State University.
2. Lytvynenko, N., Fedchenko, O. & Korenets, O. (2022). Geoinformation Portal as a Component of Unified Geoinformation Environment. *Challenges to national defence in contemporary geopolitical situation*, 1, 159–161. https://doi:10.47459/cndcgs.2022.19.
3. Havalko, V. I., Zhigomon, S. K., Maslyuk, L. A]]., Stuzhuk, P. I., Chornous, M. G. (Eds.). (2016). Problems of creation and using automated troop management systems based on modern geoinformation technologies in the Armed Forces of Ukraine. *Application of space and geo-information systems in the interests of national security and defense (Collection of materials of the international scientific and practical conference)*, 68-83.
4. Andreev, S. M., & Zhilin, V.A. (2019). Application of aerial photography data from unmanned aerial vehicles to build 3d terrain models. *Control, navigation and communication systems: collection of scientific papers*, 1 (53), 3-16. https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.1.003.
5. DroneUA. (2023, June 18). *3D terrain models*. http://www.tvis.com.ua/ua/uav/terrain-models.
6. Lytvynenko, N., & Korenets, O. (2022) Geoinformation portal as a component of the unified geoinformation environment of the Armed Forces of Ukraine. *Bulletin of Taras Shevchenko Kyiv National University. Military special sciences*, 2 (50), 108-110. https://doi.org/10.17721/1728-2217.2022.50.108-110.
7. 115 cartographic center A3796 (2022). *Methodological recommendations for the use of functional capabilities of the web applications of the geo-information portal of the Armed Forces of Ukraine.*
8. ArcGIS Drone2map Resources: Tutorials, Documentation & More. (2023, June 21). *ArcGIS Drone2Map Resources*. https://doc.arcgis.com/en/drone2map.