

# СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

ISSN 2311-7249 (Print)

ISSN 2410-7336 (Online)

№ 1(25)  
2016

Науковий журнал

## Засновник і видавець

Національний університет оборони України  
імені Івана Черняхівського  
Журнал заснований у 2008 році

## Адреса редакції

Національний університет оборони України  
імені Івана Черняхівського  
Інститут інформаційних технологій

Повітрофлотський проспект, 28,  
Київ, 03049

sitnuou@ukr.net

http://www.sit.nuou.org.ua

телефон: (044)-271-09-44, (099)-319-73-51  
факс: (044)-271-09-44

Журнал зареєстровано в Державній реєстраційній  
службі України  
(свідоцтво КВ №20490-10290PR)

Журнал видається  
українською, російською та англійською мовами

Журнал виходить 3 рази на рік

Наказом Міністерства освіти і науки України  
від 29 грудня 2014 р. №1528 журнал включено до  
Переліку наукових фахових видань України  
в галузях “технічні науки” та “військові науки”

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Національного університету оборони України  
імені Івана Черняхівського  
(протокол № 8 від 25 квітня 2016 р.)

При використанні матеріалів посилання на журнал  
“Сучасні інформаційні технології  
у сфері безпеки та оборони” обов'язкове

Редакція може не поділяти точку зору авторів  
Відповідальність за зміст поданих матеріалів  
несуть автори

Журнал індексується у наукометричних базах:  
Citefactor, Google Academy, Index Copernicus,  
The Journal Impact Factor.

Журнал представлений у базах даних:  
Bielefeld Academic Search Engine (BASE),  
Directory of Open Access Journals (DOAJ),  
Research Bible, WorldCat.

Журнал внесений до каталогів бібліотек:  
Vernadsky National Library of Ukraine.

## В номері:

### Теоретичні основи створення і використання інформаційних технологій

- Бобрун О.В.** Удосконалена методика визначення прогнозованих санітарних та безповоротних втрат особового складу інженерних військ Збройних Сил України ..... 5
- Бондаренко Л.А., Андреев К.В., Масесов Н.А., Ефанова Е.А.** О подходах к созданию автоматизированных систем паспортизации и технического учёта телекоммуникационных ресурсов ..... 8
- Бочаров М.М., Приймак М.В.** Досвід використання методик оцінювання негативного інформаційно-психологічного впливу в прогнозуванні морально-психологічного стану військ у бойових умовах ..... 15
- Гозюняц С.Ю., Полищук С.В.** Декомпозиція елементарного процесу радіолокаційного забезпечення ..... 20
- Горський О.М.** Інформаційно-організмичний підхід до забезпечення функціональної стійкості складних ерготехнічних систем ..... 24
- Гром В.А.** Математична модель набуття бойових спроможностей частинами та підрозділами інженерних військ в ході проведення заходів бойової підготовки ..... 31
- Даник Ю.Г., Писарчук А.А., Тимчук С.В., Лагодний А.В.** Многокритериальное оценивание эффективности ситуационного синтеза самоорганизующейся структуры систем мониторинга критических объектов ..... 35
- Данилюк С.Л.** Концептуальні підходи до вирішення задачі оптимального розміщення сенсорів в області екологічного моніторингу ..... 45
- Жук О.Г., Огризко В.В.** Методологічні основи створення адаптивних систем радіозв'язку ..... 49
- Коваленко О.А.** Оцінювання можливостей ремонтно-відновлених органів з евакуації пошкоджених зразків озброєння та військової техніки ..... 55
- Кочан Р.В., Трембач Б.Р.** Концепція розподіленої автоматичної системи звукової артилерійської розвідки на базі стільникового зв'язку ..... 59
- Кузнецов І.Б., Алексеев О.В., Гудима В.П.** Приоритетні критерії оцінки ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки ..... 64
- Лебідь Є.В., Радзівілов Г.Д., Кизима А.А., Кулинич І.І.** Аналіз дії флуктуаційних завад на цифрову систему фазового автопідстроювання частоти ..... 69
- Литвиненко О.І., Литвиненко Н.І.** Основні принципи сучасної геопросторової розвідки ..... 73
- Мартинюк О.Р.** Модель узгодженого руху групи безпілотних літальних апаратів ..... 78
- Опенько П.В., Дранник П.А., Кобзев В.В., Зубрицький Г.М.** Обґрунтування підходів щодо використання безпілотних літальних апаратів для контролю параметрів радіолокаційних засобів ЗРК ..... 82
- Павловський О.В.** Прогнозування величини відверненого збитку військ, зумовленого функціонуванням системи їх забезпечення озброєнням та військовою технікою ..... 87
- Приміренко В.М.** Обґрунтування рекомендацій щодо визначення оптимального складу хибних пускових установок розміщених на позиціях у складі військового формування ракетних військ ..... 92
- Прокопенко В.В., Іваник Є.Г., Ванкевич П.І., Щавінський Ю.В.** Опис руху літального апарату на активній ділянці траєкторії ..... 97
- Сальник С.В., Сальник В.В., Бовда Е.М., Міночкін Д.А.** Метод виявлення вторгнень в мобільні радіомережі класу MANET на основі гібридного нейро-нечіткого класифікатора ..... 104
- Семенов В.І.** Математична модель прогнозування термінів служби автомобільних засобів рухомого озброєння ..... 112
- Сергієнко В.Д., Дрок Л.В., Родіонов С.С., Богучарський В.В., Федоров П.М.** Деякі аспекти застосування засобів інструментальної ольфакторіки в умовах ведення не конвенційних воєнних дій ..... 115
- Фурманюк А.Л., Ушаков І.В., Дужий Р.В.** Вибір програмної платформи для організації середовища колективної роботи інформаційно-телекомунікаційній мережі Збройних Сил України “Дніпро” ..... 120
- Чернега В.М.** Математична модель процесу обслуговування замовлень в розподіленій базі даних інформаційної системи в умовах впливу кібератак ..... 124
- Шевченко Д.Г.** Застосування методу дискретної оптимізації для визначення раціонального розташування радіорелейних станцій з урахуванням рельєфу місцевості ..... 130
- ### Інтерактивні моделі розвитку науково-освітнього простору у сфері безпеки та оборони
- Козубов І.М.** Феномен методологічної культури ад'юнктів ..... 136
- Фреган Н.М., Єремєва Т.Ю.** Використання автентичних відеоматеріалів для формування комунікативних навичок у слухачів мовних курсів ..... 144
- ### Сучасні військово-теоретичні проблеми
- Дашенко І.П.** Методичні основи вибору раціонального режиму зварювання броньових конструкцій колісних броньованих машин ..... 148
- Думенко М.П., Михайлов О.Л., Підлісний А.В., Маїтшир В.В.** Деякі аспекти комплектування військ особовим складом ..... 153
- Загорка О.М., Павліковський А.К., Загорка І.О., Полякова О.В.** Синтез організаційної структури управління утрупованням військ (сил): методичний аспект ..... 160
- Курп'яченко Д.А.** Визначення загальних вимог щодо оцінювання стану прикордонної безпеки України в системах моніторингу національної та міжнародної безпеки ..... 166
- Новокавська-Кристиня А.** Значення реляційного капіталу в процесі реалізації цілей системи національної оборони ..... 174
- Печорін О.М.** Рекомендації щодо підвищення живучості десантно-штурмового загону під час підготовки і ведення десантно-ударних дій ..... 180
- Репіло Ю.Є., Майстренко О.В., Адамко М.В.** Еволюція змісту принципів застосування військових формувань ракетних військ і артилерії під час вогневого ураження противника ..... 185
- Саченко В.А., Дзюба Т.М., Діба І.О.** Формування вимог до домінуючого стратегічного метанарративу для нейтралізації агресивних стратегічних нарративів опонентів ..... 192
- Сінкевич П., Гавлічак П.** Системний аналіз управління безпеки і аналіз ризику в кризових ситуаціях ..... 198
- Стрельбицький М.А.** Прикордонний інформаційний ресурс: визначення поняття ..... 205
- Тереженко Т.П.** Патріотично-ціннісна складова морально-психологічного стану військовослужбовців Збройних Сил України ..... 209

---

## **Редакційна колегія**

### ***Головний редактор***

полковник *Пермяков Олександр Юрійович*,  
доктор технічних наук, професор

### ***Заступник головного редактора***

полковник *Савченко Віталій Анатолійович*,  
доктор технічних наук, старший науковий співробітник

### ***Члени редколегії:***

*Бутвін Борис Леонідович*,  
доктор технічних наук, професор

*Гавлічек Пьотр*,  
доцент

*Дробаха Григорій Андрійович*,  
доктор військових наук, професор

*Жук Сергій Якович*,  
доктор технічних наук, професор

*Загорка Олексій Миколайович*,  
доктор військових наук, професор

полковник *Катеринчук Іван Степанович*,  
доктор технічних наук, професор

*Компанцева Лариса Феліксівна*,  
доктор філологічних наук, професор

*Косевцов В'ячеслав Олександрович*,  
доктор військових наук, професор

*Кравченко Юрій Васильович*,  
доктор технічних наук, професор

полковник *Лобанов Анатолій Анатолійович*,  
доктор військових наук, професор

*Потій Олександр Володимирович*,  
доктор технічних наук, професор

*Пресналл Аарон*,  
доктор філософії

*Репіло Юрій Євгенович*,  
доктор військових наук, професор

генерал-майор *Риспаєв Асхат Науризбайович*,  
кандидат військових наук

*Романченко Ігор Сергійович*,  
доктор військових наук, професор

*Рубан Ігор Вікторович*,  
доктор технічних наук, професор

*Рябцев Вячеслав Віталійович*,  
кандидат технічних наук, доцент

*Сбітнев Анатолій Іванович*,  
доктор технічних наук, професор

*Семон Богдан Йосипович*,  
доктор технічних наук, професор

*Серватюк Василь Миколайович*,  
доктор військових наук, професор

*Солонніков Владислав Григорович*,  
доктор технічних наук, професор

*Телелим Василь Максимович*,  
доктор військових наук, професор

*Флурі Філіпп*,  
доктор філософії

*Шевченко Віктор Леонідович*,  
доктор технічних наук,  
старший науковий співробітник

*Шемаєв Володимир Миколайович*,  
доктор військових наук, професор

*Шиміч Горан*,  
доктор філософії

### ***Відповідальний секретар***

майор *Тищенко Максим Георгійович*,  
кандидат технічних наук

# MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE SPHERE OF SECURITY AND DEFENCE

ISSN 2311-7249 (Print)

ISSN 2410-7336 (Online)

№ 1(25)  
2016

Scientific journal

## Founder and Publisher

National Defence University of Ukraine  
named after Ivan Cherniakhovsky  
The journal was founded in 2008

## Address:

National Defence University of Ukraine  
named after Ivan Cherniakhovsky,  
Information Technology Institute

Povitroflotskiy ave. 28, Kyiv, 03049  
sitnuou@ukr.net

http://www.sit.nuou.org.ua

Telephone: (044)-271-09-44, (099)-319-73-51  
Fax: (044)-271-09-44

The journal is registered  
in the State Registration Service of Ukraine  
(certificate KB №20490-10290IIP)

The journal is published  
in Russian, Ukrainian and English

The journal is published thrice a year

According to the Document of the Ministry of  
Education and Science of Ukraine  
issued on December 29, 2014 (№ 1528) the journal  
was included into the Ukrainian list of specialized  
scientific publications in engineering sciences and  
military sciences

*Recommended to publication  
by the Scientific Council of the National  
Defence University of Ukraine  
named after Ivan Cherniakhovsky  
(Protocol No. 8, 25 April 2016)*

When using the materials, the reference to the journal  
“Modern Information Technologies  
in the Sphere of Security and Defence” is mandatory

The editorial board can have a different viewpoint  
than that of the authors  
The content of the materials is the authors' responsibility

The journal is indexed in the scientometric bases:  
*Citefactor, Google Academy, Index Copernicus,  
The Journal Impact Factor.*

The journal is presented in the databases:  
*Bielefeld Academic Search Engine (BASE),  
Directory of Open Access Journals (DOAJ),  
Research Bible, WorldCat.*

The journal is added to the libraries:  
*Vernadsky National Library of Ukraine.*

## Contents:

### *Theoretical Foundations of Information Technologies Creation and Use*

<i>Bobrun O.V.</i> The improved methods of definition of the predicted sanitary and irrevocable losses of engineering troops staff of Armed Forces of Ukraine during conducting operations.....	5
<i>Bondarenko L.O., Andrietev K.V., Masesov N.A., Yefanova K.O.</i> About ways to creating automating system and technical accounting telecommunication resources.....	8
<i>Bocharov M.M., Pryimak M.V.</i> Experience in using evaluation methods of information and psychological negative impact in forecasting moral and psychological state of troops in combat conditions.....	15
<i>Hohoniants S.Y., Polishchuk S.V.</i> Decomposition of elementary radiolocational supporting process20	
<i>Horskyi O.M.</i> Informational-organizational approach to providing functional stability of complex ergotechnical systems.....	24
<i>Hrom V.A.</i> The mathematical model of combat capabilities acquisition of the engineer troop's elements during the combat training.....	31
<i>Danyk Y.H., Pysarchuk O.O., Tymchuk S.V., Lahodnyi O.V.</i> Multicriteria evaluation of the situational synthesis effectiveness of the self-organizing structure of the critical facilities monitoring systems.....	35
<i>Danyliuk S.L.</i> Adaptive ecological monitoring: conceptual approaches.....	45
<i>Zhuk O.H., Ohryzko V.V.</i> Methodological bases of adaptive communication systems creation.....	49
<i>Kovalenko O.A.</i> Assessment of repair and restoration units for damaged weapons and military equipment evacuation possibilities.....	55
<i>Kochan R.V., Trembach B.R.</i> The concept of the distributed automatic system of sound artillery intelligence based on cellular communication.....	59
<i>Kuznetsov I.B., Alekseenko O.V., Hudyma V.P.</i> The priority criteria for metrological provision efficiency assessment of armament and military equipment exploitation.....	64
<i>Lebid Y.V., Radzivilov H.D., Kyzyma A.A., Kulynych I.I.</i> Analysis of fluctuation interference on digital phase-locked loop.....	69
<i>Lytvynenko O.I., Lytvynenko N.I.</i> The main principles of modern geospatial intelligence.....	73
<i>Martyniuk O.R.</i> The model of group coordinated motion of unmanned aerial vehicles.....	78
<i>Openko P.V., Drannik P.A., Kobziev V.V., Zubrytskyi H.M.</i> Justification of approaches concerning unmanned aerial vehicles application for controlling radar characteristics of the air defense missile system.....	82
<i>Pavlovskiy O.V.</i> Troops prevented damage magnitude forecasting caused by their weapons and military equipment maintenance system functioning.....	87
<i>Prymirenko V.M.</i> Justification of recommendations concerning determination of the false launcher installations optimal composition placed on positions as part of a missile troop's military unit.....	92
<i>Prokopenko V.V., Ivanyk Y.H., Vankevych P.I., Shchavynskiy Y.V.</i> Description of the aerial vehicle motion on the active trajectory leg.....	97
<i>Salnyk S.V., Salnyk V.V., Bovda E.M., Minochkin D.A.</i> The method of intrusions detection into mobile MANET class radio networks based on the hybrid neuro-fuzzy classifier.....	104
<i>Sementsov V.I.</i> Mathematical model for predicting the service life of weapons mobility means.....	112
<i>Serhienko V.D., Drok L.V., Rodionov S.S., Bohucharskiy V.V., Fedorov P.M.</i> Some aspects of instrumental olfactronics facilities application under the conditions of unconventional military operations.....	115
<i>Furmaniuk A.L., Ushakov I.V., Duzhyi R.V.</i> Selection of the environment platform for teamwork information and telecommunication network of the Armed Forces of Ukraine “DNIPRO”.....	120
<i>Cherneha V.M.</i> The mathematical model of query processing in distributed database information system under cyberattacks.....	124
<i>Shevchenko D.H.</i> The use of the discrete optimization method for determination of relay stations rational placement taking into account terrain features.....	130

### *Interactive Models of Scientific Educational Environment Development in the Sphere of Security and Defence*

<i>Kozubtsov I.M.</i> The phenomenon of methodological culture of postgraduate military students.....	136
<i>Frehan N.M., Yermeyeva T.Y.</i> Use of authentic video materials to create communication skills of students in the foreign language training course.....	144

### *Modern Military Theoretical Problems*

<i>Datsenko I.P.</i> The methodical bases of rational mode choice of welding armor constructions of wheeled armored vehicles.....	148
<i>Dumenko M.P., Mykhailov O.L., Pidlisnyi A.V., Mashtalir V.V.</i> Some aspects of manning personal composition.....	153
<i>Zahorka O.M., Pavlikovskiy A.K., Zahorka I.O., Poliakova O.V.</i> The synthesis of force grouping management organizational structure: the methodical aspect.....	160
<i>Kupriienko D.A.</i> The definition of common requirements for the assessment of the Ukraine border security state in the national and international security monitoring systems.....	166
<i>Nowakowska-Kryzman A.</i> The importance of relational capital in the process of realizing the objectives of the national defence system.....	174
<i>Pechorin O.M.</i> The recommendations with regard to increasing an air assault detachment survivability during preparation and conducting airborne assault actions.....	180
<i>Repilo Y.Y., Maistrenko O.V., Adamenko M.V.</i> The principles content evolution of missile troops and artillery military formations application during enemy fire damage.....	185
<i>Savchenko V.A., Dziuba T.M., Dyba I.O.</i> Formation requirements for strategic dominant narrative to neutralize the aggressive strategic narrative opponents.....	192
<i>Sienkiewicz P., Gawliczek P.</i> Systems analysis of security management and analysis of risk in crisis situations.....	198
<i>Strelbitskiy M.A.</i> The border information resource: definition.....	205
<i>Tereshchenko T.P.</i> Patriotically value component of moral and psychological condition of the Ukrainian Armed Forces servicemen.....	209

---

## **Editorial Board**

### ***Chief Editor***

colonel *Permiakov Oleksandr Yuriiovych*,  
doctor of technical sciences, professor

### ***Deputy Chief Editor***

colonel *Savchenko Vitalii Anatoliiovych*,  
doctor of technical sciences, senior research fellow

### ***Editorial Board members:***

*Butvin Borys Leonidovych*,  
doctor of technical sciences, professor

*Gawliczek Piotr*,  
associate professor

*Drobakha Hryhorii Andriiovych*,  
doctor of military sciences, professor

*Zhuk Serhii Yakovych*,  
doctor of technical sciences, professor

*Zahorka Oleksii Mykolaiovych*,  
doctor of military sciences, professor

colonel *Katerynychuk Ivan Stepanovych*,  
doctor of technical sciences, professor

*Kompantseva Larysa Feliksivna*,  
doctor of philological sciences, professor

*Kosevtsov Viacheslav Oleksandrovych*,  
doctor of military sciences, professor

*Kravchenko Yurii Vasylovych*,  
doctor of technical sciences, professor

colonel *Lobanov Anatolii Anatoliiovych*,  
doctor of military sciences, professor

*Potii Oleksandr Volodymyrovych*,  
doctor of technical sciences, professor

*Presnall Aaron*,  
doctor of philosophy

*Repilo Yurii Yevhenovych*,  
doctor of military sciences, professor

major general *Ryspaiev Askhat Nauryzbaiovych*,  
candidate of military sciences

*Romanchenko Ihor Serhiiiovych*,  
doctor of military sciences, professor

*Ruban Ihor Viktorovych*  
doctor of technical sciences, professor

*Riabtsev Viacheslav Vitaliiiovych*,  
candidate of technical sciences,  
associate professor

*Sbitniev Anatolii Ivanovych*,  
doctor of technical sciences, professor

*Semon Bohdan Yosypovych*,  
doctor of technical sciences, professor

*Servatiuk Vasyl Mykolaiovych*,  
doctor of military sciences, professor

*Solonnikov Vladyslav Hryhorovych*,  
doctor of technical sciences, professor

*Telemetry Vasyl Maksymovych*,  
doctor of military sciences, professor

*Fluri Philip*,  
doctor of philosophy

*Shevchenko Viktor Leonidovych*,  
doctor of technical sciences,  
senior research fellow

*Shemaiev Volodymyr Mykolaiovych*,  
doctor of military sciences, professor

*Shimic Goran*,  
doctor of philosophy

### ***Executive Secretary***

major *Tyshchenko Maksym Heorhiiiovych*,  
candidate of technical sciences

## УДОСКОНАЛЕНА МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ПРОГНОЗОВАНИХ САНИТАРНИХ ТА БЕЗПОВОРОТНИХ ВТРАТ ОСОБОВОГО СКЛАДУ ІНЖЕНЕРНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У статті викладено метод, який дозволяє визначати чисельність прогнозованих санітарних та безповоротних втрат особового складу інженерних військ (ІВ) Збройних Сил України (ЗСУ). У порівнянні з відомими зазначена методика отримана за допомогою коефіцієнта, яким враховується рівень укритості військ.

**Ключові слова:** прогнозовані санітарні та безповоротні втрати особового складу; укритість військ.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Визначення прогнозованих санітарних та безповоротних втрат особового складу ЗСУ є одним із важливих завдань, що вирішуються органами управління на етапі планування. Особливого значення прогнозування втрат особового складу набуває під час проведення досліджень, спрямованих на розроблення та удосконалення організаційної структури військ, форм і способів їх застосування. Таким чином, отримання коректних результатів прогнозованих санітарних та безповоротних втрат є важливою запорукою успішного виконання військами поставлених завдань.

Для прогнозування втрат використовують результати математичного та імітаційного моделювання, тому що такі результати можуть наближуватися до натурних випробувань. Але отримання цих результатів вимагає залучення необхідних спеціалістів, програмного забезпечення та витрат часу.

Проведений аналіз свідчить, що існуючі методики мають суттєві недоліки, які можуть зумовлювати отримання некоректних результатів. Тому, є своєчасним та досить актуальним розроблення досконалих методик визначення прогнозованих санітарних та безповоротних втрат особового складу ІВ ЗСУ під час ведення бойових дій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні під час визначення прогнозованих втрат найчастіше користуються [1; 2].

При цьому, відповідно до [1], проводяться розрахунки середньодобових безповоротних втрат, виходу у ремонт (капітальний, середній, поточний) озброєння й військової техніки, витрат і втрат інших матеріально-технічних засобів ( $\beta$ ) за формулою:

$$\beta = \beta_0 K_{\phi} K_{OTB} K_{YK} \quad (1)$$

де  $\beta_0$  – норми середньодобових безповоротних втрат, що очікуються, виходу у ремонт (капітальний, середній, поточний) озброєння й військової техніки, витрат і втрат інших матеріально-технічних засобів в операціях;  $K_{\phi}$  – коефіцієнт форми застосування військ (сил);  $K_{OTB}$  – коефіцієнт оперативного-тактичної важливості військ (сил);  $K_{YK}$  – коефіцієнт, який враховує укомплектованість військ (сил) особовим складом, озброєнням та військовою

технікою, іншими основними видами матеріально-технічних засобів відносно штатно-табельної потреби.

Відповідно до [2], проводяться розрахунки середньодобових втрат особового складу за формулами:

- безповоротні втрати:

$$B_B = \beta_0 K_{\text{инт}} K_{\text{у}} K_{\text{оп}} K_{\text{сс}} K_{\text{втз}} (1 + K_{\text{пс}} \square K_{\text{ч}} \square K_{\text{ип}}) / 100, \quad (2)$$

- санітарні втрати:

$$B_C = \beta_0 K_{\text{вс}} K_{\text{инт}} K_{\text{у}} K_{\text{оп}} K_{\text{сс}} K_{\text{втз}} (1 + K_{\text{пс}} \square (1 - K_{\text{ч}})) / 100, \quad (3)$$

де  $\beta$  – чисельність особового складу;  $K_{\text{вб}}, K_{\text{вс}}$  – середньодобові безповоротні та санітарні відносні втрати особового складу (внаслідок вогневого впливу противника) у відсотках від його чисельності;  $K_{\text{инт}}$  – коефіцієнт інтенсивності бойових дій;  $K_{\text{у}}$  – коефіцієнт, яким враховується роль і місце військового формування в операції;  $K_{\text{оп}}$  – коефіцієнт урахування рівня бойової підготовки та злагодженості військових формувань;  $K_{\text{сс}}$  – коефіцієнт урахування співвідношення сил і засобів сторін в операції (бойових діях);  $K_{\text{втз}}$  – коефіцієнт урахування умов застосування високоточної зброї в операції (бойових діях);  $K_{\text{пс}}$  – коефіцієнт урахування психогенного впливу на особовий склад в ході операції (бойових дій);  $K_{\text{ч}}$  – частка психогенних втрат особового складу з тимчасовими фізіологічними реакціями внаслідок психогенного впливу, що супроводжуються підвищеною емоційною напругою зі зберіганням критичного оцінювання обстановки;  $K_{\text{ип}}$  – коефіцієнт урахування інформаційного впливу на особовий склад в ході операції (бойових дій).

Основним суттєвим недоліком (1) є те, що ця формула призначена для визначення прогнозованих втрат озброєння та військової техніки.

А недоліком (2), (3) є неврахування ступеня укритості військ під час ведення бойових дій. Хоча досвід свідчить, що зазначений фактор суттєво впливає на величину втрат особового складу під час ведення бойових дій. Також за допомогою даної методики в основному проводяться розрахунки втрат особового складу для механізованих (танкових) підрозділів, Повітряних Сил та Військово-морських Сил.

Як наслідок, використання існуючих методик прогнозування санітарних та неповоротних втрат особового складу можуть призвести до отримання некоректних результатів.

Враховуючи це метою статті є викладення удосконаленої методики визначення прогнозованих санітарних та неповоротних втрат особового складу ІВ ЗСУ.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Пропонована методика визначення прогнозованих санітарних та неповоротних втрат особового складу ІВ ЗСУ визначає порядок розрахунку втрат, які прогноуються в операціях (бойових діях), і призначена для використання у ході оперативного планування в органах управління ІВ ЗСУ, а також під час проведення заходів оперативної підготовки.

У методиці проводяться розрахунки втрат особового складу ІВ ЗСУ під час ведення бойових дій. Загальні втрати поділяються на неповоротні та санітарні.

Враховуючи положення [2], визначення прогнозованих санітарних та неповоротних втрат особового складу ІВ ЗСУ під час ведення бойових пропонується здійснювати у такій послідовності.

1. Санітарні втрати розраховуються за формулами:

$$V_{Ce} = N_e^K \square K_{bc} \square R_{yB} / 100, \quad (4)$$

$$V_C = \sum_{e=1}^E V_{Ce}, \quad (5)$$

$$V_C^* = V_C \square T, \quad (6)$$

$$N_n = V_C^* \square K_n, \quad (7)$$

$$V_{C3} = V_C^* \square N_n, \quad (8)$$

де  $V_{Ce}$  – чисельність прогнозованих середньодобових санітарних втрат особового складу, у кожному е-му елементі оперативної побудови (бойового порядку);  $N_e^K$  – чисельність особового складу в е-му елементі оперативної побудови (бойового порядку);  $K_{bc}$  – середньодобові санітарні відносні втрати особового складу (внаслідок вогневого впливу противника) у відсотках від його чисельності;  $R_{yB}$  – коефіцієнт, яким враховується рівень укритості військ;  $V_C$  – загальна чисельність прогнозованих середньодобових санітарних втрат особового складу;  $T$  – термін проведення операції (бойових дій);  $V_C^*$  – загальна чисельність санітарних втрат за весь термін проведення операції (бойових дій) без урахування повернення до строю після лікування;  $N_n$  – чисельність особового складу, який після лікування повернеться до строю;  $K_n$  – коефіцієнт повернення санітарних втрат особового складу до строю;  $V_{C3}$  – загальна чисельність прогнозованих середньодобових санітарних втрат особового складу з урахуванням повернення до строю після лікування.

2. Поворотні втрати визначаються за виразами:

$$V_{Be} = N_e^K \square K_{bB} \square R_{yB} / 100, \quad (9)$$

$$V_B = \sum_{e=1}^E V_{Be}, \quad (10)$$

$$V_{B3} = V_B \square T, \quad (11)$$

де  $V_{Be}$  – чисельність прогнозованих середньодобових неповоротних втрат особового складу, у кожному е-му елементі оперативної побудови (бойового порядку);  $N_e^K$  – чисельність особового складу в е-му елементі оперативної побудови (бойового порядку);  $K_{bB}$  – середньодобові неповоротні відносні втрати особового складу (внаслідок вогневого впливу противника) у відсотках від його чисельності;  $R_{yB}$  – коефіцієнт, яким враховується рівень укритості військ;  $V_B$  – загальна чисельність прогнозованих середньодобових неповоротних втрат особового складу;  $T$  – термін проведення операції (бойових дій);  $V_{B3}$  – загальна чисельність прогнозованих середньодобових неповоротних втрат особового складу.

3. Загальні середньодобові втрати особового складу розраховуються за формулою:

$$V_3 = V_{C3} + V_{B3}, \quad (12)$$

Далі, після визначення середньодобових втрат особового складу ІВ ЗСУ відповідно до [2] проводяться розрахунки втрат за категоріями та військово-обліковою спеціальністю (офіцери, солдати (сержанти)).

Суть пропонованої методики визначення прогнозованих санітарних та неповоротних втрат особового складу ІВ ЗСУ під час ведення бойових дій полягає у врахуванні під час розрахунку ступеня укритості військ  $K_{yB}$ , значення якого знаходяться в межах 0–1.

Враховуючи [3; 4], втрати особового складу залежать від ступеня виконання завдань фортифікаційного обладнання смуги (району) оборони, усереднене значення яких дорівнює 30 %.

Таким чином, визначення коефіцієнта  $R_{yB}$ , яким враховується рівень укритості військ, автор пропонує розрахувати за допомогою виразу:

$$R_{yB} = (1,3 - 0,3 \square K_{yB}) \quad (13)$$

де  $K_{yB}$  – коефіцієнт, яким враховується рівень укритості військ.

Таким чином, при проведенні розрахунків за відомою методикою за різних значень ступеня фортифікаційного обладнання втрати особового складу будуть однакові, якщо розрахунки проведені за допомогою удосконаленого методу – змінюються з урахуванням ступеня фортифікаційного обладнання.

Отже, отримані результати підтверджують, що існуюча методика визначення прогнозованих втрат особового складу не враховує ступеня фортифікаційного обладнання, що може привести до некоректних результатів. Запропонована методика цих недоліків позбавлена.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Описана у статті удосконалена методика визначення прогнозованих санітарних та неповоротних втрат особового складу ІВ ЗСУ, отримана завдяки введенню коефіцієнта, яким

враховується рівень укритості військ. У порівнянні з відомими зазначена методика дозволяє провести коректніші розрахунки прогнозованих санітарних та безповоротних втрат особового складу ІВ ЗСУ і може бути використана для інших родів військ (сил).

### Література

1. Про затвердження Норм безповоротних втрат, виходу у ремонт озброєння й військової техніки, витрати інших матеріально-технічних засобів в операціях. – К., 2007. – 41 с. 2. Методика розрахунку втрат особового складу. – К., 2011. – 57 с. 3. Куйбішев В. В. Исследование операций: учебник / В. В. Куйбішев. – М.: ВИА, 1990. – С. 57–68.

Перспективами подальших досліджень є розроблення методики визначення обсягів непорушних запасів інженерних боєприпасів для ефективного виконання завдань інженерного забезпечення в операції.

4. Методика оперативно-тактических (тактических) расчетов при планировании огневого поражения противника ракетными войсками и артиллерией в операции (бою). Кн. II. Оперативно-тактические нормы и справочные данные: метод. рекоменд. – М.: ВИ, 1991. – 80 с.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНАЯ МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОГНОЗИРОВАННЫХ САНИТАРНЫХ И БЕЗВОЗВРАТНЫХ ПОТЕРЬ ЛИЧНОГО СОСТАВА ИНЖЕНЕРНЫХ ВОЙСК ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

Александр Викторович Бобрун

Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

В статье представлен метод, который позволяет определять численность прогнозируемых санитарных и безвозвратных потерь личного состава инженерных войск Вооруженных Сил Украины. Недостатком известных методик является то, что в них не учитывается степень укрытия войск во время ведения боевых действий. Опыт свидетельствует, что определенный фактор существенно влияет на величину потерь личного состава во время ведения боевых действий. Как следствие, использование известных методов прогнозирования санитарных и безвозвратных потерь может привести к получению некорректных результатов. Суть предлагаемой методики определения прогнозируемых санитарных и безвозвратных потерь личного состава инженерных войск Вооруженных Сил Украины во время ведения боевых действий заключается в том, что в процессе проведения расчетов данная методика учитывает степень укрытия войск.

Описанная в статье усовершенствованная методика определения прогнозируемых санитарных и безвозвратных потерь личного состава инженерных войск Вооруженных Сил Украины получена благодаря введению коэффициента, с помощью которого учитывается уровень укрытия войск. В сравнении с известными, предлагаемая методика позволяет получить более корректные результаты прогнозируемых санитарных и безвозвратных потерь личного состава инженерных войск Вооруженных Сил Украины, а также может быть использована при проведении расчетов для других родов войск (сил).

**Ключевые слова:** прогнозируемые санитарные и безвозвратные потери личного состава; укрытие войск.

## THE IMPROVED METHODS OF DEFINITION OF THE PREDICTED SANITARY AND IRREVOCABLE LOSSES OF ENGINEERING TROOPS STAFF OF ARMED FORCES OF UKRAINE DURING CONDUCTING OPERATIONS

Oleksandr V. Bobrun

The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The article presents a technique that allows to estimating the engineering troops casualty rate of the Ukrainian Armed Forces. The disadvantage of the existing methods is disregarding of the troops sheltering degree. Combat experience shows that this factor (troops sheltering) significantly affects the number of casualties. As a consequence, the use of the existing methods can lead to inaccurate results. The technique proposed is based on the calculation process that includes the degree of troops sheltering.

The advanced estimation technique of expected engineering troops casualties of the Ukrainian Armed Forces in the warfare is obtained by the introduction of index where troops sheltering degree is involved. Compared to methods known, the proposed one allows to obtain more accurate outcomes. That technique also could be used for expected casualties calculation in other military branches.

**Keywords:** expected casualties; troops sheltering.

### References

1. On approval of the norms deadweight losses, out of repair of weapons and military equipment, material and other costs of means of operations. (2007), [Pro zatverdzhennia Norm bezpovorotnykh vtrat, vykhodu u remont ozbroiennia y viiskovoi tekhniki, vytraty inshykh materialno-tekhnichnykh zasobiv v operatsiiah], Kyiv, 41 p. 2. Methods of calculating casualties, (2011), [Metodyka rozrakhunku vtrat osobovoho skladu], Kyiv, 57 p. 3. Kuibyshev V.V. (1990), Research of operations: Tutorial,

[Issledovanie operatsii: uchebnik], Moscow: MIA, pp. 57–68. 4. Method of operational-tactical (tactical) calculations in planning fire destruction to enemy by rocket troops and artillery in operations (combat). (1991), [Metodika operativno-takticheskikh (takticheskikh) raschetov pri planirovanii ogneвого porazheniia protivnika raketnymi voiskami i artilleriei v operatsii (boiu)], B. II. Operational-tactical rules and reference data: method. recom., Moscow: ME, 80 p.

Отримано: 07.04.2016 року.

Леонид Александрович Бондаренко  
Константин Валерьевич Андреев  
Николай Александрович Масесов (канд. техн. наук, с.н.с.)  
Екатерина Александровна Ефанова

Военный институт телекоммуникаций и информатизации

## О ПОДХОДАХ К СОЗДАНИЮ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПАСПОРТИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО УЧЁТА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

Рассматривается проблема подхода к автоматизации паспортизации и технического учёта телекоммуникационных ресурсов в телекоммуникационных системах специальных пользователей. Рассмотрены функции и задачи системы паспортизации и технического учёта ресурсов телекоммуникационных сетей. Приведен порядок учёта различных телекоммуникационных ресурсов, а также их атрибутов. Представлены основные аспекты выбора направления процесса паспортизации и автоматизации учёта телекоммуникационных ресурсов. Сформулированы основные способы создания автоматизированной подсистемы технического учёта и паспортизации в общей системе автоматизации управления телекоммуникационными сетями, с учётом функционального многообразия объектов управления и технического учёта.

**Ключевые слова:** автоматизация; паспортизация; технический учёт; сетевые ресурсы.

### Вступление. Анализ последних исследований и публикаций

**Постановка задачи.** Эффективность управления телекоммуникациями в значительной степени зависит от своевременного получения и обработки данных о наличии и техническом состоянии средств, сетей и сооружений связи. Сети связи, представляющие собой совокупность узлов, линий между ними и сооружений связи предназначены для переноса (транспортировки) сообщений в виде электрических сигналов от источника сообщений к получателю. Для повышения эффективности использования телекоммуникационных ресурсов сетей необходимо создавать вспомогательные службы, системы, надстройки над сетью связи, которые обеспечили бы ее устойчивое функционирование при внешних дестабилизирующих воздействиях в течение всего срока службы аппаратуры. Обеспечение устойчивости и качества управления телекоммуникационными ресурсами достигается за счет применения единых технологий управления и учёта. Данная задача решается в рамках системы технического учёта и паспортизации телекоммуникационных ресурсов на информационно-телекоммуникационных узлах (ИТУ) и в органах управления связью. Особенностью последних лет стало влияние на развитие автоматизации управления телекоммуникационными ресурсами новых методологических подходов, официально рекомендованных МСЭ–Т.

Анализ литературы по данной тематике показал, что в известных работах остается нерешенной задача описания модели управления телекоммуникационными ресурсами, обоснования

этапов и способов ее создания, а также особенностей функционирования, что и является целью этой статьи.

### Изложение основного материала

В данной статье технический учёт рассматривается как управление инвентаризацией (Inventory Management) телекоммуникационных ресурсов [1]

1. Функции и задачи системы паспортизации и технического учёта ресурсов телекоммуникационных сетей.

Системы паспортизации и технического учёта ресурсов телекоммуникационных сетей можно отнести к системе управления, которая, взаимодействует с сетью электросвязи через обусловленные интерфейсы. Интерфейсы представляют собой программно-аппаратные средства для согласования технических средств системы автоматизированного управления телекоммуникациями.

Под техническим учётом (ТУ) понимается систематическая и целенаправленная деятельность органов управления связью и ИТУ по сбору, хранению, обработке и предоставлению данных, характеризующих состав, конструкцию, размещение и взаимосвязи телекоммуникационных сетей, средств и сооружений связи [2].

Сети, средства и сооружения связи, их части и компоненты, можно рассматривать как объекты технического учёта. В сферу технического учёта может дополнительно включаться оборудование и аппаратура, обеспечивающая функционирование средств связи (оборудование электропитания, климатические установки, силовые электрокабели и т.п.).



Частью технического учёта является паспортизация – совокупность информационно-технологических (ИТ) процессов, необходимых для документирования информации о наименовании, кодовом обозначении, значении параметров учёта объекта, его взаимосвязях с другими объектами при использовании объекта по назначению.

Система технического учёта и паспортизации в телекоммуникациях представляет собой совокупность комплекса технических средств, информационных технологий, правил и регламентов, необходимых для осуществления контроля за расширением или уменьшением состава и конфигурации сетей, средств и сооружений связи.

Система ТУ является частью оперативно-технического управления телекоммуникационной системой и относится к функциональной области управления конфигурацией (configuration management) [3,5,6], т.е. реализует функции управления сетями электросвязи:

- контроль за расширением или уменьшением управляемой системы в результате ввода в эксплуатацию новых объектов, вывод из эксплуатации, реконфигурация сетей и средств связи;

- контроль наличия и состояния объектов учёта, их частей и компонентов;

- определение места расположения объектов учёта, их частей и компонентов.

Уровень детализации системы технического учёта должен быть адекватен задачам, которые выполняет телекоммуникационная система в целом и уровню автоматизации управления системой. Представляется, что минимально допустимым объектом учёта является монтируемое (смонтированное) устройство, допускающее замену в условиях эксплуатации, типовой элемент замены (ТЭЗ), использующимся для организации физического интерфейса с внешней средой. Возможность учёта отдельного ТЭЗ и порта для внешних/внутренних соединений данного ТЭЗ, отдельного кабеля связи (физической цепи) рассматривается как минимально допустимый уровень подробности технического учёта в телекоммуникациях.

Для сооружений связи “уровнем подробности” может быть элемент инженерной конструкции или типовая конструкция в целом. Также система ТУ должна учитывать отношения на уровне вложения, т.е. какой объект технического учёта является составной частью другого, более сложного объекта.

Система ТУ должна взаимодействовать с перечнем услуг, которые представляются ИТУ, абонентской базой, используемой схемой нумерации и идентификации пользователей услуг связи.

В результате, технический отчет может генерироваться автоматически с указанием всей необходимой технической информации по абонентам, ИТУ, сети связи.

Общие задачи, которые решаются системой технического учёта и паспортизации в автоматическом или в автоматизированном режиме следующие:

- сбор, хранение, обработка и предоставление данных, необходимых для администрирования любыми сетевыми элементами и объектами учёта;
- повышение уровня достоверности информации о параметрах и характеристиках объектов технического учёта;

- точный материальный учёт с помощью систематического обновления информации о состоянии технических средств ИТВ или сети связи;

- информационная поддержка процессов планирования ввода/вывода мощностей при перемещении/монтаже/переносе/демонтаже средств и сооружений связи;

- документирование жизненного цикла и физического местоположения телекоммуникационных ресурсов необходимых для технической эксплуатации и формирования планов развития ИТУ.

Внедрение системы ТУ на сетях связи осуществляется в виде автоматизированной подсистемы технического учёта и паспортизации (АСТУП) – системы, состоящей из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующая информационную технологию установленных функций по техническому учёту и паспортизации ресурсов в телекоммуникациях [4]. Функциональные компоненты системы АСТУП и их взаимодействие показаны на рисунке 1.

Компонента “Система кодирования и идентификации, нормативно-справочная информация” предназначена для формирования информационного обеспечения АСТУП на уровне единых кодов-классификаторов, которые приняты у специальных пользователей, процедур упорядочения сбора, ввода/вывода и анализа имеющейся информации об объектах учёта.

Компоненты “Схемы сетей, маршрутов, кроссов, сооружений” и “Планы размещения оборудования, схемы кроссировок, электропитания, стативов” реализуют в основном информационные задачи, а именно:

- подготовка данных для ввода в систему;
- ввод данных;
- хранение и обработка данных;
- контроль целостности и непротиворечивости данных;
- отображение и регистрация информации;
- предоставление и документирование данных.

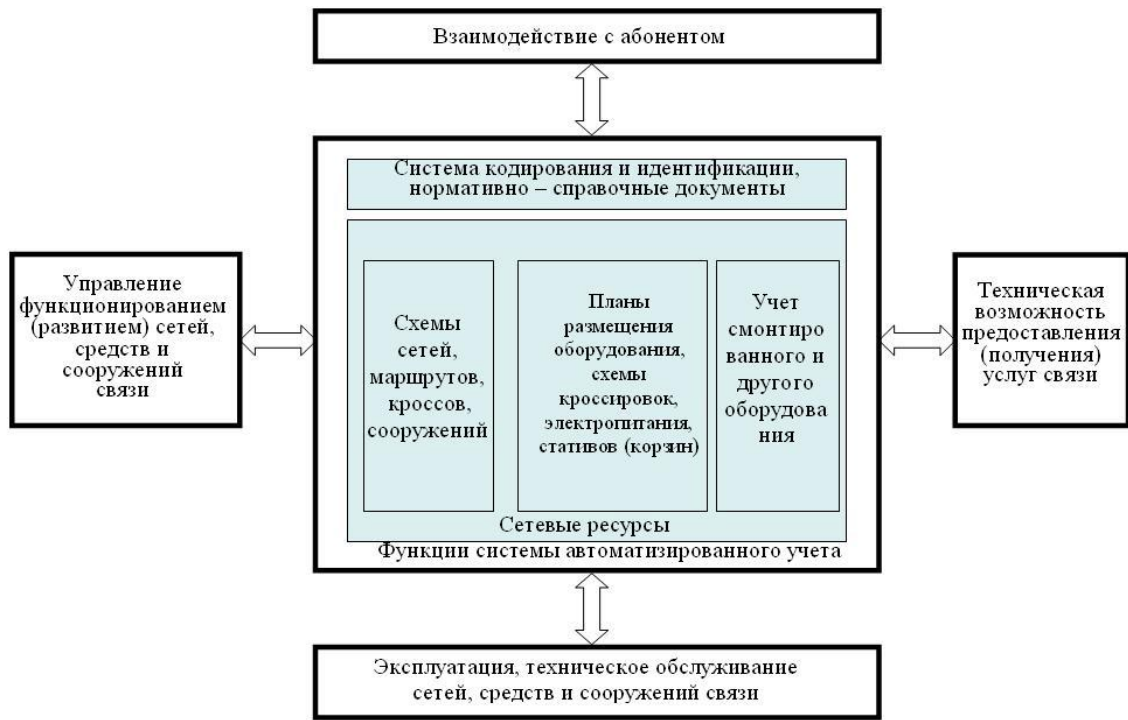


Рис.1 Функциональные компоненты АСТУП

Компонента “Учет смонтированного и другого оборудования” выполняет управляющие задачи:

- мониторинг наличия объекта учёта;
- идентификация и классификация объекта учёта;

- управление изменением конфигурации сетей, средств и сооружений связи;

- контроль исполнения управляющих воздействий на объекты учёта;

- осуществление аналитических функций, сбор и анализ статистической информации по конфигурации сетевых ресурсов.

Использование АСТУП позволяет повысить эффективность управления ИТУ и сетями в целом, а именно:

- сократить рабочее время на подготовку и принятие управленческих решений;

- сократить рабочий цикл при подготовке рабочих проектов, выдаче технических условий, разрешений на производство работ;

- автоматизировать контроль нормативных сроков эксплуатации оборудования и планирования проведения регламентно-технических работ;

- оптимизировать начисление накопление и содержание ЗИП;

- вести контроль обоснованности заказа оборудования и имущества связи;

- формировать статистику повреждений оборудования, линий и сооружений связи по типам и объектам эксплуатации.

## 2. Учёт различных телекоммуникационных ресурсов

Объектами технического учёта и паспортизации можно совокупно рассматривать

сетевые ресурсы (сети, средства и сооружения связи) как совокупность инженерно-технических, аппаратных и программных средств, используемых для пропуска трафика пользователей на сетях связи при предоставлении услуг.

Согласно Рекомендации МСЭ-Т М.3100, сетевые ресурсы по своей природе могут разделяться на физические и логические. К физическим ресурсам относится оборудование сетей, линий, средств и сооружений связи.

К логическим ресурсам относится программное обеспечение, которое применяется в электросвязи, номерной, радиочастотный и адресный ресурс.

Взаимосвязь между различными группами объектов учёта ресурсов в системе ТУ показана на рисунке 2.

Как правило, в существующих системах ТУ осуществляется, в основном, учёт физических ресурсов.

Логические ресурсы представляют прежде всего ресурсы общегосударственной и ведомственной нумерации. В рамках АСТУП необходимо обеспечить учёт задействования заявленного ресурса по отношению к эксплуатируемому оборудованию электросвязи.

Для оборудования NGN также важно соответствие используемых IP-адресов или кодов тематических служб ранее выделенным адресам и кодам.

К дополнительным логическим ресурсам, которые необходимо учитывать в рамках системы технического учёта и паспортизации, следует отнести:

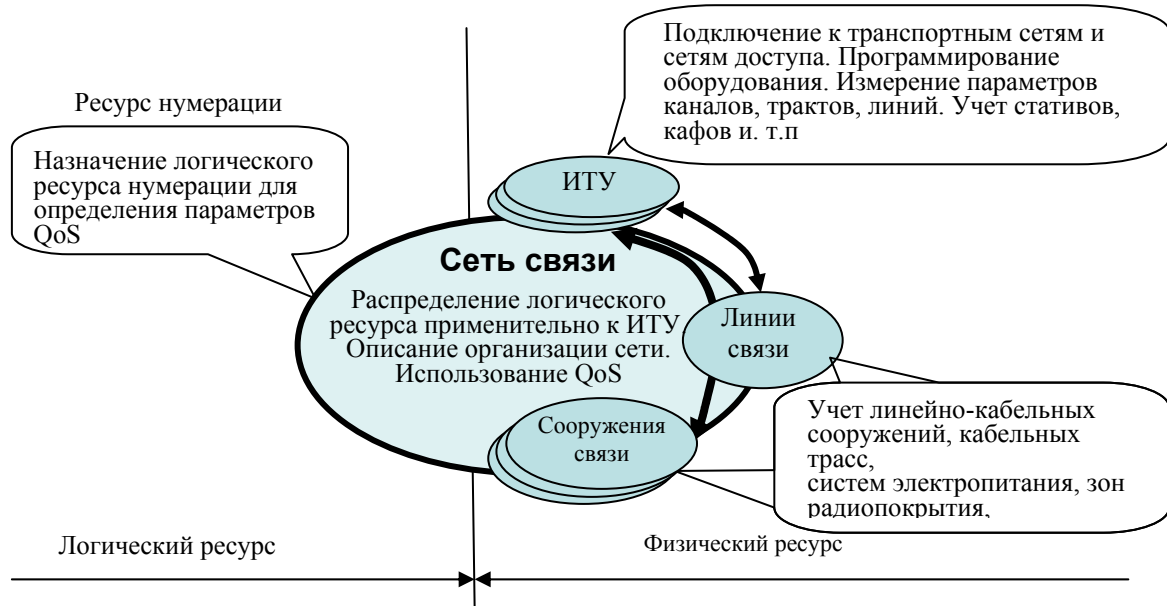


Рис. 2 Функциональная взаимосвязь между логическими и физическими

данные о качестве предоставления услуг электросвязи и условия SLA (данные об условиях и уровнях SLA могут импортироваться из биллинга, системы сетевого мониторинга и управления, системы CRM);

данные о маршрутах пропуска трафика (импортируются в систему технического учёта из системы сетевого мониторинга и управления);

обозначение сигнальных пунктов и иные коды (служебные коды идентификации сетей электросвязи, коды идентификации сети интернет), полосы радиочастот, назначаемые установленным порядком.

Ввод в АСТУП значений параметров логических ресурсов осуществляется либо автоматически из других компонентов OS(operation system), либо автоматизировано оператором/администратором системы технического учёта.

Рассмотрим далее некоторые подробности учёта физических ресурсов.

Сеть связи рассматривается как совокупность узлов связи и соединений между ними. При этом, в контексте задачи технического учёта, имеются в виду прежде всего физические соединения (подключения, соединения, кроссировки, территория покрытия для радиосредств).

Узел связи – это совокупность средств связи, объединенных по функционально-территориальному признаку и имеющая сетевой идентификатор (сетевой код, номер).

Особенностью линий связи является то, что они заканчиваются на физических портах средств связи, и имеют многочисленные промежуточные соединения на кроссах. К сооружениям связи, учитываемым в рамках АСУТП, относится кабельная канализация (каналы, колодцы, коллекторы, шахты, тоннели), площадки на крышах зданий, антенно-мачтовые устройства, прочие сооружения, используемые для размещения, защиты и обеспечения функционирования линий и узлов связи.

Конструкция оборудования и сооружений связи здесь используется для описания пространственного размещения узлов сети связи и линий связи – расстановка и расположение аппаратуры в полках, стативах, шкафах, рамках, кабельных ящиках и т.п. С учётом принципа разбиения, показанного на рис. 2, предлагается следующая иерархическая структура для описания и представления объектов технического учёта в АСТУП.

Разбиение на плоскости обусловлено функциями объектов учёта при организации пусконаладочных работ на сети связи;

различным уровнем подробности описания объектов учёта и паспортизации.

Представляется что реализация в АСТУП схемы, представленной на рис. 3. обеспечит полноценный технический учёт и паспортизацию оборудования телекоммуникационных сетей и ИТУ.

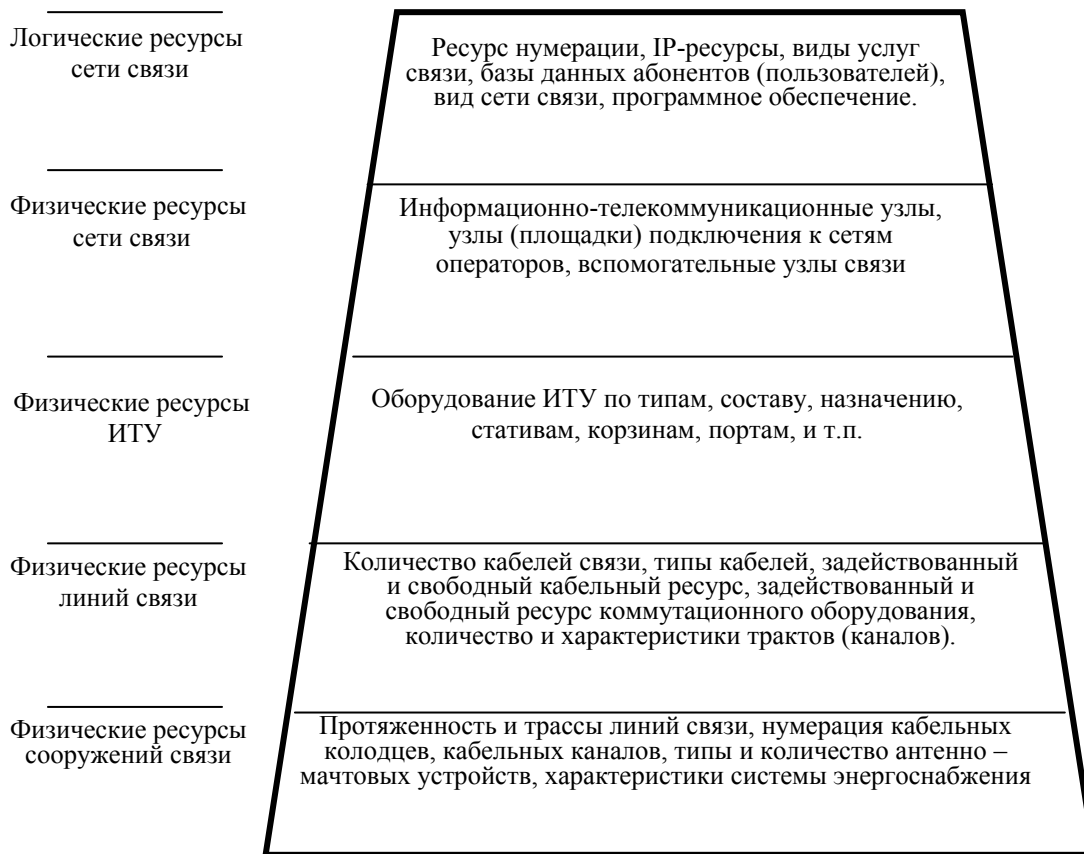


Рис.3 Иерархическая структура логических и физических ресурсов в АСТУП

3. Атрибуты учёта телекоммуникационных ресурсов

Кроме объективности данных по объектам учёта, система АСТУП должна обеспечивать полноту и непротиворечивость данных. Полнота данных в системе ТУ предусматривает такое описание объекта учёта, которое полностью соответствует данной предметной области в рамках целей и задач системы ТУ. Критерий полноты состоит в том, что данные об объекте учёта, а также объект управления и учёта однозначно понимается в любом контексте функциональной области технического учёта и паспортизации.

Непротиворечивость означает отсутствие различий в описании свойств объекта учёта за счёт согласованного и единообразного описания в пределах одной системы ТУ. Обеспечить полноту и непротиворечивость данных системы ТУ возможно с использованием развитой структуры нормативно-справочной информации. Нормативно-справочная информация (НСИ) определяются как совокупность условно-постоянных данных, на которых основываются процессы формирования учетных документов частей и подразделений связи. НСИ представлена обычно набором приказов, руководств, классификаторов и справочников. В рамках нормативно-справочной информации системы ТУ требуется определить атрибуты объектов управления и учёта, которые с минимально допустимым уровнем подробности описывали бы

свойства сущностей, соответствующих объектам управления и учёта.

Типовой перечень общих атрибутов объекта технического учёта специальных пользователей может иметь вид:

- условное наименование объекта технического учёта, заданное производителем или органом управления.
- уникальный идентификатор объекта технического учёта;
- функции объекта технического учёта;
- техническое описание объекта учёта;
- технические характеристики согласно технического паспорта (формуляра) изделия;
- количественные показатели объекта технического учёта в эквивалентных или в иных единицах, принятых для характеристики объекта (например, мощность излучения, данные о загрузке кабельных шкафов, занятости емкости кабельных линий, скорости передачи информации и т.п.);
- поддержка SNMP-агента с указанием версии протокола SNMP;
- протяженность линейно-кабельных сооружений и физических цепей;
- зона радиопокрытия в привязке к географическим координатам или топографическим планам;
- типы физических портов объекта технического учёта (при наличии физических портов для связи с внешней средой);

типы и номера монтажных позиций для монтирования единиц технического учёта в несущих конструкциях;

координаты подключения на КРОССе объекта технического учёта (при наличии кроссового соединения);

сведения об использовании опасных материалов при производстве единицы технического учёта и опасных излучений;

сведения об электропитании объекта технического учёта;

данные о соответствии объекта технического учёта нормам электромагнитной совместимости, электрической и пожарной безопасности;

реквизиты проектной документации на строительство или монтаж объекта технического учёта;

принадлежность объекта технического учёта и контактная информация;

наименование и контактная информация органа управления объектом учёта;

сведения о расположении объекта технического учёта с минимальной точностью для физических цепей – до точки кросса и/или канала/трассы, для средств связи – с точностью до здания или улицы или площадки с топографическими координатами, в том числе сведения о размещении антенно-мачтовых устройств; данные о размещении опор и прохождении трассы для установки воздушных линий передачи или подвеса кабелей на линиях электропередач или контактной сети;

дата (месяц, год) ввода объекта технического учёта в постоянную эксплуатацию;

сведения о ремонтпригодности единицы технического учёта;

сведения (месяц, год) о ремонте единицы технического учёта;

сведения об измеряемых характеристиках объекта технического учёта в процессе эксплуатации, в том числе наименование измеряемых характеристик, единиц измерения, текущие значения измеряемых величин (по результатам последних измерений);

сведения о плановых контрольных и/или ревизионных проверках единицы технического учёта с указанием реквизитов организации и/или лица проводившего ремонт, дате (день, месяц, год).

В зависимости от того, является объект учёта физическим или логическим, атрибут может иметь определенное значение или иметь нулевое значение.

### **Выводы и перспективы дальнейших исследований**

Подсистема АСТУП, в общей системе автоматизации управления

### **Литература**

1. Гургенидзе А. Т. Сравнительный анализ платформ автоматизированных систем технического учета сетевых ресурсов (NRI) операторского класса / А. Т. Гургенидзе, –2006. – №3 (1). – С. 160–167.
2. Гребешков А. Ю. Управление и технический учёт

телекоммуникационными сетями, с учётом функционального многообразия объектов управления и технического учёта, может создаваться двумя способами.

Первый способ – создание подсистемы АСТУП по принципу “библиотеки“, когда для учёта одинаковых функциональных или конструктивных групп объектов создаётся новый программный модуль.

Каждый модуль должен иметь собственную логику, снабжается библиотекой типовых решений по техническому учёту для сходных типов оборудования. Для разных групп объектов учёта применяется единая система обозначений и описаний объектов. Библиотеки объединяются в одной программной оболочке.

Второй способ – создание подсистемы АСТУП по принципу “ядра учёта“, когда создаётся унифицированная и достаточно абстрактная группа функций по различным вариантам системы описания и учёта объектов (учёт модулей, учёт портов, учёт точек соединения на кроссе, учёт контейнеров). Далее, при необходимости, разрабатывается приложение, функционально ориентированное на пользователя средств связи. При этом “ядро учёта” модификации не подлежит, что позволяет сохранить единую информационную модель, обеспечить целостность и непротиворечивость данных подсистемы АСТУП.

В рамках первого и второго способов конечной целью разработки является создание групп объектов – т.е. описание каждого вида телекоммуникационного ресурса как объекта определенной группы и, как следствие, – формализация описания. В рамках “библиотеки” единое ядро для формализации описания или связей между объектами может отсутствовать; в рамках “ядра учёта” – есть единое ядро для всех типов оборудования, но оно должно быть универсальным для описания состава и взаимосвязей различных объектов учёта. В любом случае, вместо раздельного описания определённых видов сетей электросвязи и соответствующих телекоммуникационных ресурсов в каждом из рассмотренных вариантов осуществляется “информационно-технологическая сборка” из описаний различных видов ресурсов на основе разрабатываемых “библиотек” или “ядра учёта”. В дальнейших исследованиях планируется определить, насколько точность осуществления этой сборки будет влиять в конечном итоге на качество реализации АСТУП.

- ресурсов в телекоммуникациях / А. Ю. Гребешков // – М.: ИРИАС, – 2008. – 326 с. 3. Гребешков А. Ю. Стандарты и технологии управления сетями электросвязи. / А. Ю. Гребешков // М.: Эко-Трендз. – 2003. – 288 с.:илл. 16. 4. Бычков И. Д., Технический

учёт в эксплуатационном управлении / И. Д. Бычков, Б. С. Гольдштейн // вестник связи–2008. – №1.– С. 91–96.  
5. ITU–T Recommendation M.3200. TMN management

services and telecommunications managed areas: overview. – 1997. 6. ITU–T Recommendation M.3400. TMN management functions. – 2000.

## ПРО ШЛЯХИ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ ПАСПОРТИЗАЦІЇ І ТЕХНІЧНОГО ОБЛІКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ РЕСУРСІВ

*Леонід Олександрович Бондаренко*  
*Костянтин Валерійович Андрєєв*  
*Микола Олександрович Масєсов (канд. техн. наук, с.н.с.)*  
*Катерина Олександрівна Єфанова*

*Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна*

*Розглядається проблема підходу до автоматизації паспортизації та технічного обліку телекомунікаційних ресурсів в телекомунікаційних системах спеціальних користувачів. Розглянуто функції та завдання системи паспортизації та технічного обліку ресурсів телекомунікаційних мереж. Наведено порядок обліку різних телекомунікаційних ресурсів, а також їх атрибутів. Представлені основні аспекти вибору напрямку процесу паспортизації та автоматизації обліку телекомунікаційних ресурсів. Сформульовано основні способи створення автоматизованої підсистеми технічного обліку і паспортизації в загальній системі автоматизації управління телекомунікаційними мережами, з урахуванням функціонального різноманіття об'єктів управління і технічного обліку.*

*Ключові слова: автоматизація; паспортизація; технічний облік; мережеві ресурси.*

## ABOUT WAYS TO CREATING AUTOMATING SYSTEM AND TECHNICAL ACCOUNTING TELECOMMUNICATION RESOURCES

*Leonid O. Bondarenko*  
*Kostiantyn V. Andrieiev*  
*Mykola A. Masesov (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)*  
*Kateryna O. Yefanova*

*Military Institute of Telecommunications and Informatization, Kyiv, Ukraine*

*Considers the problem of approach to the automation of certification and technical recording of telecommunication resources in the telecommunication systems special users. Considered functions and tasks of the system of certification and technical accounting resources of telecommunication networks. Given the treatment of the various telecommunication resources and their attributes. The main aspects of choosing the direction of the process of certification and accounting automation telecommunication resources. We have formulated the main ways of creating an automated subsystem of technical accounting and passportization in the overall system of automation of management of the telecommunication networks, taking into account the functional diversity of facilities management and technical accounting.*

*Keywords: automation; certification; technical accounting; network resources.*

### References

1. Gyrgenitze A.T. (2006), Comparative analysis of the platform automation system for technical accounting telecommunication resources, [Sравnitel'nyj analiz platform avtomatizirovannyh sistem tehničeskogo ucheta setevyh resursov (NRI) operatorskogo klassa].
2. Gyrgenitze A.T. (2008), Control and technical accounting resources in telecommunications. [Upravlenie i tehničeskij uchjot resursov v telekommunikacijah], p. 326.
3. Grebeshkov A.U. (2003), Standards and managements technology telecommunication, [Standarty i tehnologii upravlenija setjami jelektrrosvjazi], No. 4, p. 288.
4. Bichkov I.D., Technical accounting exploitation managements. [Tehničeskij uchjot v jekspluatacionnom upravlenii], pp. 91–96.
5. ITU–T Recommendation M.3200. (1997), TMN management services and telecommunications managed areas: overview.
6. ITU–T Recommendation M.3400. (2000), TMN management functions.

Отримано: 09.03.2016 року.

УДК 355.433.4(477)

Михайло Миколайович Бочаров  
Михайло Віталійович Приймак

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИК ОЦІНЮВАННЯ НЕГАТИВНОГО ІНФОРМАЦІЙНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ В ПРОГНОЗУВАННІ МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВІЙСЬК У БОЙОВИХ УМОВАХ

В статті проаналізована низка методик оцінювання рівня психологічної стійкості військ, застосування яких оптимізує процеси захисту морально-психологічних якостей військовослужбовців.

Наведено приклади залежності боєздатності військ від рівня психологічної стійкості особового складу та недоліки відомих методик щодо його визначення. Висвітлено зміст автоматизованих методик контролю негативного інформаційно-психологічного впливу в бойових умовах та рівня психологічної стійкості військ збройних сил США, Канади, Німеччини та Російської Федерації.

Проаналізовано результати актуальних вітчизняних наукових досліджень з означеної проблематики. Запропоновано шляхи впровадження відповідних методик у діяльність системи управління ЗС України з урахуванням перспектив впровадження стандартів НАТО і теоретичних поглядів вітчизняних фахівців.

**Ключові слова:** захист особового складу; негативний інформаційно-психологічний вплив; методика оцінювання; психологічна стійкість; системи управління; автоматизація розрахунків.

### Вступ

**Постановка проблеми.** В умовах “гібридної війни”, розгорнутої в моральній, ментальній і фізичній площинах, збереження морально-психологічних якостей військовослужбовців недостатньо враховується командуванням військових частин та підрозділів в організації бойових дій [1].

Сучасна “гібридна війна” характеризується суттєвим зростанням загроз та ризиків, які пов’язані із негативними наслідками інформаційно-психологічного впливу на особовий склад військ та населення країн, які залучені до участі у збройних конфліктах.

Інформаційно-психологічний вплив – цілеспрямоване інформаційне втручання у свідомість (підсвідомість) цільової аудиторії з метою корекції її поведінки та (або) світогляду, зміни морально-психологічного стану [5].

Вплив з метою підтримки оптимального морально-психологічного стану, високих морально-психологічних бойових якостей військовослужбовців здійснюється у загальному комплексі заходів морально-психологічного забезпечення (далі МПЗ). Разом із тим, наявні методики визначення готовності військових частин та підрозділів до виконання бойових завдань не враховують вплив МПЗ як підсистеми всебічного забезпечення.

В умовах навчань і особливо бойових дій моніторинг негативного інформаційно-психологічного впливу на особовий склад через залежність психологічної стійкості військовослужбовців від його наслідків

визначальним чином впливає на якість прогнозу боєздатності військ, забезпечує узмістовлення захисту життя та здоров’я військовослужбовців у бойових умовах.

Отже, необхідність моніторингу та оцінювання негативного інформаційно-психологічного впливу через предиктори психологічної стійкості особового складу підрозділів ЗС України під час ведення бойових дій обумовлюють актуальність аналізу існуючих підходів до оцінювання рівня психологічної стійкості та врахування результатів в управлінні підрозділами в бойових умовах. Такий дискурс суттєво уточнює зміст та спрямованість впливу підсистеми МПЗ на загальні показники бойових можливостей.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**  
Аналіз досліджень О. Блінова, Г. Давидова, О. Кокуна, В. Клименка, І. Ліпатова, М. Варія, Ю. Московчука, В. Стасюка, О. Тімченка та ін. свідчить, що системне врахування можливих наслідків негативного інформаційно-психологічного впливу та показників психологічної стійкості військ у бойових умовах можливе при використанні методик контролю морально-психологічного стану (далі МПС), методик визначення психологічної стійкості особового складу та прогнозування бойових психогенних втрат.

Але на тлі достатньо вичерпної теоретичної і практичної розробленості змісту методик контролю МПС існує об’єктивна непогодженість їх змісту з параметрами методик моніторингу та оцінювання негативного інформаційно-психологічного впливу, визначення психологічної стійкості особового складу, прогнозування бойових психогенних втрат [4, 6, 7, 9–12, 14–16].

## Виклад основного матеріалу дослідження

До цього часу в ЗС України жодна методика контролю МПС не визнана нормативною, що, на думку вітчизняних дослідників, зумовлено складністю проведення досліджень фахівцями без спеціальної підготовки; недостатністю системної структурованості чинників, їх предметної відповідності психодіагностичним критеріям (предикторам); відсутністю аргументації для визначення ваги чинників; тривалістю проведення досліджень і розрахунків [7, 12, 14–16].

Враховуючі нагальну потребу бойової практики військ у системному прогнозуванні моральних та психологічних характеристик особового складу під час підготовки та ведення бойових дій, метою статті є визначення підходів для формування моделі моніторингу інформаційно-психологічного впливу для прогнозування морально-психологічного стану військ у бойових умовах.

Встановлено, що при низькому рівні МПС особового складу час виконання вогневого завдання збільшується на 35 %, а кількість промахів – від 40 до 50 %, війська можуть втратити свою боєздатність вже при 10–20 % втрат. Водночас при високому рівні МПС особового складу військових частин та підрозділів – лише при 50 % і більше [12, 14].

Більшість науковців дотримуються думки, що в МПЗ моральний і психологічний чинники відділені досить умовно, вони виявляються як морально-психологічне ціле [4, 6, 10, 12, 16]. Але, на нашу думку, важливим моментом при пошуку методів емпіричної оцінки впливу МПЗ є відокремлення найбільш чутливої його складової від нечутливої. Принцип вимірюваності характеристик предмета МПЗ визначає, що сформоване у воїнів психологічне новоутворення має вимірюватися, оцінюватися і контролюватися.

Впровадження в систему управління ЗС України стандартів НАТО вимагає ретельного вивчення набутого досвіду провідних країн світу.

У збройних силах більшості країн НАТО об'єктом оцінки і прогнозування мотивації та психологічної стійкості визначена психологічна стійкість “пружність” (англ. *psychological resilience*). Для оперативного визначення впливу стрес-чинників бою та психологічної стійкості підрозділу статутними документами армій НАТО передбачено спрощені параметри оцінки, що дозволяє автоматизувати збір даних особовим складом без спеціальної підготовки [17–19].

Наприклад, у збройних силах США з середини 1990-х створена польова комп'ютерна система збору обробки і збереження інформації про стан середовища і його вплив на здоров'я військовослужбовців [1].

Для класифікації чинників негативного інформаційно-психологічного впливу та прогнозування психологічної стійкості запропонована структурно-логічна схема, яку зображено на рис. 1.

У якості діагностичних критеріїв негативного інформаційно-психологічного впливу використовуються чотири групи чинників. Перші три узагальнюють події потенційно високої дії: перша – потенційно травматичні події, що включають смерть або її загрозу, серйозне ушкодження себе або інших; друга – втрати близьких людей, речей, травмування; третя – потенційно морально шкідливі події. Четверта об'єднує стресори усіх типів, не впливові поодиночі.

В бойових умовах стрес-чинники класифікуються наступним чином: недавні стресори; рівень внутрішнього занепокоєння (стурбованості); рівень функціонування (поведінки) в різних умовах. Стрес-чинники бою наведені в таблиці 1.

З 2007 року впроваджена модель розвитку психологічної пружності, яка забезпечує своєчасний інформаційний ресурс для розуміння і визначення спектру чинників морально-психологічного впливу, визначає повний спектр протидії стрес-факторам та їх необхідних результатів [18].

Цей підхід підвищив здатність особового складу окремо розташованих підрозділів до самостійного моніторингу стрес-чинників та вжиття відповідних заходів. Він надає керівникам інформацію та практичні стратегії для прийняття організаційних рішень і надання морально-психологічної підтримки для відновлення боєздатності підрозділу та ефективного управління в бойових умовах.

За дорученням Департаменту оборони США у 2011 році групою науковців відомчих та цивільних установ вкотре були досліджені питання класифікації чинників бою та оцінювання стійкості, “пружності” [19].

Результатом досліджень стало вдосконалення моделі розвитку психологічної стійкості підрозділів, яку зображено на рис. 2.

Сьогодні в ЗС США відбувається введення в експлуатацію АСУ GCCS (Global Command and Control System), яка забезпечить одночасно організацію та контроль різних видів забезпечення [1].

Позитивні результати впровадження визначеної вище моделі розвитку психологічної стійкості у ЗС Канади дозволили з 2007 року імплементувати зазначені підходи в програмі ЗС Канади “Road To Mental Readiness” (скорочено “R2MR”). Зокрема, ресурси відповідної програми розглядаються для введення в базові програми військової освіти [17].

В ЗС РФ технологія збору, агрегації і візуалізації даних соціологічного супроводу бойових дій розроблена у 2010 році. Постійно удосконалюється автоматизована методика оцінювання МПС [8, 13]. Показники методики визначаються та оцінюються за допомогою методів спостереження, співбесіди, опитування, експертної оцінки, аналізу результатів діяльності, методик психодіагностичних досліджень.

Варті уваги дослідження в цьому напрямі вітчизняних науковців інших силових відомств України, де збережені наукові лабораторії відповідного профілю [11].



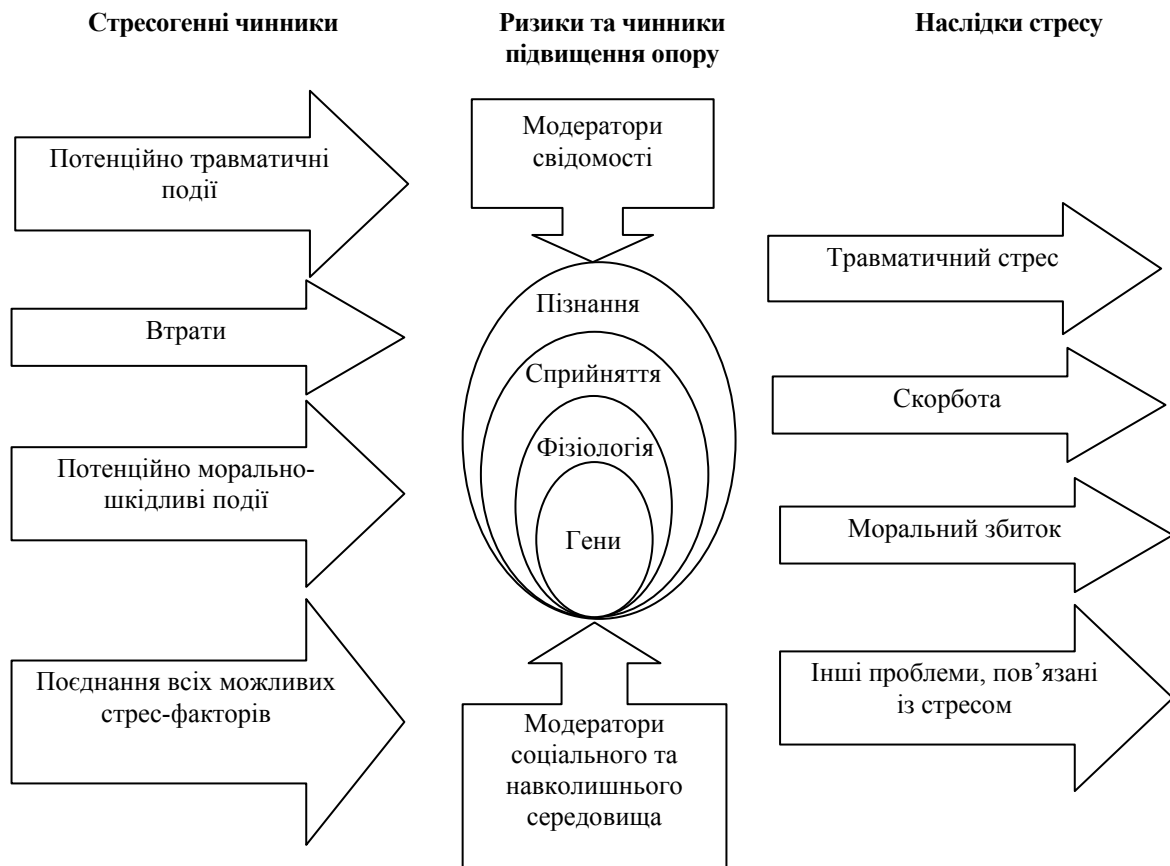


Рис. 1. Структурно-логічна схема класифікації чинників негативного інформаційно-психологічного впливу та прогнозування психологічної стійкості військ

Таблиця 1

Стрес-чинники бою за класифікацією ЗС США

Класи	Джерела інформації	
	Спостереження	Опитування
Недавні стресори	Стресори впродовж розгортання або навчання	Особисті або домашні стресори
Рівень стурбованості	Нетипові й інтенсивні негативні емоції	Думки, що турбують (наприклад провина або сором)
Рівень функціонування	Зменшення ефективності дій, стурбованість, конфлікти з іншими	Фізичні симптоми, проблеми з відпочинком або втрата самовладання

В ЗС РФ технологія збору, агрегації і візуалізації даних соціологічного супроводу бойових дій розроблена у 2010 році. Постійно удосконалюється автоматизована методика оцінювання МПС [8, 13]. Показники методики визначаються та оцінюються за допомогою методів спостереження, співбесіди, опитування, експертної оцінки, аналізу результатів діяльності, методик психодіагностичних досліджень.

Варті уваги дослідження в цьому напрямі вітчизняних науковців інших силових відомств України, де збережені наукові лабораторії відповідного профілю [11].

Групою науковців ДСНС України під керівництвом О.Тімченка розроблено загальну схему прогнозування ступеню успішності виконання персоналом конкретних службових задач та можливого розвитку професійного стресу [6].

Особливе місце в методичному комплексі займає опитувальник для керівників підрозділів і заступників по роботі з особовим складом, в якому містяться питання стосовно 22 видів можливих поведінкових проявів, які безпосередній начальник або колега обстежуваного може спостерігати під час спільної роботи й у неформальному спілкуванні, а також знати з розповідей інших людей, близько знайомих із обстежуваним.

Оптимальний стан	Реакція	Хворий	Травмований
- Пікове виконання - Позитивний вид - Розуміння мети - Охоплення завдань	- Дратівливість - Відчуття скрути - Поганий сон та неможливість розслаблення - Концентрація на проблемах	- Відчуття провини - Зменшення енергії - Занепокоєння - Втрата інтересу - Соціальна ізоляція	- Депресія і занепокоєння - Гнів і агресія - Небезпека по відношенню до себе або інших
Готовність	Обмежена готовність	Потребує відновлення	Небездатність
Лідери, воїни, сім'ї			Медичний персонал
Освіта і навчання	Зменшення ризику	Втручання фахівця	Лікування і відновлення
<b>СУБ'ЄКТИ ВПЛИВУ, ЗМІСТ ЗАХОДІВ</b>			

Рис. 2. Модель розвитку психологічної стійкості підрозділів

Групою науковців МВС України під керівництвом І. Ліпатова оцінювання рівня психологічної стійкості військовослужбовців Внутрішніх військ МВС України (Національної гвардії України) пропонується здійснювати з урахуванням негативного інформаційного впливу на їх свідомість. З метою визначення рівня достатності протидії негативному впливу на військовослужбовців розроблено модель негативних та позитивних інформаційно-психологічних впливів на особовий склад, а також загальну схему розрахунку значень відповідного показника достатності протидії негативному інформаційному впливу [10].

### Література

1. **Алешенко В. І.**, Проблемні питання МПЗ застосування військ (сил) в ході АТО / В. Алешенко, В. Грицюк // Особливості підготовки і застосування військ (сил) ЗСУ в АТО на Сході України: наук. - практ. сем., 24 лист. 2015 р.: тези доп. – К.: НУОУ, 2015. – С. 30–34. 2. **Бабенко В. П.**, Застосування інформаційних технологій у військовій справі: історія та сучасність / В. П. Бабенко // Досвід застосування збройних сил у світових війнах і воєнних конфліктах ХХ - початку ХХІ ст.: тенденції та закономірності: збірник наукових праць. - К.: ЦП "Компринт", 2014. - Вип.3. - 192 с. 3. **Бочаров М. М.**, Шляхи удосконалення МПЗ бойових дій підрозділів високо мобільних десантних військ за досвідом провідних країн світу/ М. М. Бочаров // Проблемні питання підготовки та ведення спецоперацій: наук. - практ. сем., 24 гр. 2013 р.: тези доп. – К.: НУОУ, 2013. – 51 с. 4. **Варій М. Й.**, Морально-психологічний стан військ, його оцінка та підтримка на високому рівні [Текст] : монографія / М. Й. Варій. – Л. : ВВП ДУ "ЛП", 1996. – 311 с. 5. **Військовий стандарт 01.004.004** (Видання 1), Воєнна політика, безпека та стратегічне планування. Інформаційна безпека держави у воєнній сфері. Терміни та визначення. 6. **Екстремальна психологія**: Підручник / За заг. ред. проф. О. В. Тімченка - К: ТОВ "Август Трейд", 2007. - 502 с. 7. **Ілляк О. О.** Методика оцінювання морально-психологічного стану особового складу частин і підрозділів внутрішніх військ [Текст] : навч. посіб. / О. О. Ілляк. – Вид. 2-ге, перероб. та доп. – Х. : Акад. ВВ МВС України, 2011. – 92 с. 8. **Карев И. В.** Соціологічний супровід організації морально-психологічного забезпечення у Збройних Силах Російської Федерації: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. тех. наук: спец.05.13.06 "Автоматиз. системи упр." / ИВ. Карев – М. 2010. – 20 с. 9. **Коқун О. М.** Діагностування психологічної готовності військовослужбовців військової служби за контрактом до діяльності у складі миротворчої підрозділів: Коқун О. М., Пішко І. О., Лозінська Н. С.,

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Враховуюче вищевикладене, пропонується оцінювання та прогнозування морально-психологічного стану військ у бойових умовах здійснювати відповідно до моделі моніторингу інформаційно-психологічного впливу, за класифікацією відповідних чинників психологічної стійкості особового складу, що стандартизовані в збройних силах країн НАТО.

Подальшого дослідження потребує визначення оптимальних предикторів та методик прогнозування психологічної стійкості особового складу з урахуванням необхідності подальшої автоматизації та сумісності з системами управління ЗС країн НАТО.

Копаниця О. В. Методичний посібник. - К.: НДЦ ГП ЗСУ, 2011.-153 с. 10. **Ліпатов І. І.**, Оцінювання достатності протидії негативному інформаційно-психологічному впливу на військовослужбовців внутрішніх військ / Г. А. Дробаха, І. І. Ліпатов, А. Ю. Гунбін С. Л. Ліпатова // Честь і закон № 4/2011.с.26-33. 11. **Ілляк О. О.**, Методика оцінювання та прогнозування психологічних втрат і психологічної безпеки військовослужбовців на основі їх морального духу та морально-психологічного стану // Честь і закон № 4/2010.с.82-93. 12. **Морально-психологічне забезпечення у збройних силах України**: підручник: у 2 ч. Ч.1:/В. М. Вилко, В. М. Грицюк, В. Г. Дикун та ін.]; за заг. ред. В. В. Стасюка. – К.: НУОУ, 2012. – 464 с. 13. **Методические рекомендации** по изучению и оценке морально-психологического состояния военнослужащих // Ракурс: теория, практика, информация. М., 2003. Вып. № 1. С. 7. 14. **Первинна психологічна допомога і реабілітація в бойових умовах**: Навчально-методичний посібник / А. М. Романишин, О. В. Бойко, І. М. Гузенко. - Львів: АСВ, 2014. -140 с. 15. **Прикладні аспекти військової психології**: навчальний посібник / В. І. Осьодло та колектив авторів. – К.: НУОУ, 2015. – 208 с. 16. **Стасюк В. В.** Психологічне забезпечення діяльності військ (сил) / В. В. Стасюк: підруч. – К.: НУОУ, 2014. – 504 с. 17. **Bailey S.** Canadian Forces Health Services Road To Mental Readiness Programme MCIF [militari news publications] Surgeon General's Mental Health Strategy Canadian Forces Health Services Group, 2/2015. – 65 p. 18. **Combat and Operational Stress Control** / Department of the NAVY – Washington, Headquarters United States Marine Corps, 2010. – 221 p. (<http://www.marines.mil/news/publications/Pages/Publication137.aspx>). 19. **Promoting Psychological Resilience in the U.S. Military** Published : [L. Meredith, C. Sherbourne, and other.];- Santa Monica : RAND Corporation, 2011. - 186 p. (<http://www.rand.org/publications/permissions.html>).

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИК ОЦЕНИВАНИЯ НЕГАТИВНОГО ИНФОРМАЦИОННО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЙСК В БОЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

*Михаил Николаевич Бочаров  
Михаил Витальевич Приймак*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*В статье проанализирован ряд методик оценивания уровня психологической стойкости войск, применение которых оптимизирует процессы защиты морально-психологических качеств военнослужащих.*

*Приведены примеры зависимости боеспособности войск от уровня психологической стойкости личного состава и недостатки известных методик его определения. Отражено содержание автоматизированных методик контроля негативного информационно-психологического влияния в боевых условиях и уровня психологической стойкости войск вооруженных сил США, Канады, Германии и Российской Федерации.*

*Проанализированы результаты актуальных отечественных научных исследований обозначенной проблематики. Предложены пути внедрения соответствующих методик в деятельность системы управления ЗС Украины с учетом перспектив внедрения стандартов НАТО и теоретических взглядов отечественных специалистов.*

*Ключевые слова:* защита личного состава; негативное информационно-психологическое влияние; методика оценивания; психологическая стойкость; системы управления; автоматизация расчетов.

**EXPERIENCE IN USING EVALUATION METHODS OF INFORMATION AND PSYCHOLOGICAL NEGATIVE IMPACT IN FORECASTING MORAL AND PSYCHOLOGICAL STATE OF TROOPS IN COMBAT CONDITIONS**

*Mykhailo M. Bocharov  
Mykhailo V. Pryimak*

*National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky, Kiev, Ukraine*

*The paper analyzed a number of methods for evaluation of psychological stability of troops, which optimizes application processes of the moral and psychological qualities troops protect.*

*There are the examples of combat readiness, depending on the level of psychological stability of personnel and disadvantages of known methods for its determination. It deals with the content of the automated control methods of negative informational and psychological impact in combat and psychological stability of the Armed Forces of the United States, Canada, Germany and Russian Federation.*

*The article highlighted the results of current domestic research on the abovementioned issues. It shows the ways of implementing adequate procedures into management of Armed Forces of Ukraine with the perspectives of implementation of NATO standards and theoretical views of national experts.*

*Keywords:* protection of personnel; the negative informational and psychological impact; methods of evaluation; psychological resistance; control systems; automation of calculations.

**References**

- 1. Aleshchenko V.I.** (2015), Problems of moral and psychological support use of troops (forces) during antiterrorist operations, V. Aleshchenko, Gritsyuk, The features training and use of troops (forces) of the Armed Forces of Ukraine in the counter-terrorist operation in Eastern Ukraine : scientific workshop, 24 November 2015: thesis : NUOU, pp. 30-34.
- 2. Babenko V.P.** (2014), The use of information technology in military affairs : History and Modernity, V.P. Babenko, Experience of the armed forces in the world wars and military conflicts in XX- XXI centuries : Trends and patterns: collection of papers, Kyiv: "Komprynt", № 2, 192 p.
- 3. M.M. Bocharov** (2013), Ways to improve of moral and psychological support units of highly mobile airborne troops for the experience of leading countries, Problems of preparation and conduct of special operations : Science. - scientific workshop, Kyiv: NDUU, 51 p.
- 4. Variy M.J.** (1996), Morale of troops, evaluation and supporting at the highest moral level [Text] : Monograph, L. MEU SU "LP", 311 p.
- 5. Military Standard 01.004.004** (Edition 1) Military policy, security and strategic planning. Information security in the military sphere. Terms and Definitions.
- 6. Extreme Psychology: Textbook**, (2007), Edited by prof. O.V.Timchenko, Kyiv: "August Trade", 502 p.
- 7. O. O. Illiuk** (2011), Methods of assessment morale of personnel units of internal troops [Text] teach. guidances. 2<sup>nd</sup> edition, Kharkiv: ITA, 92 p.
- 8. Karev I.V.** (2010), Sociological maintenance of moral and psychological support in the Armed Forces of the Russian Federation: Ph.D. thesis on topic 05.13.06, Moscow, 20 p.
- 9. Kokun A.** (2011), Diagnosis of psychological readiness of military personnel under contract to the activities of peacekeeping units : Toolkit, Kyiv, 153p.
- 10. G.A. Drobaha, I.I. Lipatov,** K.Yu. Gunbin, S.V. Lipatova (2011), Assessment of the adequacy of information and counter the negative psychological impact on the Interior Troops, Honor and law №4, pp. 26-33.
- 11. O.O. Illiuk** (2010), Methodology of assessment and prognosis of psychological casualties and psychological safety of servicemen based on their morale and moral and psychological state, Honor and law №4, pp.82-93.
- 12. Moral and psychological support in the Armed Forces of Ukraine: The textbook in 2 parts. Part 1,** (2012), [V.M.Vylko, V.M.Hrytsyuk, V.H.Dykun etc], edited by V.V.Stasyuk, Kyiv: NDUU, 464 p.
- 13. Guidelines for the study and assessment of the morale of servicemen** (2003), Perspective: Theory, Practice, information. Moscow, Vol. №1. p. 7.
- 14. Primary psychological care and rehabilitation in combat : Textbook /** (2014), A.M. Romanishyn, A. Boyko, I.M. Guzenko, Lviv: 140 p.
- 15. Applied aspects of military psychology: Textbook,** (2015), V.I. Osyodlo and authors, Kyiv: NDUU, 208 p.
- 16. V. Stasiuk** (2014), Psychological support of troops (forces), V.V.Stasyuk: textbook, Kyiv: NDUU, 504 p.
- 17. Bailey S.** (2015), Canadian Forces Health Services Road To Mental Readiness Programme MCIF [militari news publications] Surgeon General's Mental Health Strategy Canadian Forces Health Services Group, 2/, 65 p.
- 18. Combat and Operational Stress Control,** (2010), Department of the NAVY – Washington, Headquarters United States Marine Corps, 221 p. (<http://www.marines.mil/news/publications/Pages/Publication137.aspx>).
- 19. Promoting Psychological Resilience in the U.S. Military Published,** (2011), [L. Meredith, C. Sherbourne, and other.], Santa Monica : RAND Corporation, 186 p. (<http://www.rand.org/publications/permissions.html>).

Отримано: 05.04.2016 року.

**Спартак Юрійович Гогоняц** (канд. військ наук, с.н.с.)  
**Сергій Васильович Поліщук**

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЕЛЕМЕНТАРНОГО ПРОЦЕСУ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В статті проведено декомпозицію елементарного процесу радіолокаційного забезпечення бойових дій сил і засобів протиповітряної оборони, визначено, що основними функціональними станами мобільного радіолокаційного комплексу в ході радіолокаційного забезпечення є пошук, виявлення повітряних цілей та видача радіолокаційної інформації про них споживачам. Визначено, що в стані пошуку і виявлення повітряних цілей зміст радіолокаційного забезпечення визначається формами і способами дій повітряного противника та можливостями засобів радіолокаційної розвідки, а в стані видачі радіолокаційної інформації - формами і способами дій як повітряного противника, так і споживачів радіолокаційної інформації.

**Ключові слова:** елементарний процес; радіолокаційне забезпечення; бойові дії сил і засобів протиповітряної оборони; мобільний радіолокаційний комплекс; радіолокаційна інформація.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Аналіз досвіду сучасних воєнних конфліктів [1] засвідчує головуючу роль засобів повітряного нападу (ЗПН). При цьому завдання боротьби із сучасними ЗПН покладається на сили і засоби протиповітряної оборони (ППО), ступінь реалізації бойових можливостей яких залежить від ефективності радіолокаційного забезпечення (РЛЗ).

Завдання РЛЗ покладені на угруповання РТВ, змістом якого є забезпечення радіолокаційною інформацією (РЛІ) про повітряну обстановку угруповання сил і засобів ППО.

Проте, досвід збройного протиборства в повітряному просторі [1], виконання завдань в зоні проведення АТО, та проведення командно-штабних навчань свідчить про критично низький рівень ефективності радіолокаційного забезпечення споживачів радіолокаційної інформації (РЛІ), і як наслідок, не виконання завдань угрупованням сил і засобів ППО.

Таким чином, в практиці військ існує невирішене завдання, яке полягає у низькому рівні ефективності РЛЗ споживачів РЛІ в інтересах вирішення завдань ППО (далі РЛЗ).

Основною причиною наявності цього факту є невизначеність змісту способів РЛЗ основних виконавців завдань протиповітряної оборони: зенітних ракетних військ (ЗРВ), винищувальної авіації (ВА) та сил і засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ). Тому важливим для теорії і практики бойового застосування сил і засобів ППО є чітке розуміння функціональних особливостей та змісту способів РЛЗ в інтересах відповідних споживачів РЛІ, чого не можливо досягнути за межами теоретичної площини цієї галузі військової науки.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз наукових досліджень ефективності РЛЗ споживачів РЛІ [2-4] показав, що ці роботи є

фундаментальними і складають теоретичну основу дослідження процесів РЛЗ. Однак закономірності способів РЛЗ, в залежності від потреб споживачів РЛІ, потребують виокремлення їх відмінностей, зокрема під час пошуку і виявлення повітряних цілей, а також видачі радіолокаційної інформації.

Як свідчать [2-4] ретельного опису потребують характеристики якості процесу РЛЗ, що в свою чергу вимагає системного підходу.

Виходячи із цього метою даної статті є декомпозиція елементарного процесу радіолокаційного забезпечення для опису особливостей способів його реалізації.

### Виклад основного матеріалу дослідження

За результатами формального опису процесу РЛЗ бойових дій сил і засобів ППО [5] визначено, що елементарною одиницею, яка спроможна виконувати завдання РЛЗ бойових дій сил і засобів ППО, є радіотехнічний підрозділ, озброєний мобільним радіолокаційним комплексом (МРК) (під МРК розуміється сукупність функціонально пов'язаних радіолокаційних засобів, засобів обробки і передачі даних та переміщення (транспортування)).

Тому приймемо, що елементарний процес РЛЗ складається із розвідки повітряного противника, обробки і видачі радіолокаційної інформації про виявлені ЗПН на визначені пункти управління сил і засобів ППО [2].

Із початком нальоту повітряного противника ( $t = 0$ ) на боездатний, розгорнутий на позиції бойового призначення, готовий до виконання бойового завдання МРК (стан  $C_{\text{огл}}$ ) надходить команда на приведення в готовність №1. (рис.1) де  $T_{\text{оглд}}$  – період огляду повітряного простору МРК;

$t_{\text{вкл}}$  – момент початку огляду повітряного простору МРК (приведення в готовність №1);

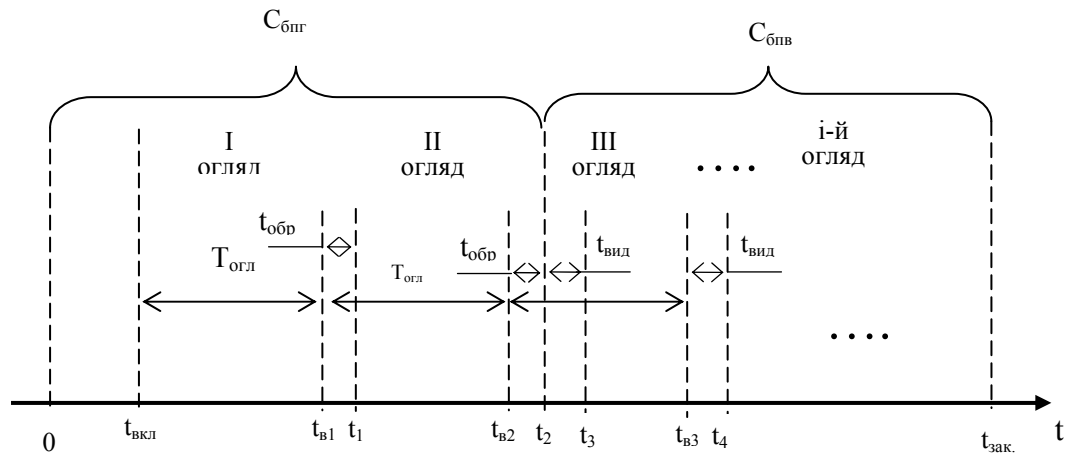


Рис.1. Елементарний процес радіолокаційного забезпечення

$t_{обр1}$  – час аналізу інформації про повітряну обстановку, яка отримана МРК за перший цикл огляду;

$t_{в2}$  – момент завершення другого і початку третього циклів огляду повітряного простору МРК;

$t_2$  – момент встановлення факту виявлення повітряної цілі в зоні виявлення МРК;

$t_{обр2}$  – час обробки радіолокаційної інформації про повітряну обстановку в МРК;

$t_{вид}$  – час видачі радіолокаційної інформації про повітряну ціль МРК споживачам;

$t_3, t_4$  – моменти закінчення видачі радіолокаційної інформації про повітряну ціль МРК споживачам;

$t_{зак.с}$  – момент закінчення супроводження повітряної цілі МРК.

Будемо вважати, що нальот ЗПН починається з моменту входу повітряних цілей у зону виявлення МРК із випадковими інтервалами і дистанціями. При цьому вважається, що потік повітряних цілей, що входять у зону виявлення МРК буде найпростішим (пуассонівським), який має властивості ординарності та відсутності післядії [6].

Ці особливості підтверджуються результатами обробки даних реальних бойових дій [2].

В  $t_{вкл}$  (рис.1) радіолокаційна станція МРК переходить у режим огляду повітряного простору з періодом  $T_{огл}$ , здійснює пошук повітряних цілей шляхом опромінення заданої області повітряного простору (зони виявлення) електромагнітною енергією.

Після завершення огляду в  $t_{в1}$  в МРК починається аналіз отриманої інформації про повітряну обстановку тривалістю  $t_{обр1}$ .

Визначимо, що під аналізом інформації про повітряну обстановку за огляд розуміється достовірне встановлення факту знаходження повітряних об'єктів у зоні виявлення (визначеному об'ємі простору) за ознаками: розміру, форми, тривалості існування відміток на екрані індикатора та їх яскравості [3].

Факт виявлення повітряного об'єкту може бути зафіксований в  $t_1$  (рис.1) із миттєвою ймовірністю  $P_{в1}$ . Такий підхід доцільно застосовувати у випадках, коли кожний огляд проводиться із визначеною періодичністю

$$P_{в1} = \exp \left\{ -0,69 \left( \frac{D(H_{ц})}{D_{0,5}(H_{ц})} \right)^4 \right\}, \quad (1)$$

де  $D(H_{ц})$  – дальність виявлення повітряної цілі МРК на висоті  $H_{ц}$ ;

$D_{0,5}(H_{ц})$  – дальність виявлення повітряної цілі МРК на висоті  $H_{ц}$  із імовірністю 0,5.

З  $t_{в1}$  (рис.1) починається другий цикл огляду повітряного простору (зони виявлення), що триває до  $t_{в2}$ . Головною метою огляду повітряного простору за наступний цикл є уточнення (оновлення) інформації про повітряну обстановку.

Також припустимо, що повітряна ціль може бути виявлена на основі селекції повітряних об'єктів за ознаками регулярності надходження на вхід приймача РЛС МРК зондуючого сигналу, відбитого від повітряного об'єкту та характерної для повітряної цілі зміни координат (положення у просторі) [3].

В момент часу  $t_2$  (рис.1) в результаті селекції повітряних об'єктів та за умови наявності вищенаведених ознак буде встановлено факт виявлення повітряної цілі в зоні виявлення МРК, визначено її координати (азимут, дальність, кут місця, висота) та характеристики, а саме швидкість ( $V_{ц}$ ), напрямок руху, належність (свій - чужий).

Ймовірність виявлення повітряного об'єкту за другий цикл огляду буде визначатись із виразу (2)

$$P_{в2} = \exp \left\{ -0,69 \left( \frac{D(H_{ц}) - T_{огл} V_{ц}}{D_{(0,5)}(H_{ц})} \right)^4 \right\}, \quad (2)$$

де  $V_{ц}$  – швидкість польоту цілі.

В подальшому ймовірність виявлення повітряної цілі  $P_B$  буде визначатись як накопичувальна за  $\Theta$  циклів огляду:

$$P_B = 1 - \prod_{i=1}^{\Theta} (1 - P_i) \quad (3)$$

де  $i$  – номер огляду зони виявлення МРК ( $i = \overline{1; \Theta}$ );

$P_i$  – ймовірність виявлення повітряної цілі за  $i$ -ий огляд зони виявлення МРК;

$$P_{B2} = \exp \left\{ -0,69 \left( \frac{D(H_{\Pi}) - (i-1)T_{\text{огл}} V_{\Pi}}{D_{(0,5)}(H_{\Pi})} \right)^4 \right\}, \quad (4)$$

Отже з моменту  $t_2$ , коли буде встановлено факт виявлення повітряної цілі, МРК змінить свій якісний стан і перейде у стан  $C_{\text{бпв}}$ , зокрема, він буде боєздатний, розгорнутий на позиції бойового призначення, але зайнятий обробкою та видачею радіолокаційної інформації споживачам (рис.1).

З  $t_2$  до  $t_3$  (рис.1) МРК видає радіолокаційну інформацію про виявлену повітряну ціль споживачам за час  $t_{\text{вид}}$ .

Припустимо, що час видачі радіолокаційної інформації споживачам постійний ( $t_{\text{вид}} = \text{const}$ ), і змінюється в залежності від способу її обробки.

Третій цикл огляду зони виявлення триває з  $t_{B2}$  до  $t_{B3}$ , за результатами якого радіолокаційна інформація про повітряну ціль видається споживачам із затримкою  $t_{\text{вид}}$  (рис.1).

У стані  $C_{\text{бпв}}$  МРК буде перебувати від моменту встановлення факту виявлення повітряної цілі  $t_2$

до моменту закінчення супроводження  $t_{\text{зак.с}}$ . Дана подія може настати у наслідок знищення повітряної цілі вогневыми засобами угруповання сил і засобів ППО або її виходу із зони виявлення МРК.

Час перебування МРК в даному стані буде визначатись тривалістю супроводження повітряної цілі  $t_{\text{супр}}$ .

Під час виконання завдання РЛЗ бойових дій мінімально необхідний час  $t_{\text{супр}}$  буде визначатись часом польоту повітряної цілі від рубежу виявлення повітряної ( $D_B$ ) цілі МРК до межі зони ураження ЗРВ або рубежу знищення для ВА (рис.2) і розраховуватись із виразу:

$$t_{\text{супр}} = \frac{D_{\text{рлі}} - d_{\text{зв(рз)}}}{V_{\Pi}} \quad (5)$$

де  $D_{\text{рлі}} = D_B - V_{\Pi} t_2$  – рубіж видачі інформації про повітряну ціль;

$d_{\text{зв(рз)}}$  – межа зони ураження ЗРВ (дальність до рубежу знищення ВА).

$D_B$  – рубіж виявлення повітряного об'єкта.

Виходячи із зазначеного вище  $t_{\text{супр}}$  в буде мати вигляд:

$$t_{\text{супр}} = \frac{D_B - d_{\text{зв(рз)}}}{V_{\Pi}} - t_2 = t_{\text{підл.}} - t_2 \quad (6)$$

$t_{\text{підл.}}$  – підлітний час ЗПН до рубежів виконання завдань споживачами РЛІ.

В момент часу  $t_{\text{зак.с}}$  МРК припинить видачу РЛІ по даній цілі споживачам і перейде у стан огляду повітряного простору.

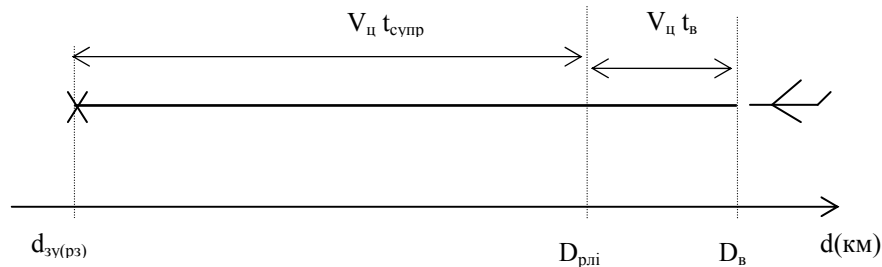


Рис. 2. Рубежі радіолокаційного забезпечення

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином в ході проведення декомпозиції було встановлено, що основними функціональними станами МРК в ході елементарного процесу РЛЗ є пошук, виявлення повітряних цілей та видача радіолокаційної інформації про них споживачам. При цьому в стані пошуку і виявлення повітряних цілей зміст РЛЗ визначається формами і способами дій повітряного противника та можливостями засобів радіолокаційної розвідки щодо їх виявлення. В

стані видачі радіолокаційної інформації зміст РЛЗ буде визначатись формами і способами дій як повітряного противника, так і споживачів РЛІ, а вимоги до параметрів радіолокаційних полів будуть визначатись потрібними рубежами видачі радіолокаційної інформації і рубежами виконання бойових завдань споживачами.

Представлена декомпозиція може стати основою для розробки нового і удосконалення існуючого науково-методичного апарату дослідження ефективності РЛЗ і подальшого впровадження його у практику військ.

### Література

1. Радецький В. Г. Протиповітряна оборона у локальних війнах і збройних конфліктах / В. Г. Радецький, І. С. Руснак, П. В. Щипанський та ін. – НАОУ – К, 2007. – 254 с. 2. Городнов В. П.

Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку). Монографія / В. П. Городнов, Г. А. Дробаха,

М. О.Єрмошин, Є. Б.Смірнов, В. І. Ткаченко. – Харків: ХВУ, 2004. – 409 с. **3. Тактика** радіотехнічних військ: навчальний посібник / [Б. В. Бакуменко, В. І. Боровий, В. В. Ковкін та ін.]; під ред. Б. В. Бакуменка. – Х.: ХУПС, 2007. – 228 с. **4. Теорія** і практика боротьби з малорозмірними низьколітніми цілями (оцінка можливостей, тенденції розвитку засобів протиповітряної оборони). Монографія / [І. С. Романченко, О. М. Загорка, С. Г. Бутенко,

О. В.Дейнега]. - Житомир: "Полісся", 2011.-344 с. **5. Гогонянець С. Ю.** Модель радіолокаційного забезпечення бойових дій угруповання сил і засобів протиповітряної оборони в операціях / С.Ю. Гогонянець, С.В. Поліщук // Системи обробки інформації. - Х.: ХУПС, 2016. - №3 (140).- С. 105-110. **6. Вентцель Е. С.** Исследование операций / Е. С. Вентцель. – М.: Сов. Радио, 1972. – 552 с.

## ДЕКОМПОЗИЦІЯ ЕЛЕМЕНТАРНОГО ПРОЦЕСА РАДІОЛОКАЦІОННОГО ОБЕСПЕЧЕННЯ

*Спартак Юрєвич Гогонянець (канд. воен. наук, с.н.с.)  
Сергей Васильевич Полищук*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*В статье проведено декомпозицию элементарного процесса радиолокационного обеспечения боевых действий сил и средств противовоздушной обороны, определено, что основными функциональными состояниями мобильного радиолокационного комплекса во время радиолокационного обеспечения есть поиск, обнаружение воздушных целей и выдача радиолокационной информации о них потребителям. Определено, что в состоянии поиска и обнаружения воздушных целей содержание радиолокационного обеспечения определяется формами и способами действий воздушного противника и возможностями средств радиолокационной разведки, а в состоянии выдачи радиолокационной информации – формами и способами действий, как воздушного противника, так и потребителей радиолокационной информации.*

**Ключевые слова:** элементарный процесс; радиолокационное обеспечение; боевые действия сил и средств противовоздушной обороны; мобильный радиолокационный комплекс; радиолокационная информация.

## DECOMPOSITION OF ELEMENTARY RADIOLOCANIONAL SUPPORTING PROCESS

*Spartak Y. Hohoniants (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow)  
Serhii V. Polishchuk*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*Experience of modern military conflicts shows us that success of every operation depends on effectivity of actions, forces and means of air defense, although the success of operations depends on effectivity of radar software. The content of radar supporting is providing information about air situation to the control points of air defense. Radar supporting is committed by radio-radar troops. Clear understanding of functional features and means of radiolocational supporting is important for theory and practice combat employment of radio-radar troops. It is necessary to describe the quality of the process of radar software, which requires a systemic approach. In the article decomposition of the elementary process of radiolocational supporting of operations, forces and means of air defense is conducted. It is determined, that basic functional conditions of mobile radar complex, during radiolocational supporting, are searching, detecting of flying objects and issuance of radiolocational information about them to the consumers. It is determined, that in the searching and detecting of flying objects conditions, matter of radiolocational supporting is determined with forms and ways of actions of air enemy and with possibilities of means of radiolocational exploring, but in condition of issuance of radiolocational information – with forms and ways of actions of both, air enemy and consumers of radiolocational information.*

**Keywords:** elementary process; radiolocational supporting; operations forces and means of air defense; mobile radar complex; radiolocational information.

## References

**1. Radetskiy V.G.**, Rusnak I.S., Schypansky P.V. and others. (2007), The air defense of local wars and armed conflicts. [Proty povitryana oborona u lokal'ny'x vijnax i zbrojny'x konfliktax], NAOU, Kyiv, 254 p. **2. Horodnov V.P.**, Drobaha G.A., Yermoshyn M.O., Smirnov Ye.B., Tkachenko V.I. (2004), Simulation fighting troops (forces) air defense and information support process management (theory, practice, history of): monograph [Modelyuvannya bojovy'x dij vijs'k (sy'l) proty povitryanoyi oborony' ta informacijne zabezpechennya procesiv upravlinnya ny'my' (teoriya, prakty'ka, istoriya rozvy'tku). Monografiya], HVU, Kharkov, 409 p. **3. Bakumenko B.V.**, Borovoy V.I., Kovkin V.V. (2007) Tactics radar troops: Tutorial. [Taky'ka radiotexnichny'x vijs'k: navchal'ny'j posibny'k], HUPS, Kharkov, 228 p.

**4. Romanchenko I.S.**, Zahorka O.M., Butenko S.H., Deyneha O.V. (2011), Theory and practice of combating pinpoint low-altitude targets (evaluation of opportunities, trends in air defense). Monograph. [Teoriya i prakty'ka borot'by' z malorozmirny'my' ny'z'kolitny'my' cilyamy' (ocinka mozhly'vostej, tendenciyi rozvy'tku zasobiv proty povitryanoyi oborony'). Monografiya], Zhytomyr, 344p. **5. Hohoniants S.Ju.**, Polishchuk S.V., (2016), Model radar Combat Support grouping of forces and means of air defense operations. [Model' radiolokacijnogo zabezpechennya bojovy'x dij ugrupovannya sy'l i zasobiv proty povitryanoyi oborony' v operacijax], Sy'stemy' obrobky' informaciyi. No.3 (140), pp. 126-130. **6. Wentzel E.C.** (1972) Investigation Operations. [Y'sledovany'e operacy'j], Moscow, 552 p.

Отримано: 09.03.2016 року.

## ІНФОРМАЦІЙНО-ОРГАНІЗМІЧНИЙ ПІДХІД ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ СКЛАДНИХ ЕРГОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

*Розглянуті питання методології забезпечення функціональної стійкості складних систем. Показано, що в складних організаційних ерготехнічних системах важливе місце в забезпеченні їх функціональної стійкості займають процеси циркуляції і засвоєння інформації в системі. На основі інформаційно-організмичного підходу до функціонування складних систем, визначені закони керування системою, що задовольняють умовам забезпечення функціональної стійкості авіаційної бойової системи. Показана можливість створення в авіаційній бойовій системі досконалих підсистем, в яких людина і машина з'єднані у функціонально єдину структуру на основі використання фундаментальних принципів поведінки живих організмів, з використанням методи теорії управління. Запропоновано процедуру визначення законів керування системою, що задовольняють умовам забезпечення функціональної стійкості авіаційної бойової системи з метою прогнозування динаміки застосування угруповань тактичної авіації у конкретних умовах застосування, та зменшення ймовірності здійснення операторами та особами, що приймають рішення, помилкових та нераціональних дій в усій області прогнозованого застосування системи.*

**Ключові слова:** організмичний підхід; функціональна стійкість; ерготехнічна система.

### Вступ

Сучасними закономірностями збройної боротьби, які визначені змінами в озброєнні і способах ведення бойових дій можна вважати:

ведення збройної боротьби із застосуванням засобів нового технологічного рівня з використанням сучасних авіаційно-космічних та інформаційних технологій і широким застосуванням високоточних засобів ураження, систем управління військами, розвідки та інших систем забезпечення;

ураження на відповідних етапах бойових дій у першу чергу не угруповань сухопутних військ, а систем їх матеріально-технічного забезпечення, важливих центрів державного та військового управління, об'єктів воєнно-промислового комплексу.

Виходячи з наведеного, можна сказати, що ведення бойових дій авіацією – комплексний та динамічний процес великої складності. В його здійсненні приймає участь велика кількість спеціалістів, що керують різноманітною військовою технікою, технічними засобами та комплексами, застосовують різноманітне озброєння. У попередніх дослідженнях доводиться, що військово угруповання за своїми ознаками є складною ерготехнічною системою і може бути розкладено на низку підсистем, які функціонують заради досягнення єдиної мети. Сукупність організаційно пов'язаних елементів, що ведуть та забезпечують бойові дії угруповання тактичної авіації в інтересах Збройних Сил України, пропонується називати авіаційною бойовою системою (АБС), яка поділяється на низку підсистем, які є, очевидно, авіаційними ергатичними системами (АЕС).

Як видно з наведеного, при незмінності форм та способів застосування, ефективність застосування АБС зростає за рахунок вдосконалення структури та функціональних зв'язків між елементами системи. Однією із важливіших властивостей системи є її стійкість, тобто здатність системи зберігати свої властивості, функції та задану ступінь ефективності застосування при впливі противника та структурній деградації системи.

Необхідною та достатньою умовою функціональної стійкості угруповання тактичної авіації можна покласти існування такого складу елементів і зв'язків між ними, при якому система продовжує виконувати хоча б мінімально необхідні функції з заданою ефективністю, а також мала б достатню надмірність для парирування наслідків структурної деградації [1,2].

Тобто, необхідно виявити надмірність системи (структурну, інформаційну, енергетичну, функціональну, часову та ін.) та реалізувати шляхом перерозподілу ресурсів в системі. Наприклад інформаційну надмірність вважається можливим реалізувати, використовуючи принципи мережоцентричності бойових дій [3].

Мережоцентричність - принцип організації систем управління, що дозволяє реалізувати режим ситуаційної обізнаності завдяки формуванню і підтриманню єдиної для всіх ярусів управління, цілісної, контекстної інформаційного середовища і включення в процес її безперервної актуалізації можливо більшого числа джерел первинної інформації.

Ефективність мережевих структур підтверджена математичним законом Меткалфа, відповідно до якого "корисність" і "ефективність"



мережі пропорційна квадрату числа її вузлів. Математичною моделлю, що найближче описує ці процеси, є закон Амдала. Закони Меткалфа та Амдала вказують, що для реалізації принципу мережочентричності доцільно та необхідно надати системі максимальну однорідність елементів, що дозволяє виконувати швидкий та однозначний перерозподіл завдань в системі, постановку типових задач, уніфікації забезпечення та єдину систему управління.

Але, при застосуванні різнорідних за елементною базою систем для забезпечення функціональної стійкості потрібно знаходити досконаліші способи перерозподілу, засвоєння та реалізації інформації в системі, що можна зробити з застосуванням нових системотехнічних принципів забезпечення бажаних властивостей системи. Через наявність в АБС та АЕС великої кількості людей вважається доцільним застосовувати інформаційно-організмичний підхід [4] для дослідження та побудови досконалих систем, та підвищити ефективність застосування за рахунок використання всіх видів надмірності в системі.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Функціональна стійкість АЕС військового призначення безпосередньо залежить від здатності різних підсистем, що входять в структуру АЕС, безпомилково виконувати свої виробничі функції. Тому безпомилковість роботи - головний показник, по якому оцінюється ефективність функціонування різних підсистем АЕС у всіх ситуаціях і у всьому діапазоні очікуваних умов застосування. В системотехнічній моделі АЕС [4] показано, що оператор і машина є елементами однієї структури, оперують загальною інформацією, мають загальну мету - управління поточним станом об'єкта управління для ефективного, безперервного і економного застосування. Тому ефективність функціонування АЕС залежить від результатів вирішення таких задач, як організація структури АЕС, вибір кваліфікованого складу операторів, розподіли функцій між ними і технічними засобами, оптимізації взаємодії оператора з засобами діяльності, де як змінні виступають людські і машинні компоненти.

Якщо характеристики оператора розглядаються як незалежні змінні, то, змінюючи їх в потрібну сторону, можна підвищувати ефективність взаємодії людини з конкретною технічною системою, що має фіксовані параметри. Підготовка фахівця з необхідними професійними якостями досягається методами профвідбору, навчання і тренування. Оцінка досягнутого рівня підготовки фахівця ґрунтується на аналізі параметрів, що визначають показники точності, часу і надійності його діяльності. Вказані методи адаптації людини до технічних засобів направлені на формування спеціальної професійної підготовки особового складу АЕС, які по своїх особових характеристиках найкращим чином взаємодіятимуть з відповідним видом авіаційної техніки. Проте можливість цих методів обмежені,

оскільки людина як біологічна система має обмежені можливості по зміні своїх характеристик.

Підвищення ефективності роботи АЕС можна добиватися за рахунок пристосування технічного засобу до людини. При цьому людина розглядається як елемент з малозмінними або фіксованими характеристиками, а параметри машини і середовище розглядаються як незалежні змінні, властивості яких змінюються в необхідному напрямі. Оскільки машина і частина середовища на робочому місці штучно створюються людиною, можливості додання ним бажаних властивостей для ефективного вирішення певного класу задач практично необмежені. При пристосуванні машини до людини використовуються методи сучасної системної інженерії і досягнення науко-технічного прогресу, які дозволяють створювати складні структури авіаційних систем з наперед заданими властивостями, найкращим чином злагожені з робочими характеристиками оператора даної кваліфікації [5]. З погляду забезпечення функціональної стійкості основні з цих властивостей - здатність технічних пристроїв попереджати і нівелювати помилки людини у всьому діапазоні очікуваних умов застосування.

Адаптація характеристик людини до системи, що застосовується за цільовим призначенням і робочого середовища і пристосування системи та і змінної частини середовища до можливостей людини - два доповнюючі один одного напрями, що мають свої області і методи дослідження. Проте АБС - єдина поліергатична та ерготехнічна система, тому об'єднання людини і технічних засобів доцільно ґрунтувати на концепції цілісності, що передбачає створення органічно-цілісних структур, функціональні властивості яких принципово сприяють безпомилковій роботі особи-оператора. Основною методологією цілісної побудови АБС є організмичний підхід, суть якого полягає у використуванні досягнень еволюції живих організмів для побудови людино-машинних систем. Правомірність такого підходу обґрунтована тим, що в існуючому середовищі (природному і штучному) є самі різні системи (організми), що досягають власну мету, борються за своє існування, але підкоряються загальним, немінучим і єдиним законам природи.

Як показує еволюційний аналіз [6], структура і форми організації управління в живому організмі, як показав природний відбір, є найбільш доцільною. Свідомство цьому - те очолюючи положення, яке людина і інші живі організми займають в сучасній природі. Тому можна стверджувати, що вищим проявом органічної цілісності є людський організм і побудова ергатичних систем, високоєфективних у застосуванні за призначенням, повинна здійснюватися за найдосконалішими принципами і формами, тобто аналогічно живим організмам. В цьому випадку в АЕС забезпечуватиметься:

максимальна безпомилковість дій людини-оператора, оскільки він взаємодіятиме з технічним середовищем, структура і перебіг процесів в якій аналогічна структурі і організації його організму;

ефективність рішення задач застосування, оскільки живі організми найбільш пристосовані для функціонування в існуючому середовищі, що включає очікувані умови застосування.

Наслідком організмичного підходу є твердження, що технічна частина АЕС є штучне продовження організму людини, його додавання, технічна надбудова, що збільшує його можливості. Дійсно, яку б технічну систему не робила людина, значення її доповнити, усилити місце організму, з тим щоб створити можливості для вирішення нових задач. В цьому значенні бойові літаки, наприклад, виступають як технічна надбудова, що підвищує швидкість і дальність переміщення людини та впливу всієї системи, розширюючи її можливості по доставці людей, вантажів, зброї в задану точку простору.

Радіотехнічні комплекси, наприклад, забезпечують оператору та особі, що приймає рішення огляд повітряного простору і зв'язок на сотні кілометрів. Потужним засобом для посилення можливостей оператора з переробки інформації є ЕОМ, що здатні з високою швидкістю обробляти і аналізувати багатовимірні інформаційні потоки. За час свого існування людина створила і продовжує створювати безліч технічних систем, які утворили навкруги нього ціле технічне середовище. Тому можна затверджувати, що еволюція людини продовжується за допомогою безперервної надбудови його організму технічними системами все більшої складності. Втілення організмичного підходу при організації робочих процесів в АЕС дозволяє ефективно вирішувати задачі застосування, але вимагає фактичної сумісності людини і технічної надбудови в рамках єдиної структури на рівні тих закономірностей, які характерні для живих організмів. Ретельне дослідження цих закономірностей дозволяє визначити ряд базових принципів, завжди що виявляються в тому або іншому ступені в поведінці ерготехнічних систем і забезпечують ним успіх. Ці принципи, названі організмичними, включають принципи активності, функціонального гомеостазу, гомеостазу стану, автономності, стаціонарності, якнайменшої взаємодії, раціональності і ін. [4]

Множинність принципів функціонування живих організмів не є недоліком, а, навпаки, свідчить про їх досконалість, що виявляється у формі безлічі реакцій пристосування, що реалізують організмичні принципи і забезпечують здатність біосистем зберігати свої специфічні особливості в умовах різноманітних дій агресивного середовища. Кожний з організмичних принципів має своє смислове значення і відображає окремі характерні риси поведінки живого організму. Тому в теорії ергатичних систем безліч принципів з'єднана в підсистемі відповідно до основних, характерних властивостей біосистем, такими як поведінка, організація, реалізація і природний відбір. Відповідно до цього множина організмичних принципів об'єднується в наступні підсистеми:

фундаментальних властивостей поведінки АЕС;

структурно-функціональної організації АЕС; реалізації функціональних структур АЕС; відбору з безлічі АЕС, що розглядаються, якнайкращих.

Стосовно задачі забезпечення функціональної стійкості організмичні принципи визначають систему закономірностей, виконання яких в АЕС свідчитиме про її досконалість (в організмичному значенні), а отже, і максимальних можливостей по ефективному виконанню функцій щодо застосування за призначенням. Усі організмичні принципи важливі і грають певну роль в досягненні ефективності функціонування АЕС та АБС. Проте найістотнішими для функціональної стійкості АБС на нашу думку є ті принципи, які визначають поведінку АЕС (форми руху системи параметрів в фазовому просторі станів), по якій судять про виконання умов забезпечення функціональної стійкості. Основні з них - це принципи активності і функціонального гомеостазу.

*Принцип активності.* Системне значення цього принципу полягає в тому, що в досконалій АЕС технічна частина не повинна обмежувати можливості людини по ефективному виконанню задач застосування. Ефективність в даному випадку забезпечується можливістю виконувати діяльність за призначенням різними способами і по різних схемах функціонування. В цьому принципі відображається здатність живих організмів скоювати більш різноманітні дії, ніж найпростіші акти типу "стимул-реакція", тому досконала ергатична система не тільки реагує на сигнали, але і сама прагне взаємодіяти з середовищем. Наприклад, в системі "екіпаж-літак" принцип активності найбільшою мірою виявляється на одному з найвідповідальніших етапів польоту -- бойовому маневруванні у вигляді високої різноманітності способів заходу на ціль. Так, сучасний бойовий літак може заходити на ціль з прямої, по прямокутному маршруту, зі складних видів маневру, з різними курсами, швидкостями, з використанням різноманітних радіотехнічних і світлотехнічних засобів, в автоматичному або ручному режимі, з різним положенням механізації.

Ця різноманітність дозволяє екіпажу активно діяти в обстановці, що склалася, свідомо і творчо вибирати різні варіанти маневру для забезпечення основної  $s_k$  мети – ефективного та безпечного застосування літака. Аналогічно для кожної АЕС існує своя безліч цільових задач  $s_k, k = 1, 2, 3, \dots$ , які оператор намагається виконати за допомогою певних  $h_1$ - алгоритмів,  $l = (1, 2, 3, \dots)$  в межах встановлених обмежень  $Q_x$ . Стосовно такої АЕС принцип активності виконується, якщо існує деяка множина  $h_1$ - алгоритмів дій оператора, що веде до виконання намічених  $s_k$  цілей у всьому діапазоні очікуваних умов застосування:

$$\exists h_1 = \langle x_1, s_k, l \rangle, l > k, w \in W \quad (1)$$

де  $x_1$  - сукупність вхідних сигналів;

$l$  - ситуація функціонування системи;

$w$  - вектор збурюючи впливів на систему.

Чим вище активність АЕС ( $1 \rightarrow \max$ ), тим більшу різноманітність управління має в своєму розпорядженні оператор, тим повніше його потенційні можливості по виконанню завдання і забезпеченню ефективного застосування підсистеми (системи). Прояв принципу активності (1) при роботі АЕС на будь-яких режимах - одна з необхідних умов забезпечення ефективного застосування.

*Принцип функціонального гомеостазу.* Системне значення цього принципу полягає в тому, що в досконалій АЕС повинні забезпечуватися стабільні, функціональні  $h$ -дії оператора при вирішенні всієї безлічі задач, для виконання яких вона призначена. Явище гомеостазу характерно для біологічних систем і виявляється у вигляді сукупності реакцій пристосування, спрямованих на стабілізацію життєво важливих, істотних змінних організму при дії збурюючих чинників зовнішнього і внутрішнього середовища. Наприклад, температура тіла, освітлення сітківки ока, концентрація глюкози і луги в крові, об'єм циркулюючої крові і інші практично не змінюються при значних змінах погодних умов, режимів живлення, праці і відпочинку.

По відношенню до  $x(t)$  (поведінка АЕС)  $h$ -дії оператора можна розглядати як істотні змінні, різноманітність яких для ефективного функціонування АЕС повинна змінюватися в певних стабільних межах. Це зв'язано з тим, що можливості оператора по формуванню, зберіганню (запам'ятовуванню) і реалізації  $h_1$ -алгоритмів є кінцеві. В системі "екіпаж-літак", наприклад, принцип функціонального гомеостазу виявляється у вигляді системи вимог нормативних документів з виконання застосування за типовими схемами, прийомами, маршрутами, що добре зарекомендували себе. Необхідність забезпечення функціонального гомеостазу в роботі АЕС задається в різних нормативних документах у вигляді вимог на обмеження дій оператора в тих або інших умовах. Функціональний гомеостаз в АЕС забезпечується організацією таких умов роботи оператора, щоб його взаємодія з технічними системами, зовнішнім і внутрішнім середовищем відбувалося при обмеженій різноманітності  $h_1$ -дій,  $l \in L$ ,  $L$ - обмеження на складність  $h_1$ -дій

Для формалізації принципу функціонального гомеостазу стосовно моделі АЕС

$$\left. \begin{aligned} dx/dt &= f(x, u, w, t); \\ u &= \varphi(x_2, h, t); \\ h &= \langle x_1, s, t \rangle \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

припустимо, що  $h_L$  множина алгоритмів, за допомогою яких можна здійснити виконання  $s_k$  мети за заданий інтервал часу  $T$  і при певній протидії середовища  $w$ . Хай також здійснює деяку множину  $h_1$ -алгоритмів, виконанню яких оператор навчений і при виконанні яких

ефективність застосування всієї АЕС відповідає встановленим вимогам. Тоді властивість функціонального гомеостазу означає, що всі фактичні  $x(t)$  поведінки АЕС, що відповідають

$h_1$ -дій оператора, повинні відповідати умові -

$$h_L(x, s_k, t) \in h_1(x, s_k, t), x(t) \in Q_x, w \in W, t \in T \quad (3)$$

Виконання співвідношення (2) означає, що в процесі функціонування АЕС оператор (ОПР) вирішує всі задачі застосування в класі звичних, знайомих і таких, що добре зарекомендували себе  $h_1$ -дій, де ймовірність здійснення ним помилки мінімальна. Прояв принципу функціонального гомеостазу в роботі АЕС - одна з найважливіших умов для забезпечення функціональної стійкості. Принципи активності і функціонального гомеостазу є основними показниками її досконалості і разом з іншими організмичними принципами визначають необхідні умови ефективної взаємодії людини і технічних засобів і фундаментальні властивості АЕС. Вони відображають ті характерні закономірності, які повинні виявлятися в будь-яких цілеспрямованих діях оператора, щоб при функціонуванні різних АЕС в межах очікуваних умов застосування ймовірність створення загрози втрати функціональної стійкості  $R \Rightarrow x \notin Q_x, t \in T$  була мінімальна.

За своїм фізичним значенню вимоги принципів активності і функціонального гомеостазу (1) та(2), носять антагоністичний характер.

Відповідно до принципу активності АЕС повинне забезпечувати можливість формування і виконання оператором максимальної різноманітності, орієнтованих на  $s_k$  задач,  $h_1$ -алгоритмів, що дозволяє йому успішно здійснювати функції застосування елементу (підсистеми, системи) в самій різній обстановці і непередбачених ситуаціях.

Відповідно до принципу функціонального гомеостазиса (2) необхідно, щоб для досягнення мети оператор користувався обмеженими діями, оскільки людина як біофізична система може вивчити, освоїти і набути твердих навичок по безпомилковій реалізації кінцевого числа до  $h_1$ -алгоритмів. При імпровізації, використовуванні у застосуванні малознайомих незвичних дій ймовірність помилки оператора підвищується.

При цьому для умов, де в роботі оператора домінує функція активності (рішення складних задач в змінній обстановці), ефективність рішень прямо залежить від ступеня різноманітності  $h_1$ -дій. Чим більше можливості оператора, тим з більшою ефективністю він може виконувати необхідну роботу по управлінню поточним  $x(t)$  станом АЕС відповідно до намічених цілей. В умовах, коли домінує принцип функціонального гомеостазу (однотипні задачі, але різні способи виконання мети)  $l$ - різноманітність служить мірою важкості роботи оператора, якому для виконання цільової задачі необхідно формувати і реалізувати безліч різних алгоритмів.

Очевидно, чим більше їх різноманітність, тим більше число різних дій необхідно виконувати оператору. Це підвищує ймовірність виникнення помилки, тобто знижує ефективність функціонування всієї АЕС.

Відповідно до принципів активності і функціонального гомеостазу закономірності поведінки АЕС повинні задовольняти суперечливим властивостям. Для максимального здійснення принципу активності потрібне дотримання умови  $l \rightarrow \infty$ , а для виконання принципу функціонального гомеостазу необхідно, щоб різноманітність дій оператора була мінімальною  $l \rightarrow 0$ . Проте обидва граничні випадки нереальні, оскільки суперечать вимозі фізичної здійсненності процесу управління.

При  $l \rightarrow \infty$  оператор фізично нездатний реалізувати необхідний об'єм роботи, а з умови  $l \rightarrow 0$  слідує, що людина (що знаходиться в структурі АЕС) повністю функціонально ізолюється від інформації  $x, s, t$  і не в змозі здійснювати процес управління. Відсутність меж в реалізації принципу функціонального гомеостазу суперечить концепції активності, а непомірність властивості активності веде до невиконання найважливішого показника досконалості АЕС. Проте ця суперечність лише уявна. В живому організмі ці принципи не існують один без одного. Вони виявляються спільно і взаємно визначаються в залежності від ситуації, що склалася, складності вирішуваної задачі, стану зовнішнього і внутрішнього середовища. В цьому і виявляється діалектична єдність і протилежність фундаментальних властивостей живого організму, що забезпечує значні можливості людини з пристосування для ефективного виконання різноманітних цільових функцій. Прояв організмичних принципів обумовлює пороговий характер реалізованості фундаментальних властивостей АЕС. В області малих ( $l_{\min}$ ) різноманітностей  $h_1$ - алгоритмів цей поріг визначається з умови виконання принципу функціонального гомеостазу, але збереження при цьому за умовами вирішуваної задачі інформованості про стан АЕС і навколишнього середовища. В області  $l_{\max}$  (вимоги принципу активності) граничні значення залежать від здібностей оператора (рівня професійної підготовки, особових психофізичних характеристик) безпомилково виконувати той обсяг  $h_1$ -дій, що вимагається за умовами вирішуваної задачі і обстановки, що склалася. Таким чином, свої кращі, гомеостатичні форми управління станом АЕС оператор реалізує в класі  $h$ -алгоритмів, складність яких визначена інтервалом  $[l_{\min}, l_{\max}]$ . Порогові характеристики прояву організмичних принципів добре узгоджуються з одним з основних психологічних законів роботи людини – законом Ієркса-Додсона. Він встановлює зв'язок між ефективністю виконання різних задач і рівнем емоційної напруженості оператора. Ефективного рішення

задач одного класу оператор досягає при певному рівні емоційної напруженості.

Напруженість оператора можна оцінити через число елементарних операцій  $m$ , виконуваних за одиницю часу. Це означає, що в інтервалі  $[l_{\min}, l_{\max}]$  існує сукупність  $h_1$ - алгоритмів, що забезпечують оптимальний рівень емоційної напруженості ( $l \in [l_{\min}, l_{\max}]$ ), при якому ймовірність появи помилки в процесі виконання оператором  $s_k$  задачі мінімальна.

Існування оптимальних  $h_1$ - алгоритмів дії оператора показує, що для досконалих АЕС характерним є гармонійне поєднання організмичних принципів, при якому ефективність виконання цільових функцій максимальна. Таким чином, суть організмичної концепції забезпечення функціональної стійкості полягає в створенні і експлуатації в АЕС тільки досконалих АЕС, в яких чоловік і машина органічно з'єднані у функціонально єдину структуру на основі гармонійного поєднання фундаментальних принципів поведінки живих організмів.

Для створення досконалих АЕС використовуються методи теорії управління, відповідно до яких необхідна ефективність функціонування АЕС досягається направленою зміною характеристик об'єкту управління. Це здійснюється наступним чином:

Оператор для виконання виробничої задачі управляє поточним  $x(t)$  станом АЕС, використовуючи наявні можливості  $u \in U$  і керуючись наміченою  $s_k$  метою. Положення керуючих органів змінюється через управляючий пристрій, який узгоджує характеристики людини з характеристиками керованого об'єкту і забезпечує необхідний комплекс динамічних властивостей всієї АЕС.

Об'єднання керованого об'єкту з пристроєм управління складає технічну частину АЕС, яка по відношенню до оператора виступає як деяка цільна машина, але володіюча динамічними властивостями, відмінними від властивостей керованого об'єкту. Це об'єднання називатимемо віртуальним керованим об'єктом (КО).

Динамічні властивості віртуального КО описуються відповідно до (2) системою рівнянь:

$$\begin{aligned} dx / dt &= f(x, u, w, t); \\ u &= \varphi(x_2, h, w, t) \end{aligned} \quad (4)$$

Положення теорії управління [7] стверджують, що, варіюючи  $u$ - законами управління, динамічні властивості віртуального об'єкту (4) можна змінити в найширших межах. Це означає, що задача системного синтезу АЕС може бути вирішена шляхом знаходження таких  $u$ - законів роботи керуючого пристрою, щоб динамічні властивості віртуального керованого об'єкту відповідали (по відношенню до оператора) вимогам організмичних принципів. В цьому випадку технічна надбудова оператора буде системно і функціонально узгоджена з організмом людини, а вся АЕС відноситиметься до класу досконалих. Процедура синтезу досконалих АЕС складається з декількох етапів. На першому

визначаються множина  $s_k$  мети і задач конкретної АЕС, які вона повинна успішно вирішувати в процесі застосування за призначенням.

Обрана мета повинна відповідати формальним вимогам:

$$x(t_k) \in s_k(x) \quad (5)$$

На другому етапі визначаються динамічні властивості віртуального КО з умови забезпечення в АЕС властивості функціонального гомеостазу і збереження активності системи (1) по виконанню  $s_k$  мети. Для цього динамічні властивості КО (2) використовують як вихідні. По відношенню до них задаються новими, бажаними, які відповідають комплексу поставлених вимог. До них відносяться вимоги:

незалежності (інваріантності) управляючих дій оператора від неконтрольованих дій  $w$  зовнішнього середовища;

здібності системи зберігати в умовах перешкод заданий режим роботи;

однозначної і швидкої реакції віртуального об'єкту на  $h$  - управління;

незалежності управління окремими складовими процесу, що мають самостійне функціональне призначення;

здійсненості управління у всій області можливих станів  $Q_x$  і ін.

Формування комплексу вимог до властивостей віртуального об'єкту в кожному конкретному випадку має свої особливості і залежить від призначення АЕС, характеру вирішуваних задач, умов функціонування, вимог нормативної документації.

Реалізація організаційних принципів в АЕС здійснюється за рахунок надання віртуальному об'єкту певних властивостей і якостей, які описуються в класі рівнянь, подібних початковій системі (2):

$$dx / dt = f_b(x, h, t) \quad (6)$$

де  $f_b$ - вектор-функція, що описує поведінку віртуального об'єкту.

На третьому етапі синтезуються закони роботи управляючого пристрою, що забезпечують віртуальному об'єкту множину необхідних властивостей. Виконання умов (1), (3) вимагає фактичної сумісності початкових динамічних

властивостей КО, що визначаються вектор-функцією  $f(x, u, w, t)$ , з бажаними, описуваними правою частиною рівняння (6):

$$f(x, u, w, t) = f_b(x, h, t) \quad (7)$$

Співвідношення (7) можна представити у вигляді функціонального рівняння

$$\Phi(x, u, h, w, t) = 0 \quad (8)$$

вирішивши яке щодо невідомої  $u$ , отримаємо шукані закони управління:

$$u = \varphi(x, h, w, t) \quad (9)$$

Якщо функція  $\Phi$  лінійна відносно  $u$ , то рішення (3.18) не представляє ускладнень. В загальному випадку воно розв'язується чисельними методами в результаті побудови ітераційних процедур, знаходження часткових рішень  $u_i$  і апроксимації  $u = u(u_i)$  в просторі змінних, що входять в (8). Реалізація синтезованих законів здійснюється в структурі АЕС управляючим пристроєм на підставі вимірюваного  $x(t)$  стану КО, інформації  $w(t)$  про дію збурення і управляючих  $h$  - дій оператора.

В результаті виконання всіх трьох етапів АЕС набуває комплекс таких властивостей, які забезпечують прояв організаційних принципів. Це означає, що серед множини цілеспрямованих  $h_L$  - дій оператора буде підмножина таких  $h_1$ , які належать інтервалу  $I = [I_{\min}, I_{\max}]$ , що визначає існування в АЕС необхідних умов, при яких ймовірність здійснення оператором помилки мінімальна.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Як видно з вищеведеного, моделювання авіаційних ерготехнічних систем та умов виникнення функціональної нестійкості – потужний засіб пошуку таких системотехнічних рішень, створення таких варіантів структури авіаційних систем військового призначення, форм та способів їх застосування, які зменшать ймовірність генерації операторами та особами, що приймають рішення помилкових та нерациональних дій в усій області прогнозованого застосування системи.

### Література

1. Барабаш О. В. Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем. – К.: НАОУ, 2004, – 226 с. 2. Кравченко Ю. В. Теория синтеза псевдоспутниковых радионавигационных систем. – К.: НАОУ, 2007. – 208 с. 3. Попов И. М. Сетецентрическая война. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.milresource.ru>. 4. Сакач Р. В., Зубков Б. В., Давиденко М. Ф. Безопасность полетов: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989, – 239 с. 5. Мирненко В. И., Пустовой С. О., Яблонский П. М., Розраунок

показников надёжности последовно з'єднаних і резервованих елементів без відновлення для дифузійно-немонотонного розподілу їх відмов. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – НУОУ, 2015. – №1. – С. 83-89. 6. Ковалев В. И. Психология боевой активности оператора. – М.: Воениздат, 1974, – 141 с. 7. Воронин А. Н., Зиятдинов Ю. К., Харченко А. В., Осташевский В. В. Сложные технические и эргатические системы: методы исследования. – Х.: Факт, 1997. – 240 с.

## ИНФОРМАЦИОННО-ОРГАНИЗМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОБЕСПЕЧЕНИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СЛОЖНЫХ ЭРГОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Алексей Николаевич Горский (канд. техн. наук)

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*Рассмотрены вопросы методологии обеспечения функциональной устойчивости сложных систем. Показано, что в сложных организационных эрготехнических системах важное место в обеспечении их функциональной устойчивости будут занимать процессы циркуляции и усвоения информации в системе. На основе информационно-организмического подхода к функционированию сложных систем определены законы управления системой, удовлетворяющие условиям обеспечения функциональной устойчивости авиационной боевой системы. Показана возможность создания в авиационной боевой системе совершенных подсистем, в которых человек и машина соединены в функционально единую структуру на основе использования фундаментальных принципов поведения живых организмов, с использованием методов теории управления. Предложена процедура определения законов управления системой, удовлетворяющих условиям обеспечения функциональной устойчивости авиационной боевой системы с целью прогнозирования динамики применения группировок тактической авиации в конкретных условиях применения, и уменьшение вероятности осуществления операторами и лицами, принимающими решение, ошибочных и нерациональных действий во всей области прогнозируемого применения системы.*

**Ключевые слова:** *организмический подход; функциональная устойчивость; эрготехническая система.*

**INFORMATIONAL-ORGANIZMICAL APPROACH TO PROVIDING FUNCTIONAL STABILITY OF COMPLEX ERGOTECHNICAL SYSTEMS**

*Oleksii M. Horskyi (Candidate of Technical Sciences)*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*The questions of methodology of providing complex systems functional stability are considered. It is shown, that in providing of the complex organizational ergotechnical systems functional stability important role will be played by the processes of information circulation and mastering in the system. On the basis of the informational-organizational approach to functioning of the complex systems, management laws of the system, that fulfil conditions of providing functional stability of the aviation combat system, are defined. Main results allow to apply optimum algorithms of operator actions for functioning of the aviation ergotechnical systems with maximum efficiency of own functions implementation.*

*Such approach allows to create within the aviation combat system only perfect aviation ergotechnical subsystems in which a man and machine are organically united in a functionally sole structure on the basis of harmonious combination of living organisms behaviour fundamental principles, using the methods of management theory, according to which necessary functioning system efficiency is achieved by the directed change of managed object features. Realization of offered procedure of system management laws determination that fulfil conditions of providing functional stability for the aviation combat system allows to use achieved results for prognostication of dynamics of the tactical aviation forces warfare in the determined conditions, and to decrease probability of erroneous and inefficient actions by operators or persons, that make decision over all area of aviation combat system using.*

**Keywords:** *organizational approach; functional stability; ergotechnical system.*

**References**

- 1. Barabash O.V.** (2004) Construction of the functionally stable distributed informative systems. [*Postroyeniye funktsionalno ustoychivyykh raspredelennykh informatsionnykh sistem*], NDA of Ukraine, Kyiv, 226 p.
- 2. Kravchenko Y.V.** (2007) Theory of the pseudosatellite radionavigation systems synthesis, [*Teoriya sinteza psevdospunikovykh radionavigatsionnykh sistem*], NDA of Ukraine, Kyiv, 208 p.
- 3. Popov I.M.** Webcentered war [*Setecentricheskaya vojna*]. available at: <http://www.milresource.ru>.
- 4. Sakach R.V., Zubkov B.V., Davidenko M.F.** (1989) Flight safety. [*Bezopasnost poliotov: Uchebnik dlya vuzov*]. Transport, Moscow, 239 p.
- 5. Mirnenko V.I., Pustovyi S.O., Yablonskiy P.M.** (2015) Computation of reliability indexes of the consistently united and reserved elements without renewal for the diffusion-unmonotonous distributing of their refusals. [*Rozrakhunok pokaznykh nadiynosti poslidovno zvednanykh I rezervovanykh elementiv bez vidnovlennya dlya dyfuziynonemonotonnogo rozpodilu yikh vidmov*], Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence, No1, pp. 83-89.
- 6. Kovalyov V.I.** (1974) Psychology of the operators combat activity [*Psikhologiya boyevoy aktivnosti operatora*]. Militaty publishing, Moscow, 141 p.
- 7. Voronin A.N., Ziyatdinov Y.K., Kharchenko A.V., Ostashevskiy V.V.** (1997) Complex technical and ergatic systems: research methods [*Slozhnyie tekhnicheskije i ergaticheskiye sistemy: metody issledovaniya*]. Fact, Kharkiv, 240 p.

Отримано: 31.03.2016 року.

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НАБУТТЯ БОЙОВИХ СПРОМОЖНОСТЕЙ ЧАСТИНАМИ ТА ПІДРОЗДІЛАМИ ІНЖЕНЕРНИХ ВІЙСЬК В ХОДІ ПРОВЕДЕННЯ ЗАХОДІВ БОЙОВОЇ ПІДГОТОВКИ

*У статті викладено математичну модель яка дозволяє визначати порядок набуття бойових спроможностей частинами та підрозділами інженерних військ в ході проведення (організації) заходів бойової підготовки. Використання запропонованої моделі дає можливість прогнозування зростання рівня набуття бойових спроможностей за рахунок того чи іншого виду підготовки. Відмінність запропонованого підходу від відомих полягає у такому: використовуючи запропоновану модель, шляхом оптимального розподілу навчальних годин за видами підготовки, визначається рівень набуття бойових спроможностей в кожному з періодів підготовки, за умови не перевищення вартості заходів бойової підготовки та незмінної кількості годин на підготовку (згідно програми підготовки), вирішення оптимізаційної задачі дозволяє максимізувати показник набуття бойових спроможностей як основного критерію оцінювання ефективності бойової підготовки частин та підрозділів інженерних військ.*

**Ключові слова:** бойові спроможності; види підготовки; модель.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Як відомо, бойова підготовка являє собою цілеспрямований, організований процес військового навчання та військового виховання особового складу, злагодження підрозділів, частин, з'єднань та їх органів управління для виконання бойових завдань і забезпечення бойових дій відповідно до призначення[1]. Головна мета бойової підготовки – забезпечення постійної бойової готовності військ (сил) і органів управління та підвищення їх боєздатності.

Бойова підготовка частин і підрозділів інженерних військ збройних Сил України організовується і здійснюється відповідно до наказів і директив Міністра оборони України, організаційно-методичних вказівок з бойової підготовки, статутів, порадників, програм бойової підготовки.

Досвід проведення заходів бойової підготовки вказує на те, що бойова підготовка здійснюється в стислі терміни з одночасним підвищенням обсягу та складності навчально-бойових завдань. Введена в дію система бойової підготовки, за стандартами підготовки, проходить апробацію, як показує досвід, заплановані терміни навчання не витримуються, що негативно впливає на якість проведення заходів бойової підготовки, і як результат впливає на її ефективність. У зв'язку з цим виникає потреба в уточненні як змісту навчання так і часу, який планується на відпрацювання предметів і тем навчання.

Аналіз досвіду бойової підготовки частин та підрозділів інженерних військ свідчить про необхідність проведення досліджень проблеми якості планування заходів бойової підготовки, як

складової організації, та управління процесом навчання.

Вдосконалення існуючої системи бойової підготовки, розроблення нових шляхів підвищення ефективності бойової підготовки частин та підрозділів інженерних військ становить актуальне наукове завдання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Процес трансформації системи бойової підготовки ЗС України, у відповідності з вимогами керівних документів, висуває проблему наукового обґрунтування заходів з підвищення ефективності бойової підготовки частин та підрозділів інженерних військ зокрема.

У ряді робіт розглядаються питання бойової підготовки загальновійськових частин і з'єднань постійної готовності, бойова підготовка частин і підрозділів розглядається тільки стосовно бойового злагодження, в окремих роботах розглядаються питання підготовки молодших спеціалістів частин і підрозділів ППО ПС ЗС України, які мають свої особливості.

Аналіз показує, що існуючий методичний апарат не дозволяє якісно оцінити ефективність бойової підготовки частин та підрозділів інженерних військ ЗС України та надати обґрунтовані рекомендації щодо підвищення її ефективності.

Існуючі математичні моделі, які використовуються для опису процесу навченості військовослужбовців в ході проведення заходів бойової підготовки, недостатньо повно (адекватно) відображають процес набуття бойових спроможностей.

Отже, такий стан вказує на необхідність застосування удосконалених підходів щодо

оцінювання ефективності бойової підготовки частин та підрозділів інженерних військ, з урахуванням математичних моделей набуття бойових спроможностей, і як результат надання обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення ефективності бойової підготовки.

Враховуючи це **метою статті** є викладення методу (математичної моделі), який дозволяє визначати рівень набуття бойових спроможностей частинами та підрозділами інженерних військ в ході проведення заходів бойової підготовки по періодам підготовки на протязі навчального року.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Запропонований метод застосовується для визначення рівня набуття бойових спроможностей в ході кожного періоду підготовки.

З метою оптимізації процесу підготовки в ході кожного з періодів підготовки пропонується скористатися математичною моделлю набуття бойових спроможностей, у якості основи для створення математичної моделі набуття бойових спроможностей в ході проведення заходів бойової підготовки скористаємося існуючою моделлю ітеративного навчання, яка характеризується повільно-асимптотичними кривими навчання, апроксимуючими експоненціальними кривими. В загальному вигляді експоненціальна крива процесу навчання описується залежністю:

$$x(t) = x^\infty + (x^0 - x^\infty) \cdot e^{-\gamma t}, t > 0 \quad (1)$$

$$x_n = x^\infty + (x^0 - x^\infty) \cdot e^{-\gamma n}, n = 0, 1, 2, \dots, t, \quad (2)$$

де  $t$  – час навчання;  $p$  – число ітерацій (спроб) з моменту початку навчання (в запропонованому варіанті передбачається, що навчання починається в нульовий момент часу);  $x(t)$ ,  $x(n)$  – значення неузгодженості в момент часу  $t$  (на  $p$ -й ітерації);  $x^0$  – початкове значення неузгодженості (відповідає моменту початку навчання);  $x^\infty$  – кінцеве значення неузгодженості (величина, до якої крива навченості асимптотично прямує; як правило в біологічних системах ця величина розглядається як фізіологічна межа навченості);  $\gamma$  – невід’ємна константа, яка визначає швидкість зміни кривих навченості і називається швидкістю навчання ( $\gamma$  має розмірність зворотну часу чи числу ітерацій).

Використовуючи вище запропоновані залежності розроблена математична модель набуття бойових спроможностей в ході проведення заходів бойової підготовки. Рівень набуття бойових спроможностей пропонується розраховувати в залежності від видів підготовки які будуть використовуватись в процесі проведення заходів бойової підготовки та відповідного розподілу годин за видами підготовки. Запропонована математична модель матиме наступний вигляд:

$$\Pi_{\text{Теор}} = \Pi_{\text{Теор}_{\text{max}}} - (\Pi_{\text{Теор}_{\text{max}}} + N_{\text{інд}}) \cdot e^{-\frac{t_{\text{Теор}}}{t_{\text{Теор}}^{\text{min}}}} \quad (3)$$

$$\Pi_{\text{Трен}} = \Pi_{\text{Трен}_{\text{max}}} - (\Pi_{\text{Трен}_{\text{max}}} - \Pi_{\text{Теор}}) \cdot e^{-\frac{t_{\text{Трен}}}{t_{\text{Трен}}^{\text{min}}}} \quad (4)$$

$$\Pi_{\text{Пр.од}} = \Pi_{\text{Пр.од}_{\text{max}}} - (\Pi_{\text{Пр.од}_{\text{max}}} - \Pi_{\text{Трен}}) \cdot e^{-\frac{t_{\text{Пр.од}}}{t_{\text{Пр.од}}^{\text{min}}}} \quad (5)$$

$$\Pi_{\text{Пр.вскл}} = 1 - (1 - \Pi_{\text{Пр.од}}) \cdot e^{-\frac{t_{\text{Пр.вскл}}}{t_{\text{Пр.вскл}}^{\text{min}}}} \quad (6)$$

Рівень набуття бойових спроможностей за рахунок теоретичної підготовки пропонується розраховувати за наступною залежністю:

$$\Pi_{\text{Теор}} = \Pi_{\text{Теор}_{\text{max}}} - (\Pi_{\text{Теор}_{\text{max}}} + N_{\text{інд}}) \cdot e^{-\frac{t_{\text{Теор}}}{t_{\text{Теор}}^{\text{min}}}}$$

де  $\Pi_{\text{Теор}_{\text{max}}}$  – максимально можливий рівень набуття бойових спроможностей за рахунок теоретичної підготовки;  $N_{\text{інд}}$  – рівень початкової (індивідуальної) підготовки на початок періоду;  $t_{\text{Теор}}$  – час який виділяється на теоретичну підготовку;  $t_{\text{Теор}}^{\text{min}}$  – мінімально необхідний час на теоретичну підготовку;

Рівень набуття бойових спроможностей за рахунок підготовки на тренажерах пропонується розраховувати за наступною залежністю:

$$\Pi_{\text{Трен}} = \Pi_{\text{Трен}_{\text{max}}} - (\Pi_{\text{Трен}_{\text{max}}} - \Pi_{\text{Теор}}) \cdot e^{-\frac{t_{\text{Трен}}}{t_{\text{Трен}}^{\text{min}}}}$$

де  $\Pi_{\text{Трен}_{\text{max}}}$  – максимально можливий рівень набуття бойових спроможностей за рахунок підготовки на тренажерах;  $\Pi_{\text{Теор}}$  – рівень набутих бойових спроможностей за рахунок теоретичної підготовки;  $t_{\text{Трен}}$  – час який виділяється для підготовки на тренажерах;  $t_{\text{Трен}}^{\text{min}}$  – мінімально необхідний час для підготовки на тренажерах;

Рівень набуття бойових спроможностей за рахунок практичної одиночної підготовки пропонується розраховувати за наступною залежністю:

$$\Pi_{\text{Пр.од}} = \Pi_{\text{Пр.од}_{\text{max}}} - (\Pi_{\text{Пр.од}_{\text{max}}} - \Pi_{\text{Трен}}) \cdot e^{-\frac{t_{\text{Пр.од}}}{t_{\text{Пр.од}}^{\text{min}}}}$$

де  $\Pi_{\text{Пр.од}_{\text{max}}}$  – максимально можливий рівень набуття бойових спроможностей за рахунок практичної одиночної підготовки;  $\Pi_{\text{Трен}}$  – рівень набуття бойових спроможностей за рахунок підготовки на тренажерах;  $t_{\text{Пр.од}}$  – час який виділяється на практичну одиночну підготовку;  $t_{\text{Пр.од}}^{\text{min}}$  – мінімально необхідний час який виділяється на практичну одиночну підготовку;



Рівень набуття бойових спроможностей за рахунок практичної підготовки в складі підрозділу пропонується розраховувати за наступною залежністю:

$$P_{\text{Пр.вскл}} = 1 - (1 - P_{\text{Пр.од}}) \cdot e^{-\frac{t_{\text{Пр.вскл}}}{t_{\text{Пр.вскл}}^{\min}}}$$

де  $P_{\text{Пр.од}}$  – рівень набуття бойових спроможностей за рахунок практичної одиночної підготовки;  $t_{\text{Пр.вскл}}$  – час на практичну підготовку в складі підрозділу;  $t_{\text{Пр.вскл}}^{\min}$  – мінімально необхідний час на практичну підготовку в складі підрозділу.

Протягом навчального року, в різні його періоди, з підрозділами полку оперативного забезпечення проводиться кількість занять визначена планом бойової підготовки.

Висловимо передбачення, що немаловажну роль в процесі планування заходів бойової підготовки в ході кожного періоду підготовки відіграє розподіл годин на відповідні заходи бойової підготовки для кожного підрозділу окремо. Використовуючи запропоновану математичну модель шляхом розподілу годин за відповідними видами підготовки в кожному з періодів, виходячи з існуючих можливостей (ресурсного забезпечення, наявної навчальної матеріально-технічної бази) можливо ставити за мету досягнення максимального рівня набуття бойових спроможностей в кінці визначеного періоду підготовки.

За таким же принципом формуються варіанти планування заходів бойової підготовки в наступних періодах. Обов'язковою умовою є те, що кінцеве значення набутих бойових спроможностей в ході проведення одного виду підготовки є початковим значенням для

визначення рівня набутих бойових спроможностей за рахунок іншого виду підготовки.

Тривалість навчального циклу буде залежати від отриманого завдання або відпрацювання повного переліку завдань, визначених формуляром військової частини, його тривалість не повинна перевищувати 2 роки. При цьому основні підрозділи військової частини повинні знаходитись в різних періодах підготовки. За такого навчального циклу військовій частині будуть постійно знаходитись у боєздатному стані. Досягнутий в період інтенсивної підготовки рівень навченості підрозділів постійно підтримуватиметься у ході підтримуючого та базового періодів підготовки. При цьому насиченість підготовки в ці періоди повинна бути значно меншою для забезпечення економії коштів і пально-мастильних матеріалів.

Таким чином запропонована математична модель дає можливість визначати (прогнозувати) рівень набуття бойових спроможностей в ході проведення (планування) заходів бойової підготовки.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

У статті висвітлений метод визначення необхідного рівня набуття бойових спроможностей частинами та підрозділами інженерних військ за рахунок різних видів підготовки. Новизна запропонованого методу полягає у можливості прогнозування рівня набуття бойових спроможностей в залежності від інтенсивності підготовки в той чи інший період підготовки, можливості корегування планів бойової підготовки за видами підготовки в кожному періоді. Перспективою подальших досліджень є розроблення методу прогнозування рівня набуття бойових спроможностей в ході відповідного періоду підготовки.

### Література

1. Новиков Д. А. Закономерности интерактивного научения – М.: Институт проблем управления РАН, 1988. – 77 с. 2. Шикин Е. В. Математические методы и модели в управлении : учебное пособие / Е. В. Шикин,

А. Г. Чхартишвили. – М.: Академия народного хозяйства при правительстве Российской Федерации, 2000. – 431 с. 3. Викулов С. Ф. Военно-экономический анализ – М.: Военное издательство, 2001. – 349 с.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРИОБРЕТЕНИЯ БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧАСТЯМИ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ИНЖЕНЕРНЫХ ВОЙСК В ХОДЕ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ БОЕВОЙ ПОДГОТОВКИ

Вадим Антонович Гром

Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

В статье изложена математическая модель, которая позволяет определить порядок приобретения боевых возможностей, частями и подразделениями инженерных войск в ходе проведения (организации) мероприятий боевой подготовки с учетом последних изменений в системе боевой подготовки. Использование предложенной модели дает возможность прогнозировать рост уровня приобретения боевых возможностей за счет оптимального распределения учебных часов по тем или иным видам подготовки. Отличие предложенного подхода от известных состоит в следующем: использование предложенной модели, путем оптимального распределения учебных часов по видам подготовки, определяется уровень приобретения боевых возможностей в каждом из периодов, при

условию, что конечное значение уровня боевой подготовки в предыдущем периоде есть начальным значением в следующем периоде подготовки, в дальнейшем путем решения оптимизационной задачи, при условии неизменного количества часов на подготовку (согласно программы подготовки) в виде ограничения, решение оптимизационной задачи позволяет максимизировать показатель преобретения боевых возможностей как основного критерия оценивания эффективности боевой подготовки частей и подразделений инженерных войск.

**Ключевые слова:** боевые возможности; виды подготовки; модель.

## THE MATHEMATICAL MODEL OF COMBAT CAPABILITIES ACQUISITION OF THE ENGINEER TROOP'S ELEMENTS DURING THE COMBAT TRAINING

*Vadym A. Hrom*

*The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*The article presents a mathematical model that allows to determine the procedure for acquisition of military capabilities by units and subdivisions of engineer troops making (organize) combat training with the latest changes in the system of combat training. Using the proposed model gives an opportunity to predict the increase of the acquisition of military capabilities through optimal allocation of teaching hours of a particular type of preparation. The difference between the proposed approach against known is this: using the proposed model by optimal distribution of training hours by type of training is determined by the level of acquisition of combat capabilities in each of the periods of training, provided that the final value of military training in the previous period is the initial value in the next period of training in the future by solving an optimization problem, provided a constant number of hours training (under the training program) as a limitation, solving an optimization problem maximizing rate of acquisition of combat capabilities as the main criterion for evaluating the effectiveness of combat training units of the Engineer Corps.*

**Keywords:** fighting capacity; types of training; model.

### *References*

- 1. Novikov D.A** (1988) Regularities of the iterative learning [*Zakonomernosti iterativnogo nauchenia*], Moscow: Institute of Control Sciences, 77 p. **2. Shikin E.V.** (2000), Mathematical methods and models in management [*Matematicheskie metody i modeli v upravlenii*]: a tutorial E.V. Shikin, A.G. Chkhartishvili, Moscow: The Academy of National Economy under the Government of the Russian Federation, 431 p. **3. Vikulov S.F.** (2001) Military-economic analysis [*Voeno-ekonomicheskiy analiz*], Moscow: Publishing Military, 349 p.

Отримано: 05.04.2016 року.

*Юрий Григорьевич Даник (д-р техн. наук, профессор)*

*Алексей Александрович Писарчук (д-р техн. наук, профессор)*

*Сергей Витальевич Тимчук*

*Александр Васильевич Лагодный*

*Житомирский военный институт имени С. П. Корольова, Житомир, Украина*

## **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИТУАЦИОННОГО СИНТЕЗА САМООРГАНИЗУЮЩЕЙСЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА КРИТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

*В статье предложен подход к реализации многокритериального оценивания эффективности процесса ситуационного синтеза самоорганизующейся структуры систем мониторинга критических объектов. Оценивание эффективности реализуется по совокупности нескольких категорий частных критериев оптимальности, характеризующих все элементы системы мониторинга, оперативный состав, внешние факторы и требования к функциональной надежности. Предложенный подход позволяет сформировать фазовое пространство и фазовый портрет самоорганизации структуры системы мониторинга. Используется комплексное решение этапов к многокритериальному оцениванию эффективности ситуационного синтеза самоорганизующейся структуры, которое заключается в: формировании групп частных показателей (критериев) оптимизации структуры и параметров системы мониторинга; синтезе самоорганизующейся математической модели ситуационного управления структурой и параметрами системы критических объектов. Обобщающая оценка эффективности ситуационного синтеза структуры информационно-управляющих кластеров позволяет анализировать как статические, так и динамические свойства синтезируемого кластера в терминах теории сложных систем, используемых для реализации анализа и синтеза, методов многокритериального анализа и синергетических подходов.*

***Ключевые слова:** мониторинг; самоорганизация; многокритериальный; оценивание; система; синергетика.*

### **Вступление**

**Актуальность исследований.** Практическое внедрение современных информационных технологий обеспечивает формирование единых информационных пространств, в которых взаимодействуют, функционируют, модифицируются и развиваются социотехнические системы разной степени сложности и назначения. Ключевым компонентом подобных абстрактных категорий являются системы мониторинга (СМ) критических объектов (объекты мониторинга (ОМ) – экологически опасные и с критической структурой объекты (хранилища, производства), места скопления людей, критические к возникновению кризисных ситуаций (КС) территории (приграничные районы, аэродромы и аэропорты, энерго-, водо-, теплогазопроводы и т. д.), критические объекты государственной системы управления и т. д.) с помощью которых реализуется сбор, накопление, обработка получаемых данных и управление указанными процессами. На сегодняшний день проблемным является не столько сбор, сколько анализ избыточности информации, циркулирующей в едином информационном пространстве. Ситуация усложняется значительной динамикой протекания внешних и

внутренних процессов, фатальностью и высокой плотностью потока возникающих при этом КС. Практика доказывает наличие существенных недостатков технологического и функционального характера в известных подходах к построению СМ, способных эффективно функционировать в указанных условиях. Изложенное актуализирует задачу выработки новых методов синтеза СМ и оценивания эффективности этого процесса.

### **Анализ существующих подходов.**

Традиционно СМ базируются на формировании статической структуры с соблюдением принципов открытой архитектуры, модульности и унификации [1, 2]. Благодаря этому информационная избыточность, возрастание динамики изменения и плотности потока КС компенсируется включением новых элементов в систему. Такой путь является малоэффективным, поскольку приводит к усложнению системы, повышает ее стоимость и инертность, снижая уровень отказоустойчивости и т. д. Синтез статической структуры может осуществляться с использованием многокритериальных или однокритериальных подходов последовательно или параллельно с решением задачи параметрического синтеза [1–4]. Развитие технологий передачи и обработки информации,

применение передовых принципов реализации программно-аппаратных решений позволяет использовать прогрессивные методы самоорганизации, итерационного, ситуационного управления структурой и параметрами СМ. Их реализация требует организации обратной связи на уровне оперативного и адекватного многокритериального оценивания результатов ситуационного управления для внедрения методов самоорганизации.

С учетом изложенного целью статьи является разработка подхода к многокритериальному оцениванию эффективности ситуационного синтеза самоорганизующейся структуры СМ критических объектов.

### Основное содержание статьи

Суть предлагаемого к использованию самоорганизующегося ситуационного управления структурой и параметрами СМ в условиях значительной избыточности информации, динамики изменения и плотности потока КС заключается в следующем. Допустим, что имеет место избыточная структура СМ, статически сформированная из элементов и подсистем разного уровня или же динамически формируемая из доступных структурных составляющих благодаря открытости ее архитектуры. При возникновении конкретной КС по совокупности групп частных критериев отбираются элементы статической структуры СМ, объединяемые в информационно-управляющие кластеры (ИУК) с индивидуальными свойствами. Тогда из-за временной протяженности процессов мониторинга каждой конкретной КС и плотности потока их возникновения формируется и одновременно функционирует множество ИУК в пределах избыточной структуры и (или) доступных для использования элементов СМ. Тем самым достигается пространственно-временное, структурно-параметрическое разнесение обрабатываемых задач по потоку КС на уровне ИУК в пределах единой избыточной структуры СМ. В результате система получает дополнительные свойства многозадачности, многофакторности и многоуровневости, а также способность эффективно функционировать в условиях значительной избыточности информации, динамики изменения и плотности потока КС. По сути реализуется процесс управления структурой и параметрами СМ, а алгоритмизация этого процесса придает системе свойство структурной и параметрической самоорганизации при изменении внешней и внутренней обстановки (ситуаций) [3–6]. Инициатором ситуационного процесса управления и самоорганизации СМ является КС. Далее в автоматизированном режиме итерационно реализуются процессы идентификации КС и формирование ИУК с учетом текущих команд управления высшего уровня, изменений внутренних факторов и внешней обстановки, а также результатов оценивания эффективности

синтеза кластера и результатов отработки текущей КС.

Разработка подхода к многокритериальному оцениванию эффективности ситуационного синтеза самоорганизующейся структуры СМ критических объектов требует комплексного решения этапов: формирования групп частных показателей и критериев оптимизации структуры и параметров СМ; синтеза самоорганизующейся математической модели ситуационного управления структурой и параметрами СМ критических объектов.

**Формирование групп (категорий) частных показателей и критериев** оптимальности структуры и параметров СМ в целом и ИУК в частности реализуется путем решения декомпозиционной задачи установления показателей для каждой структурной единицы СМ с учетом требований эффективности решения целевых задач системой. Реализация этого процесса позволяет выделить группы частных показателей:

1. *Множество показателей технических характеристик* подсистем СМ:

$$TX = \{TX_{TS}, TX_{SNO}, TX_{STO}, TX_{STK}\}, \quad (1)$$

где  $TX_{TS}$ ,  $TX_{SNO}$ ,  $TX_{STO}$ ,  $TX_{STK}$  – технические характеристики составляющих СМ: технических средств мониторинга (ТСМ), системы накопления и обработки информации мониторинга (СНОИМ), специального технического оборудования (СТО), системы телекоммуникации (СТК) соответственно. Каждая подсистема СМ характеризуется подмножествами показателей по количеству и типу элементов СМ  $i$ -ми индексами в соответствующем обозначении:

$$\begin{aligned} TX_{TS} &= \{TS_{i_{TS}}\}, i_{TS} = 1 \dots I_{TS}, \\ TX_{SNO} &= \{SNO_{i_{SNO}}\}, i_{SNO} = 1 \dots I_{SNO}, \\ TX_{STO} &= \{STO_{i_{STO}}\}, i_{STO} = 1 \dots I_{STO}, \\ TX_{STK} &= \{STK_{i_{STK}}\}, i_{STK} = 1 \dots I_{STK}. \end{aligned} \quad (2)$$

2. *Показатели функциональной направленности* подсистем СМ, характеризующие их назначение в зависимости от типа, конкретной технической реализации, ОМ и расположенных на них информационных источников, что определяет назначение автоматизированных рабочих мест (АРМ) СНОИМ и т.д.:

$$FN = \{FN_{TS}, FN_{SNO}, FN_{STO}, FN_{STK}\}, \quad (3)$$

где  $FN_{TS}$ ,  $FN_{SNO}$ ,  $FN_{STO}$ ,  $FN_{STK}$  – подмножества численных значений (кодовых комбинаций), характеризующих суть функциональной направленности подсистем СМ: ТСМ, СНОИМ, СТО, СТК соответственно в виде:

$$\begin{aligned} FN_{TS} &= \{TS_{i_{TS}}^{FN}\}, i_{TS}^{FN} = 1 \dots I_{TS}^{FN}, \\ FN_{SNO} &= \{SNO_{i_{SNO}}^{FN}\}, i_{SNO}^{FN} = 1 \dots I_{SNO}^{FN}, \\ FN_{STO} &= \{STO_{i_{STO}}^{FN}\}, i_{STO}^{FN} = 1 \dots I_{STO}^{FN}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$FN_{STK}^{FN} = \left\{ STK_{i_{STK}}^{FN} \right\}, \quad i_{STK}^{FN} = 1 \dots I_{STK}^{FN}$$

Показатели эффективности первой и второй групп относятся к избыточной структуре СМ и являются неизменными в течение существования КС.

3. *Показатели функциональной устойчивости СМ.* Данная категория является обобщающей для таких свойств: устойчивости; надежности (безотказности); отказоустойчивости; живучести; помехоустойчивости [7]. Под функциональной устойчивостью для распределенной СМ с самоорганизацией процесса ситуационного управления ее структурой и параметрами понимается способность системы выполнять минимальный объем функций для локализации и ликвидации конкретной КС на протяжении ее существования при внешних и внутренних воздействиях на СМ, не предусмотренных нормальной эксплуатацией, осуществлять выбор оптимального режима функционирования за счет ее внутренних ресурсов, перестройки структуры, изменения функций отдельных подсистем, фактически за счет функциональной инвариантности системы к внешним (внутренним) преднамеренным (непреднамеренным), априорно неизвестным воздействиям (сбоям).

Согласно изложенному в терминах показателей функциональной направленности подсистем СМ следует рассматривать структурные и вероятностные показатели функциональной устойчивости.

*Структурные показатели функциональной устойчивости системы* будут иметь вид ограничений

$$\begin{aligned} FN_{TS} &= \left\{ TS_{i_{TS}}^{FN} \cong TS_{i_{TS}+N}^{FN} \cong \dots \right\} \geq 2, \\ FN_{SNO} &= \left\{ SNO_{i_{SNO}}^{FN} \cong SNO_{i_{SNO}+N}^{FN} \cong \dots \right\} \geq 2, \\ FN_{STO} &= \left\{ STO_{i_{STO}}^{FN} \cong STO_{i_{STO}+N}^{FN} \cong \dots \right\} \geq 2, \\ FN_{STK}^{FN} &= \left\{ STK_{i_{STK}}^{FN} \cong STK_{i_{STK}+N}^{FN} \cong \dots \right\} \geq 2. \end{aligned} \quad (5)$$

То есть количество элементов множеств, характеризующих подсистемы СМ с пересечением (дублированием) исполняемых функций, например, более чем на 50% для обеспечения функциональной устойчивости, формируемых под возникшую конфликтную ситуацию ИУК СМ, должно быть большим либо равным двум элементам.

*Вероятностные показатели функциональной устойчивости* отражают наличие горизонтально-вертикальных функциональных и информационных связей между отобранными для формирования ИУК элементами СМ. Конкретика топологии и архитектура системы обеспечения указанных связей – СТК определяет перечень и изменяющимися со временем значения парных вероятностей межэлементных и

внутриэлементных связанностей, с контролем заданного порогового уровня:

$$\begin{aligned} P_{TS, SNO}(t) &> P_{TS, SNO}^Z, \quad P_{TS, STO}(t) > P_{TS, STO}^Z, \\ P_{TS, STK}(t) &> P_{TS, STK}^Z, \quad P_{SNO, STO}(t) > P_{SNO, STO}^Z, \\ P_{SNO, STK}(t) &> P_{SNO, STK}^Z, \\ P_{STO, STK}(t) &> P_{STO, STK}^Z. \end{aligned} \quad (6)$$

Зависимость от временного фактора показателей функциональной устойчивости обусловлена последовательно-параллельным функционированием на избыточной структуре СМ: множества ИУК, воздействием внешних и внутренних факторов.

4. *Показатели эффективности выполнения целевых задач эргатической составляющей СМ:* оперативного состава СНОИМ, операторов ТСМ, обслуживающего персонала СТО. Данные показатели эффективности будем рассматривать как обобщенную числовую комбинацию, характеризующую эффективность работы человека-оператора, определяемую его функциональной пригодностью (подготовленностью), физиологическими особенностями, текущим психофизическим состоянием и т. д. Данная категория показателей эффективности представлена надежностью оперативного состава  $P_{OS}$  – произведением вероятности безотказной работы каждого оператора АРМ и другого персонала [8, 9] для конкретного временного интервала, соотнесенного ко времени существования текущей КС:

$$P_{OS}(t) = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_{OPi}(t)), \quad (7)$$

$$P_{OPi}(t) = K_{OPi}(t) P_{\Phi i}(t) P_{\Psi i}(t),$$

где  $P_{OPi}(t)$  – вероятность безотказной работы  $i$ -го оператора (по количеству АРМ  $i=1 \dots N$ ) в течение времени  $t$ ;  $K_{OPi}(t)$  – коэффициент готовности  $i$ -го оператора, равный вероятности приема информации в произвольный момент времени  $t$ ;  $P_{\Phi i}(t)$  – биологическая надежность, определяемая в том числе функциональной пригодностью, равная вероятности отсутствия  $\Phi$  отказов  $i$ -го оператора в течение времени  $t$ ;  $P_{\Psi i}(t)$  – психофизиологическая надежность (безошибочность) работы  $i$ -го оператора за время  $t$ .

5. *Показатели инженерно-психологической оценки эффективности СМ* [8] объединяют и отражают совокупность требований по обеспечению эффективной работы эргатической компоненты (оператора) в системе человек–машина, в том числе условий среды, эргономических показателей рабочего места, уровня автоматизации работы оператора, эргономических показателей программы обеспечения АРМ и т. д.

Показатели, характеризующие условия среды работы оператора – множество  $SR$ , включающее: оценку негативного действия природных факторов (некомпенсируемые (некомпенсированные) эргономикой АРМ)  $SR_{PF}$ ; уровень напряженности внешней психофизической ситуации (повседневная деятельность, повышенная опасность, риск для жизни)  $SR_{VS}$ ; уровень напряженности обрабатываемой КС (в зависимости от ее типа и режима функционирования СМ)  $SR_{KC}$ :

$$SR = \{SR_{PF}, SR_{VS}, SR_{KC}\}. \quad (8)$$

Показатели автоматизации работы оператора (разделение функций между оператором и машиной) характеризуются отношением количества функций, выполняемых оператором в штатном  $N_{SH}$ , повышенной готовности  $N_{PG}$ , кризисном  $N_{KR}$  и посткризисном  $N_{PK}$  режимах функционирования СМ, соотношенных к общему количеству функций, необходимых для выполнения системой вообще в указанных режимах:  $SN_{SH}$ ,  $SN_{PG}$ ,  $SN_{KR}$ ,  $SN_{PK}$ , – что определяется обобщенным показателем

$$AR = \left( \frac{N_{SH}}{SN_{SH}} + \frac{N_{PG}}{SN_{PG}} + \frac{N_{KR}}{SN_{KR}} + \frac{N_{PK}}{SN_{PK}} \right). \quad (9)$$

6. Экономические показатели отражают финансовые расходы, разделенные на капиталовложения и текущие. Их разноразмерность обуславливает необходимость использования обобщенного показателя приведенных расходов

$$S_{PR} = C + E_N K, \quad (10)$$

где  $C$  – текущие расходы за некоторый промежуток времени;  $E_N$  – нормативный коэффициент экономической эффективности, его величина для рентабельной экономики составляет  $E_N \geq 0,12$  [8];  $K$  – величина капиталовложений в выбранной валютной единице.

Капиталовложения отражают: финансовые расходы на реализацию полного цикла научно-технического проектирования и сопровождения, разработку, испытания, изготовление, внедрение и серийное производство технических составляющих СМ, а также системы в целом –  $K_{RS}$ ; проведение аналогичных работ применительно к программному обеспечению СМ –  $K_{RP}$ ; затраты на подготовку обслуживающего и эксплуатирующего персонала для СМ –  $K_{PodP}$ .

Текущие расходы направлены на текущее обслуживание и поддержание в требуемом состоянии технических и программных компонент СМ соответственно –  $C_{TOS}$ ,  $C_{TOP}$  (в том числе на модернизацию и ремонт), а также расходы на переподготовку и повышение квалификации эксплуатирующего персонала СМ –  $C_{PodP}$ .

С учетом декомпозиционных пояснений имеем

$$K = K_{RS} + K_{RP} + K_{PodP}, \quad (11)$$

$$C = C_{TOS} + C_{TOP} + C_{PodP}.$$

7. Пропускная способность СМ характеризует способность системы последовательно-параллельно обрабатывать поток КС. Это достигается и обеспечивается избыточностью структуры системы. В первом приближении будем полагать, что одновременно один комплекс составляющих СМ в конкретный момент времени обеспечивает обработку одной КС, а наращивание структуры СМ обеспечивает линейный рост ее пропускной способности. С учетом сказанного имеем зависимость пропускной способности СМ  $P_{Sp}(N)$  от количества  $i$ -х элементов в СМ  $N$  в виде

$$P_{Sp}(N) = P_{Sp} \cdot N. \quad (12)$$

Таким образом, имеем перечень групп частных показателей оптимальности, применимых для структурно-параметрического синтеза, используемый далее для синтеза самоорганизующейся математической модели ситуационного управления структурой и параметрами СМ критических объектов, а оценивания эффективности результатов синтеза.

Далее временной параметр возникновения, модификации и развития КС  $t$  будем рассматривать в дискретной форме, привязанной к фактам возникновения, модификации и развития  $i$ -й КС из их потока с циклом реконfigurирования СМ для каждого ИУК в зависимости от режимов их функционирования. Таким образом, параметр  $N_{KS}$  характеризует признак конкретной КС, а  $t$  – совокупность дискретных событий возникновения, модификации и развития текущей ситуации, отражаемые в режимах функционирования ИУК, обуславливаемых их реконfigurирование в пределах этой КС.

Сформированные показатели позволяют обобщить их в виде критериальных требований к ситуационному синтезу самоорганизующегося ИУК для конкретной КС, временных характеристик ее возникновения и развития:

$$TX(N_{KS}) = \begin{cases} TS_{i_{TS}}(N_{KS}) \rightarrow \max, \\ SNO_{i_{SNO}}(N_{KS}) \rightarrow \max, \\ STO_{i_{STO}}(N_{KS}) \rightarrow \max, \\ STK_{i_{STK}}(N_{KS}) \rightarrow \max, \end{cases}$$

$$FN(N_{KS}) = \begin{cases} TS_{i_{TS}}^{FN}(N_{KS}) \rightarrow \max, \\ SNO_{i_{SNO}}^{FN}(N_{KS}) \rightarrow \max, \\ STO_{i_{STO}}^{FN}(N_{KS}) \rightarrow \max, \\ STK_{i_{STK}}^{FN}(N_{KS}) \rightarrow \max, \end{cases} \quad (13)$$

$$FN_N(t) = \begin{cases} FN_{TS}(t) \rightarrow \max, FN_{SNO}(t) \rightarrow \max, \\ FN_{STO}(t) \rightarrow \max, FN_{STK}^{FN}(t) \rightarrow \max, \end{cases}$$

$$P_N(t) = \begin{cases} P_{TS, SNO}(t) \rightarrow \max, \\ P_{TS, STO}(t) \rightarrow \max, \\ P_{TS, STK}(t) \rightarrow \max, \\ P_{SNO, STO}(t) \rightarrow \max, \\ P_{SNO, STK}(t) \rightarrow \max, \\ P_{STO, STK}(t) \rightarrow \max, \end{cases} \quad (14)$$

$$FnN(t) = \begin{cases} FN_N(t) \rightarrow \min, \\ P_N(t) \rightarrow \min, \end{cases}$$

$$P_{OP_i}(t) = \begin{cases} K_{OP_i}(t) \rightarrow \max, \\ P_{\Phi_i}(t) \rightarrow \max, \\ P_{\Psi_i}(t) \rightarrow \max, \end{cases} \quad (15)$$

$$P_{OS}(t) = 1 - \prod_{i=1}^N (1 - P_{OP_i}(t)) \rightarrow \max,$$

$$P_{OP_i}(t) = K_{OP_i}(t)P_{\Phi_i}(t)P_{\Psi_i}(t) \rightarrow \max,$$

$$SR(t) = \begin{cases} SR_{PF}(t) \rightarrow \min, \\ SR_{VS}(t) \rightarrow \min, \\ SR_{KC}(t) \rightarrow \min, \end{cases}$$

$$AR(t) = \begin{cases} N_{SH}(t)SN_{SH}(t)^{-1} \rightarrow \min, \\ N_{PG}SN_{PG}(t)^{-1} \rightarrow \min, \\ N_{KR}SN_{KR}(t)^{-1} \rightarrow \min, \\ N_{PK}SN_{PK}(t)^{-1} \rightarrow \min \end{cases} \quad (16)$$

$$IPO(t) = \begin{cases} SR(t) \rightarrow \min, \\ AR(t) \rightarrow \min, \end{cases}$$

$$AR(t) = \left( \begin{array}{l} \frac{N_{SH}(t)}{SN_{SH}(t)} + \frac{N_{PG}(t)}{SN_{PG}(t)} + \\ + \frac{N_{KR}(t)}{SN_{KR}(t)} + \frac{N_{PK}(t)}{SN_{PK}(t)} \rightarrow \min \end{array} \right).$$

Модифицированные обозначения в (18) – (21) касаются введения в качестве аргумента номера (типономинала – классификационного признака) КС  $N_{KS}$  для функциональных зависимостей групп показателей и критериев технических характеристик подсистем СМ и функциональной направленности подсистем СМ, а также временного параметра, характеризующего возникновение, модификацию и развитие КС для показателей инженерно-психологической оценки эффективности СМ.

Сформированный таким образом перечень критериальных требований к ситуативному формированию структуры ИУК и его самоорганизации является конфликтным и учитывает изменение требований к СМ с учетом модификации и развития КС, изменения характеристик и возможностей технической составляющей СМ, а также

психофизиологического состояния эргатической компоненты системы мониторинга, формирующих ИУК с индивидуальными особенностями. Таким образом имеет место многокритериальная задача синтеза структуры сложной системы. По сути учет всех групп сформированных критериев обеспечивает комплексное решение задачи ситуативного структурно-параметрического синтеза ИУК на множестве элементов избыточной структуры СМ.

Синтез самоорганизующейся математической модели ситуационного управления структурой и параметрами СМ критических объектов реализуется методом сведения многокритериальной оптимизационной задачи к единому функционалу с иерархичной агрегацией частных критериев (по принципу вложенности) в пределах выделенных групп с использованием дискретной свертки по нелинейной схеме компромиссов [10]:

$$Y(y_0) = \sum_{l=1}^b \gamma_{0l}(1 - y_{0l})^{-1} \rightarrow \min. \quad (17)$$

В (17) приняты обозначения:  $l=1..b$  – количество включенных в свертку частных критериев оптимальности;  $\gamma_{0l}$  – нормированный весовой коэффициент;  $y_{0l}$  – нормированный частный критерий оптимальности.

Нормировка текущих значений весовых коэффициентов  $\gamma_l$  и частных критериев оптимальности осуществляется отдельно для минимизируемых  $y_{0l}^{\min}$  и максимизируемых  $y_{0l}^{\max}$  в соответствии с выражениями:

$$\gamma_{0l} = \gamma_l \left[ \sum_{i=1}^b \gamma_i \right]^{-1},$$

$$y_{0l}^{\min} = y_l^{\min} \left[ \sum_{i=1}^N y_{li}^{\min} \right]^{-1}, \quad (18)$$

$$y_{0l}^{\max} = \left( y_l^{\max} \left[ \sum_{i=1}^N \frac{1}{y_{li}^{\max}} \right] \right)^{-1}.$$

Для вложенных сверток реализуется их иерархическая нормировка относительно наихудшего варианта компоновки значений, описывающих дискретное изменение частных критериев оптимальности, в соответствии с выражениями:

$$F_0 = \frac{F}{\max F}, \quad (19)$$

$$\max F = \sum_{l=1}^k \gamma_{10}(1 - [\max F_l - \Delta])^{-1},$$

где  $F$  обозначает интегральные для некоторого уровня иерархии принципа вложенных критериев агрегации;

$\Delta$  – коэффициент запаса, обеспечивающий устранения некорректных операций при нормировке.

Синтез самоорганізуючоїся математической модели ситуационного управления структурой и параметрами СМ критических объектов реализуется на уровне формирования ИУК в пределах известной избыточной структуры СМ. Данный процесс осуществляется в предположении наличия образа КС с требованиями к ИУК (формуляр КС [6]). Такая информация содержится в эволюционирующей базе данных СМ, изменение и дополнение которой осуществляется из опыта ее практической эксплуатации. При этом ситуационный синтез кластера реализуется по требованию максимального приближения, а не полного соответствия синтезируемой структуры ИУК к его образу-формуляру. Следовательно, формуляр КС является аттрактором для ИУК. В данном случае самоорганизация сложной системы (которая удовлетворяет всем требованиям для существования этого свойства [11]) выражается в динамичности процесса синтеза ИУК во времени, синхронизированным с процессом возникновения, модификации и развития КС. Таким образом, эволюция ИУК проявляется в изменении его структурно-параметрических свойств при изменении значений внутренних показателей, вызванных внешними и внутренними факторами, а также развитием потока КС. Синтез ИУК реализуется по множеству частных критериев (13) – (16) с дискретным способом их описания путем сведения многокритериальной задачи к единому функционалу по свертке (17). Нормировка включаемых в свертку критериев осуществляется по (18), (19). Варьируемым и оптимизируемым параметром, используемым далее в качестве аргументов критериальных дискретных функций (13) – (16), принимается количество  $i$ -х элементов подсистем базовых модулей ИУК –  $N$ . Указанный перечень частных критериев дополним ограничивающим требованием пропускной способности ИУК. Для кластера достаточно иметь возможность обработки одной конкретной КС, при этом обработку их потока обеспечивает процедура реконфигурации СМ для выделения конкретного кластера. То есть пропускная способность ИУК с требованием ее минимизации (но с обработкой не менее одной КС) обеспечивает максимизацию пропускной способности СМ в целом, что в принятых обозначениях (12) имеет вид

$$P_{Sp_{iIUK}}(N) = 1 - P_{Sp}(N)^{-1} \rightarrow \min. \quad (20)$$

С учетом изложенного получим интегрированный критерий для ИУК:

$$\begin{aligned} F_{ITS}(t, N_{KS}, N) &= \gamma_{i10}^{TS} \left( 1 - TS_{iTS0}(N_{KS}, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{TS} \left( 1 - TS_{iFN0}(N_{KS}, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{TS} \left( 1 - FN_{TS0}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{TS} \left( 1 - P_{OPi0}^{SNO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{TS} \left( 1 - IPO_{ITS0}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (21)$$

$$\begin{aligned} IPO_{ITS}(t, N) &= \gamma_{i10}^{TS} \left( 1 - SR_{iPF0}^{TS}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{TS} \left( 1 - SR_{iVS0}^{TS}(t, N) \right)^{-1} + \gamma_{i30}^{TS} \left( 1 - SR_{iKS0}^{TS}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{TS} \left( 1 - AR_{i0}^{TS}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \\ F_{iSNO}(t, N_{KS}, N) &= \gamma_{i10}^{SNO} \left( 1 - SNO_{iSNO0}(N_{KS}, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{SNO} \left( 1 - SNO_{iFN0}(N_{KS}, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{SNO} \left( 1 - FN_{SNO0}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{SNO} \left( 1 - P_{OPi0}^{SNO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{SNO} \left( 1 - IPO_{iSNO0}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} IPO_{iSNO}(t, N) &= \gamma_{i10}^{SNO} \left( 1 - SR_{iPF0}^{SNO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{SNO} \left( 1 - SR_{iVS0}^{SNO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{SNO} \left( 1 - SR_{iKS0}^{SNO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{SNO} \left( 1 - AR_{i0}^{SNO}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \\ F_{iSTO}(t, N_{KS}, N) &= \gamma_{i10}^{STO} \left( 1 - STO_{iSTO0}(N_{KS}, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{STO} \left( 1 - STO_{iFN0}(N_{KS}, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{STO} \left( 1 - FN_{STO0}(t, N) \right)^{-1} + \gamma_{i20}^{STO} \left( 1 - P_{OPi0}^{STO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{STO} \left( 1 - IPO_{iSTO0}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} IPO_{iSTO}(t, N) &= \gamma_{i10}^{STO} \left( 1 - SR_{iPF0}^{STO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{STO} \left( 1 - SR_{iVS0}^{STO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{STO} \left( 1 - SR_{iKS0}^{STO}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{STO} \left( 1 - AR_{i0}^{STO}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \\ F_{iSTK}(t, N_{KS}, N) &= \gamma_{i10}^{STK} \left( 1 - STK_{iSTK0}(N_{KS}, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{STK} \left( 1 - STK_{iFN0}(N_{KS}, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{STK} \left( 1 - FN_{STK0}(t, N) \right)^{-1} + \gamma_{i20}^{STK} \left( 1 - P_{OPi0}^{STK}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{STK} \left( 1 - IPO_{iSTK0}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (24)$$

$$\begin{aligned} IPO_{iSTK}(t, N) &= \gamma_{i10}^{STK} \left( 1 - SR_{iPF0}^{STK}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^{STK} \left( 1 - SR_{iVS0}^{STK}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{STK} \left( 1 - SR_{iKS0}^{STK}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i30}^{STK} \left( 1 - AR_{i0}^{STK}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \\ P_{iN}(t, N) &= \gamma_{i10}^P \left( 1 - P_{TS, SNO0}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i20}^P \left( 1 - P_{TS, STO0}(t, N) \right)^{-1} + \gamma_{i30}^P \left( 1 - P_{TS, STK0}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i40}^P \left( 1 - P_{SNQ, STO0}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i50}^P \left( 1 - P_{SNQ, STK0}(t, N) \right)^{-1} + \\ &+ \gamma_{i60}^P \left( 1 - P_{STQ, STK0}(t, N) \right)^{-1} \rightarrow \min, \end{aligned} \quad (25)$$



$$\begin{aligned} \Omega_{iBM}(t, N_{KS}, N) = & \gamma_{10}(1 - F_{iTS0}(t, N_{KS}, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{20}(1 - F_{iSNO0}(t, N_{KS}, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{30}(1 - F_{iSTO0}(t, N_{KS}, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{40}(1 - F_{iSTK0}(t, N_{KS}, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{50}(1 - P_{iN0}(t, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{60}(1 - PSp_{iIUK0}(N))^{-1} \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (26)$$

В сформированной таким образом модели синтеза ИУК (26) учтены: характеристики, возможности и свойства базового модуля избыточной структуры кластера; подготовленность и динамика изменения состояния эргатической составляющей – оперативного состава СМ; изменения внешних и внутренних условий функционирования СМ; процессы возникновения, модификации и развития КС. Формуляр (образ) КС формируется аналогично модели (26):

$$\begin{aligned} \Omega_{iBSi}^{KS}(t, N_{KS}, N) = & \gamma_{10}(1 - F_{iTS0}^{KS}(t, N_{KS}, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{20}(1 - F_{iSNO0}^{KS}(t, N_{KS}, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{30}(1 - F_{iSTO0}^{KS}(t, N_{KS}, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{40}(1 - F_{iSTK0}^{KS}(t, N_{KS}, N))^{-1} + \\ & + \gamma_{50}(1 - P_{iN0}^{KS}(t, N))^{-1} + \gamma_{60}(1 - PSp_{iIUK0}^{KS}(N))^{-1} \rightarrow \min. \end{aligned} \quad (27)$$

Решение о выборе элементов для синтеза ИУК осуществляется для  $N$ , при котором выполняется условие

$$\frac{\Omega_{iBM}(t, N_{KS}, N)}{\Omega_{iBSi}^{KS}(t, N_{KS}, N)} \rightarrow \min. \quad (28)$$

Самоорганизация математической модели (26) ситуационного структурно-параметрического синтеза ИУК проявляется во времени и заключается в последовательном приближении структуры кластера к аттрактору (27) с развитием конкретной КС и реализацией процесса обработки в СМ потока кризисных ситуаций. Формирование ИУК по модели (26) предполагает многокритериальный выбор базового модуля СМ со свойствами, наиболее близкими к аттрактору системы – образу. Учет каких-либо изменений в свойствах, характеристиках или загруженности отдельных элементов конкретного кластера учитывается в изменении значений показателей, характеризующих критериальные требования к синтезу, вплоть до замены конкретных значений наихудшим вариантом их реализации. Процесс реконфигурации СМ для синтеза ИУК по модели (26) следует проводить для каждого момента возникновения новой КС, но с учетом приоритета их обработки, степени напряженности ситуации, а также режима функционирования ИУК и СМ в целом.

*Многокритериальное оценивание эффективности ситуационного синтеза самоорганизующейся структуры СМ критических объектов реализуется по обобщенным*

критериальным требованиям, входящим в модель (26) и ее сопоставлению с требованиями формуляра текущей КС (27). Ранее отмечалось, что строгого равенства между свойствами формируемого ИУК и требованиями формуляра КС не будет, что обусловлено воздействием внешних и внутренних факторов, а также уникальностью изменяющихся со временем свойств кризисной ситуации. Поэтому оценивание эффективности будем производить с контролем приближения динамически изменяющейся интегральной оценки самоорганизующейся системы к аттрактору – образу КС. Реализовать это предлагается в виде круговой диаграммы эволюции ИУК в пределах избыточной структуры СМ. Координатной привязкой диаграммы будут показатели:

$$\begin{aligned} & F_{iTS0}(t, N_{KS}, N) \text{ и } F_{iTS0}^{KS}(t, N_{KS}, N), \\ & F_{iSNO0}(t, N_{KS}, N) \text{ и } F_{iSNO0}^{KS}(t, N_{KS}, N), \\ & F_{iSTO0}(t, N_{KS}, N) \text{ и } F_{iSTO0}^{KS}(t, N_{KS}, N), \\ & F_{iSTK0}(t, N_{KS}, N) \text{ и } F_{iSTK0}^{KS}(t, N_{KS}, N), \\ & P_{iN0}(t, N) \text{ и } P_{iN0}^{KS}(t, N), PSp_{iIUK0}(N) \text{ и } \\ & PSp_{iIUK0}^{KS}(N). \end{aligned} \quad (29)$$

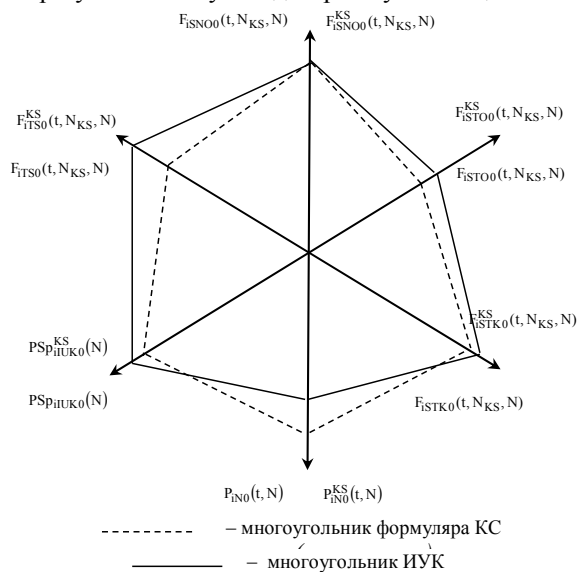
Показателем эффективности синтеза ИУК принимается абсолютное значение разность площадей фигур, ограничиваемых координатами обобщенных показателей ИУК и формуляра КС (29), который определяется в соответствии с выражением:

$$\Delta_i(t, N_{KS}, N) = \left| \begin{array}{c} S_{iUKi}(t, N_{KS}, N) \\ - S_{KS_i}(t, N_{KS}, N) \end{array} \right|,$$

$$S_{iUKi}(t, N_{KS}, N) = \frac{\sqrt{3}}{4} \left( \begin{array}{l} PSp_{iIUK0}(N)F_{iTS0}(t, N_{KS}, N) + \\ + F_{iTS0}(t, N_{KS}, N) * \\ * F_{iSNO0}(t, N_{KS}, N) + \\ + F_{iSNO0}(t, N_{KS}, N) * \\ * F_{iSTO0}(t, N_{KS}, N) + \\ + F_{iSTO0}(t, N_{KS}, N) * \\ * F_{iSTK0}(t, N_{KS}, N) + \\ + F_{iSTK0}(t, N_{KS}, N) * \\ * P_{iN0}(t, N) + \\ + P_{iN0}(t, N)PSp_{iIUK0}(N) \end{array} \right), \quad (30)$$

$$S_{KS_i}(t, N_{KS}, N) = \frac{\sqrt{3}}{4} \left( \begin{array}{l} P_{iN0}^{KS}(t, N)F_{iTS0}^{KS}(t, N_{KS}, N) + \\ + F_{iTS0}^{KS}(t, N_{KS}, N) * \\ * F_{iSNO0}^{KS}(t, N_{KS}, N) + \\ + F_{iSNO0}^{KS}(t, N_{KS}, N) * \\ * F_{iSTO0}^{KS}(t, N_{KS}, N) + \\ + F_{iSTO0}^{KS}(t, N_{KS}, N) * \\ * F_{iSTK0}^{KS}(t, N_{KS}, N) + \\ + F_{iSTK0}^{KS}(t, N_{KS}, N) * \\ * P_{iN0}^{KS}(t, N) + \\ + PSp_{iIUK0}^{KS}(N)P_{iN0}^{KS}(t, N) \end{array} \right).$$

В результате получим диаграмму эволюции



ИУК в виде рис.1 а.

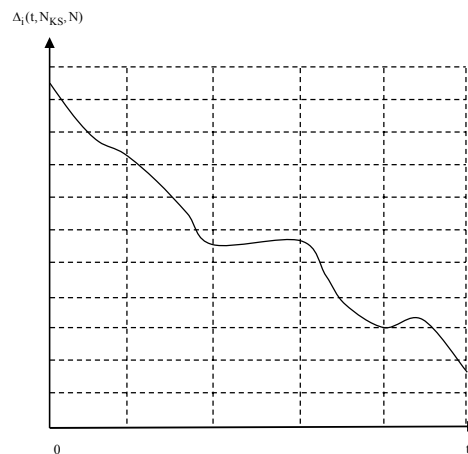


Рис. 1. Фазовое пространство и фазовая траектория ИУК

Эффективность ситуационного синтеза ИУК тем выше, чем меньше величина  $\Delta_i(t, N_{KS}, N)$ . Числовое значение показателя эффективности возможно интерпретировать в лингвистическую характеристику согласно фундаментальной шкалы соответствия, например, вида, указанного в [12]. В терминах синергетики диаграмма эволюции ИУК образует фазовое пространство синтезируемого кластера, а изменение конфигурации многоугольника ИУК относительно многоугольника формуляра КС (многоугольник аттрактора) представляет собой фазовый портрет ИУК. В то же время изменяющийся во времени параметр  $\Delta_i(t, N_{KS}, N)$  отражает эволюцию ИУК в самоорганизации и приближение к аттрактору (формуляру КС), что представляет собой фазовую траекторию кластера (см. рис.1 б). Изменения фазовой траектории характеризуют реконфигурацию ИУК в дискретные моменты времени соответственно режимам и потоку КС. Таким образом, введенная обобщающая оценка эффективности ситуационного синтеза структуры СМ критических объектов на уровне ИУК по параметру  $\Delta_i(t, N_{KS}, N)$  позволяет оценивать как статические, так и динамические свойства синтезируемого кластера в терминах теории сложных систем, используемых для реализации анализа и синтеза, методов многокритериального анализа и синергетических подходов.

### Выводы и перспективы дальнейших исследований

Для реализации процесса структурно-параметрического синтеза систем мониторинга как сложной распределенной эргатической информационно-управляющей системы предложен перечень показателей и критериев эффективности. Сформированный перечень учитывает и обеспечивает ситуационный синтез СМ

критических объектов на уровне ИУК, а также оценивание эффективности этого процесса. Это свидетельствует о достаточной полноте учета факторов, характеризующих систему мониторинга в статическом и динамическом режимах по техническим характеристикам программно-аппаратных элементов и подсистем их функциональности, свойств эргатической компоненты, требования функциональной надежности, эргономичности, пропускной способности и группы экономических показателей.

Предложенная математическая модель ситуационного структурно-параметрического синтеза СМ на уровне ИУК имеет свойство самоорганизации, которое проявляется во времени и заключается в последовательном приближении структуры кластера к аттрактору с развитием конкретной КС и обработке их потока. Формирование ИУК предполагает многокритериальный выбор элементов и подсистем из избыточной структуры СМ со свойствами, наиболее близкими к аттрактору системы – образу КС. Изменения в свойствах, характеристиках и загруженность отдельных элементов кластеров учитывается в изменении значений показателей, характеризующих критериальные требования к синтезу, вплоть до замены конкретных значений наихудшим вариантом их реализации. Процесс реконфигурации СМ для синтеза ИУК следует проводить для каждого момента возникновения новой КС, но с учетом приоритета их обработки, степени напряженности ситуации, а также режима функционирования СМ в целом.

Оценивание эффективности ситуационного синтеза структуры СМ критических объектов предложено реализовать по обобщенным критериальным требованиям, входящим в модель (26) и ее сопоставление с требованиями формуляра текущей КС (27). Графическое отображение

процесса оцінювання реалізується в формі кругової діаграми еволюції ІУК, а обобщеним показателем ефективності синтезу ІУК приймається абсолютне значення різниці площей фігур, обмежуваних координатами обобщених показателів ІУК і формуляра КС. Діаграма еволюції ІУК образує фазове простір синтезованого кластера, а змінення її конфігурації представляє собою фазовий портрет кластера. Змінюючийся во часі обобщений показателі ефективності

отражає еволюцію ІУК в самоорганізації і наближення до аттрактору в формі фазової траєкторії кластера. Таким образом, обобщаюча оцінка ефективності ситуаційного синтезу структури ІУК дозволяє оцінювати як статичні, так і динамічні властивості синтезованого кластера в термінах теорії складних систем, використовуваних для реалізації аналізу і синтезу, методів многокритеріального аналізу і синергетических підходів.

### Література

1. **Моніторинг** об'єктів в умовах апріорної невизначеності джерел інформації. Теорія та практика : Монографія / Ю. Я. Бобало, Ю. Г. Даник, Л. О. Комарова та ін. – Львів : Коло, 2014. – 235 с.  
2. **Морозов А. О.** Ситуаційні центри. Теорія і практика : Збірник статей / А. О. Морозов, Г. Є. Кузьменко, В. А. Литвинов. – К. : Вид-во СП “Інтертехнодрук”, 2009. – 346 с.  
3. **Даник Ю. Г.** Ситуативний синтез автоматизованої системи збору і обробки інформації / Ю. Г. Даник, А. А. Писарчук, С. В. Тимчук // Кибернетика і вычислительная техника. – 2015. – Вып. 181. – С. 23–34.  
4. **Даник Ю. Г.** Математичне забезпечення автоматизованої системи збору та обробки інформації від технічних засобів моніторингу / Ю. Г. Даник, О. О. Писарчук, С. В. Тимчук // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2015. – № 2 (27). – С. 44–53.  
5. **Писарчук О. О.** Методика багатокритеріального оцінювання ефективності процесів функціонування та використання складних інформаційних систем / О. О. Писарчук // Защита информации : сб. науч. трудов НАУ. – 2009. – Вып. 16. – С. 284–289.  
6. **Даник Ю. Г.** Методика структурно-параметрического синтеза

сложной эргатической распределенной информационно-управляющей системы реагирования на конфликтные ситуации / Ю. Г. Даник, А. А. Писарчук // Проблемы управления и информатики. – 2014. – № 2. – С. 80–101.  
7. **Барабаш О. В.** Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем / О. В. Барабаш. – К. : Вид-во НАОУ, 2004. – 226 с.  
8. **Інженерна психологія** / Г. К. Середа, С. П. Бочарова, Г. В. Репкіна, Б. А. Смирнова. – К. : Вища школа, 1976. – 308 с.  
9. **Горго Ю. П.** Психологія (прикладні аспекти) / Ю. П. Горго. – К. : Вид-во МАУП, 1999. – 123 с.  
10. **Сложные** технические и эргатические системы: метод использования / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиятдинов, А. В. Харченко, В. В. Осташевский – Х. : Факт, 1997. – 240 с.  
11. **Ивахненко А. Г.** Принятие решений на основе самоорганизации / А. Г. Ивахненко, Ю. П. Зайченко, В. Д. Дмитриев. – М. : Сов. радио, 1979. – 280 с.  
12. **Писарчук О. О.** Нелінійне та багатокритеріальне моделювання процесів у системах керування рухом : Монографія / О. О. Писарчук, В. П. Харченко – К. : Ін-т обдарованої дитини, 2015. – 248 с.

## БАГАТОКРИТЕРІЙНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИТУАЦІЙНОГО СИНТЕЗУ САМООРГАНІЗОВАНОЇ СТРУКТУРИ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ КРИТИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

*Юрій Григорович Даник (д-р техн. наук, професор)  
Олексій Олександрович Писарчук (д-р техн. наук, професор)  
Сергій Віталійович Тимчук  
Олександр Васильович Лагодний*

*Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова, Житомир, Україна*

У статті запропоновано підхід до реалізації багатокритеріального оцінювання ефективності процесу ситуаційного синтезу самоорганізованої структури систем моніторингу критичних об'єктів. Оцінювання ефективності реалізується за сукупністю декількох категорій частинних критеріїв оптимальності, які характеризують всі елементи системи моніторингу, оперативний склад, зовнішні фактори і вимоги до функціональної надійності. Запропонований підхід дозволяє сформулювати фазовий простір і фазовий портрет самоорганізації структури системи моніторингу. Використовується комплексне рішення етапів до багатокритеріального оцінювання ефективності ситуаційного синтезу самоорганізованої структури, яке ґрунтується на: формуванні груп частинних показників і критеріїв оптимізації структури і параметрів системи моніторингу; синтезі самоорганізованої математичної моделі ситуаційного управління структурою і параметрами системи критичних об'єктів. Узагальнена оцінка ефективності ситуаційного синтезу структури інформаційно-керуючих кластерів дає можливість аналізувати як статистичні, так і динамічні властивості синтезованого кластера в термінах теорії складних систем, які використовуються для реалізації аналізу і синтезу, методів багатокритеріального аналізу і синергетических підходів.

**Ключові слова:** моніторинг; самоорганізація; багатокритеріальний; оцінювання; система; синергетика.

## MULTICRITERIA EVALUATION OF THE SITUATIONAL SYNTHESIS EFFECTIVENESS OF THE SELF-ORGANIZING STRUCTURE OF THE CRITICAL FACILITIES MONITORING SYSTEMS

*Yurii H. Danyk (Doctor of Technical Sciences, Professor)*

*Oleksii O. Pysarchuk (Doctor of Technical Sciences, Professor)*

*Serhii V. Tymchuk*

*Oleksandr V. Lahodnyi*

*Zhytomyr Military Institute named after S. P. Koroljov, Zhytomyr, Ukraine*

The article proposed approach to implementing multi situational assessment of the efficiency of the synthesis of self-organized structure of monitoring critical facilities. Measuring performance is realized by the combination of several categories of partial optimality criteria that characterize all the elements of the monitoring system, operational staff, external factors and requirements for functional reliability. The approach allows to form the phase space and phase structure of self-portrait of the monitoring system. Used stages complete solution for evaluating the effectiveness of multi situational synthesis of self-organized structure that is based on: the formation of groups of partial indicators and criteria structure optimization and parameter monitoring system; synthesis of self-organized mathematical model of situational management structure and system parameters critical facilities. Summarized evaluation of the effectiveness of situational structure synthesis information management clusters makes it possible to assess the statistical and dynamical properties of synthesizing a termite cluster theory of complex systems that are used to implement analysis and synthesis techniques of multi analysis and synergetic approach.

**Keywords:** monitoring; self-organizing; multi effectiveness; evaluation; system; synergetic.

### References

- 1. Bobalo Yu.Ya., Danyk Yu.G., Komarova L.O.** and other (2014), Monitoring of objects in conditions of a priori uncertainty sources. Theory and Practice : Monograph. [Monitorynh ob'ektiv v umovakh apriornoj nevyznachenosti dzherel informatsii. Teoriia ta praktyka: Monohrafiia], Kolo, Lviv, 235 p.
- 2. Morozov A.O., Kuzmenko G.Ye., Lytvynov V. A.** (2009), The situational centres. The theory and practice: the collection of articles. [Sytuatsiyni tsenry. Teoriya i praktyka : zbirnyk statey], Vydavnytvo SP "Inter tehnodruk", Kyiv, 223 p.
- 3. Danyk Yu.G., Pysarchuk A.A., Tymchuk S.V.** (2015), Situational synthesis automated system for collecting and processing information. [Situativnyiyy sintez avtomatizirovannoy systemy sbora i obrabotki informatsii], Kibernetika i vyichislitel'naya tekhnika, Vyip. 181, pp. 23–34.
- 4. Danyk Yu. G., Pysarchuk O.O., Tymchuk S.V.** (2015), Software of the automated system for the collection and processing of technical means of monitoring. [Matematychnе zabezpechennia avtomatyzovanoi systemy zboru ta obrobky informatsii vid tekhnichnykh zasobiv monitorynhu], Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony No. 2 (27), pp. 44–53.
- 5. Pysarchuk O.O.** (2009), Methods multi assess the effectiveness of the functioning and use complex information systems. [Metodyka bahatokryterialnoi otsinky efektyvnosti protsesiv funktsionuvannia ta vykorystannia skladnykh informatsiinykh system], Zashchyta ynfomatsyy, sb. nauch. trudov NAU, No. 16, pp. 284–289.
- 6. Danyk Yu.G., Pysarchuk A.A.** (2014) Methods of structural and parametric synthesis of complex ergatic distributed information management system for responding to conflict situations. [Metodika strukturno-parametricheskogo sinteza slozhnoy ergaticheskoy raspredelennoy informatsionno-upravlyayushey systemy reagirovaniya na konfliktnyie situatsii], Problemy upravleniya i informatiki, No. 2, pp. 80–101.
- 7. Barabash O.V.** (2004) Construction of functional stability of distributed information systems. [Postroenie funktsionalno ustoychivyyh raspredelennyih informatsionnyih system], Vyd-vo NAOU, Kiev, 226 p.
- 8. Sereda G.K., Bocharova S.P., Repkina G.V., Smirnova B.A.** (1976) Engineering psychology. [Inzhenernaya psihologiya], Vischa shkola, Kiev, 308 p.
- 9. Horho Yu.P.** (1999) Psychophysiology (applied aspects). [Psikhofiziolohiia (prykladni aspekty)], Vyd-vo MAUP, Kiev, 123 p.
- 10. Voronin A.N., Ziatdinov Yu.K., Harchenko A. V., Ostashevskiy V. V.** (1997) Complicated technical systems and ergatic : use method. [Slozhnyie tehnikeskie i ergaticheskie systemy: metod ispolzovaniya], Fakt, H., 240 p.
- 11. Ivahnenko A.G., Zaychenko Yu.P., Dmitriev V.D.** (1979) The adoption of decisions on the basis of self-organization. [Prinyatie resheniy na osnove samoorganizatsii], Sov. radio, M., 280 p.
- 12. Pysarchuk O.O., Kharchenko V.P.** (2015) Nonlinear Modeling and multi processes in motion control systems : Monograph [Neliniine ta bahatokryterialne modeliuвання protsesiv u systemakh keruvannia rukhom: (Monohrafiia)], In-t obdarovanoi dytyny, Kiev, 248 p.

Отримано: 11.03.2016 року.

## КОНЦЕПТУАЛЬНІ ПІДХОДИ ДО ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ СЕНСОРІВ В ОБЛАСТІ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ

В статті розглядаються концептуальні підходи щодо розроблення технології екологічного моніторингу з використанням інтелектуальної сенсорної техніки. Розглядається задача оптимального розміщення сенсорів в області моніторингу. Сформульовано математичну постановку задачі пошуку оптимального розміщення сенсорів для повного покриття області моніторингу. Для вирішення даної задачі визначені основні евристичні підходи (блокова, гексагональна та квадратна евристика покриття) та обґрунтована можливість їх застосування для даної задачі.

Результати експериментів показали наступне: блоковий алгоритм у порівнянні з гексагональним поводить гірше на задачах з малим заповненням області перешкодами. Це пов'язано з тим, що блоковий алгоритм вирішує задачу покриття квадратами. На сильно заповнених областях гексагональний алгоритм поводить гірше блочного через тенденцію "скупчення" кіл; усі запропоновані алгоритми можуть застосовуватися при вирішенні завдання, вибір конкретного алгоритму диктується конкретними вимогами до задачі.

**Ключові слова:** технологія; моніторинг; сенсор; мережа; евристика.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Практично вся територія в зоні проведення антитерористичної операції на південному сході України насичена техногенно-небезпечними об'єктами та є зоною критичного ризику з точки зору виникнення надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру. Отже актуальним питанням є розробка нових інформаційно-телекомунікаційних (ІТ) технологій, що дозволять дистанційно та оперативно здійснювати екологічний моніторинг заданого регіону, оцінювати ризики виникнення надзвичайних ситуацій, в тому числі й воєнно-техногенного походження. Це стає можливим за рахунок розробки нової інтелектуальної сенсорної техніки (ІСТ) та методів організації безпроводових сенсорних мереж (БСМ) для збору і передачі інформації в аналітичні центри Збройних Сил та ДСНС України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вітчизняними авторами в останніх роботах було започатковано методологію створення сенсорної телекомунікаційної системи оперативного моніторингу в зоні надзвичайних ситуацій із використанням безпілотних літальних апаратів (БПЛА) [1, 2]. У той же час, недостатня увага приділяється питанням оптимального розміщення сенсорів у зоні спостереження.

**Формулювання мети статті.** Метою статті є розгляд технології екологічного моніторингу (ЕМ), а також вирішення задачі оптимального розміщення сенсорів в зоні спостереження.

### Виклад основного матеріалу

Технологія ЕМ та оцінки ризиків у зоні спостереження районів із застосуванням ІСТ являє собою сукупність технічних рішень побудови

БСМ (наприклад, стандарту ZigBee) з використанням моніторингово-сигнальних датчиків, БПЛА і геоінформаційних технологій.

Технологічний продукт дозволяє вирішувати такі важливі проблеми, як дистанційний 3D моніторинг зони спостереження, оцінка ризиків впливу на здоров'я людей, які проживають у зоні спостереження, забезпечення ІТ-послуг в районах із зруйнованою або відсутньою інфраструктурою.

Ідея технологічного продукту полягає в інтеграції сучасної ІСТ (датчики моніторингу радіації, хімічних забруднень і параметрів навколишнього середовища, безпілотні літальні апарати), з сучасними ІТ-технологіями (безпроводові сенсорні мережі, геоінформаційні системи тощо). Моніторингові датчики повітряного, наземного і водного базування через мережу радіозв'язку забезпечують оперативний дистанційний моніторинг зони спостереження, а геоінформаційні технології забезпечують візуалізацію і 3D географічну прив'язку отриманої інформації до конкретного операційного району.

Однією з головних задач під час організації БСМ для дистанційного збору інформації є задача пошуку оптимальної топології мережі, яка поділяється на дві часткові задачі – пошук оптимального розміщення сенсорів для повного покриття області ЕМ району та пошук оптимального розміщення множини ретрансляторів для організації зв'язаної мережі із заданими характеристиками передачі інформації (пропускна здатність, затримка тощо).

Розглянемо задачу оптимального розміщення сенсорів в області ЕМ районів. Зона моніторингу сенсора (дальність детектування) зазвичай представляється у вигляді кола радіусу  $r$  з центром в місці розташування сенсора. Тоді задачу можна

сформулювати наступним чином: необхідно розмістити мінімальну кількість сенсорів, що забезпечують моніторинг (покриття) всієї області. Зазвичай зона моніторингу має довільну форму, яку можна легко апроксимувати багатозв'язним ортогональним багатокутником. Задача покриття багатокутника зводиться до більш простої проблеми покриття прямокутної області з перешкодами (ОП) (рис. 1).

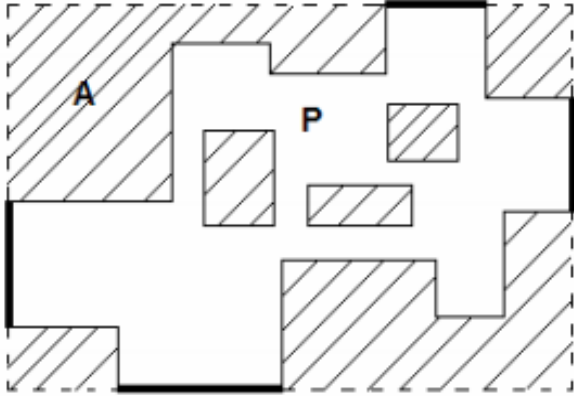


Рис. 1. Зона моніторингу району у вигляді багатокутника

Вихідний багатокутник позначимо через P, обмежену прямокутником область – A. Доповнення A∖P будемо трактувати як безліч фіктивних перешкод. Далі будемо працювати з ОП. Задані і фіктивні перешкоди заштриховані.

На площині введемо систему координат (OX, OY) таким чином, щоб осі координат збігалися з нижньою і лівою сторонами покриття прямокутної області A. Вихідна інформація задачі може бути представлена наступним набором даних: W, L, Z, r, де W і L – ширина і довжина прямокутника, що покривається; Z – перешкоди, що задані множиною прямокутників  $Z = \{Z_1, Z_2, \dots, Z_m\}$ , де m – кількість прямокутників перешкод. Сторони прямокутників з Z паралельні осям координат.

$Z_i = \{Z_x^i, Z_y^i, Z_l^i, Z_w^i\}$  – прямокутник, що моделює перешкоду, де  $i = \overline{1, m}$ ,  $(Z_x^i, Z_y^i)$  – координати нижнього лівого кута прямокутника  $Z_i$ ;  $(Z_l^i, Z_w^i)$  – довжина і ширина прямокутника  $Z_i$ . Багатокутник A∖Z потрібно покрити мінімальною кількістю N рівних кіл радіусу r.

Розв'язок задачі може бути представлений у вигляді набору даних:  $R = \{N, X, Y\}$ , де N – кількість кіл, що покривають, у розв'язку;  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ,  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$  – вектори координат центрів кіл. Розв'язок R є допустимим покриттям, якщо виконуються наступні умови Ω:

1) Кола знаходяться всередині прямокутника A:  $x_j \geq 0$ ;  $y_j \geq 0$ ;  $x_j \leq L$ ;  $y_j \leq W$ ;  $\forall j = \overline{1, N}$ .

2) Центри кіл не лежать всередині перешкод: виконується хоча б одна з нерівностей:

$$(x_j - z_x^i)(x_j - z_x^i - z_l^i) \geq 0 \quad \text{або} \quad (y_j - z_y^i)(y_j - z_y^i - z_w^i) \geq 0,$$

$$\forall i = \overline{1, m}, j = \overline{1, N}.$$

3) Покрита вся область A∖Z: якщо  $(p_x, p_y)$  – довільна точка на області A∖Z, тоді  $\exists j: (p_x - x_j)^2 + (p_y - y_j)^2 \leq r^2$ .

Допустимий розв'язок R є оптимальним, якщо число N кіл покриття мінімальне, тобто  $R_{opt} = \arg \min_{X, Y \in \Omega} N$ .

Приклад покриття наведено на рис. 2.

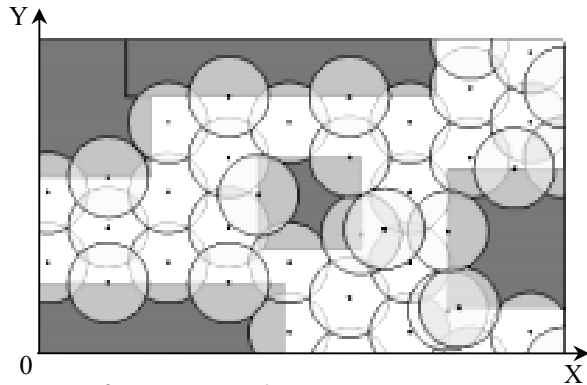


Рис. 2. Покриття багатокутника кругами

Перешкоди зображені темним кольором.

Розв'язком подібних задач займалися такі вчені як С. Н. Астраков, А. И. Ерзин В. Ю. Кузнецов [3–4]. Узагальнюючи їх досвід можна виділити наступні основи евристичні підходи: блокова, гексагональна (псевдогексагональна) евристика покриття, еволюційна метаевристика тощо. Розглянемо їх детальніше.

Блокова евристика покриття (block cover, BC) представляє модифікацію блокової упаковки. Її суть заснована на тому, що в задачах упаковки деталі не перетинаються і в підсумковій упаковці можуть залишатися порожнечі; в задачах покриття деталі можуть перетинатися і пустот в підсумковому рішенні немає.

Нехай є схема часткового покриття, що містить перешкоди і вже розміщені квадрати. Через вертикальні сторони фігур проводяться прямі. Таким чином, область розбивається на вертикальні блоки. Приклад блок-структури розміщення об'єктів на прямокутній ділянці ширини W=245 і довжини L=451 наведено на рис. 3.

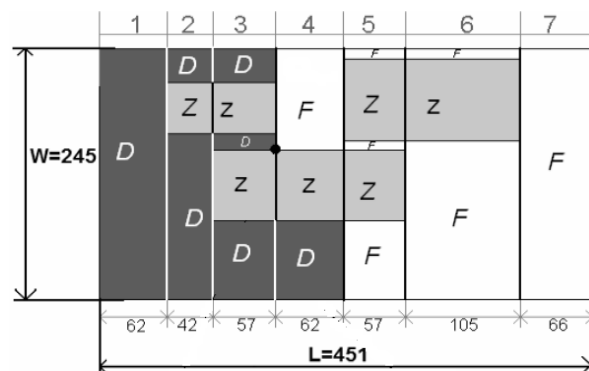


Рис. 3. Блок-структура покриття

Блок-структура являє собою послідовність блоків, в яких можуть зберігатися елементи трьох типів: Z – заборонені ділянки, F – вільні ділянки, D – покриті об'єкти. При вирішенні задачі покриття вільні області блок-структури заповнюються послідовно зліва направо і знизу вверх квадратами, вписаними в круги радіусу r.

Під час розміщення чергового квадрата може виникнути ситуація, коли його центр потрапляє в середину перешкоди. Отже центр кола в задачі покриття колами МП також потрапить всередину перешкоди. У цьому випадку квадрат потрібно пересунути, щоб його центр потрапив на межу забороненої ділянки. На рис. 4 цифрами 1–5 показані можливі переміщення квадрата.

Переміщення центру квадрата здійснюється по будь-якій з допустимих траєкторій, але доцільно здійснювати зсув на можливо меншу відстань. У такому випадку положення центру буде ближче до розрахункового, що знижує щільність покриття. Тому у прикладі, наведеному на рисунку, квадрат буде пересунутий по траєкторії 3. По закінченні процесу покриття, квадрати замінюються колами.

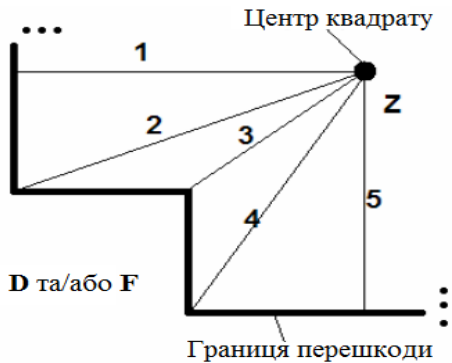


Рис. 4. Обхід забороненої ділянки

Методологія замощення використовується в різних формах решітки. Розглянемо варіанти гексагонального покриття (Hexagonal cover, HC) та квадратного покриття (Square cover, SC).

Алгоритм покриття передбачає виконання наступних кроків:

Крок 1. Виконується гексагональне (квадратне) покриття області A в припущенні, що немає перешкод.

Крок 2. Перешкоди відновлюються; кола з центрами всередині них оголошуються забороненими і видаляються.

Крок 3. Виконується пошук і покриття порожніх ділянок, що виникли після видалення заборонених кіл.

Визначення порожніх ділянок можливо шляхом більш дрібнішого замощення. Точки, що потрапили у порожнину покриваються колом, центр якого розміщується в центрі тяжіння точок.

Запропоновані алгоритми (BC, HC, SC) являються однопрохідними. Наступний етап підвищення ефективності покриття можливий при використанні багатопрохідних метаевристик.

### Література

1. Lysenko O.I., Valuisky S.V. Capacity increasing of

Результати обчислювального експерименту застосування алгоритмів покриття BC, HC та SC наведено на рис. 5.

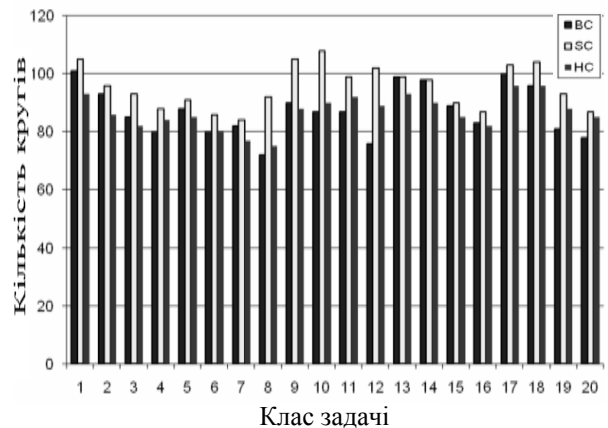


Рис. 5. Порівняння евристик SC, BC та HC

Вони дають змогу зробити наступні висновки:

1. Блоковий алгоритм в порівнянні з гексагональним поводить гірше на задачах з малим заповненням області перешкодами. Це пов'язано з тим, що блоковий алгоритм вирішує задачу покриття квадратами. На сильно заповнених областях гексагональний алгоритм поводить гірше блочного через тенденцію "скупчення" кіл.

2. На всіх класах завдань SC гірше ніж BC і HC.

3. Чим більше заповнена область A перешкодами, тим ближче результати SC до HC і BC.

Таким чином, усі запропоновані алгоритми можуть застосовуватися при вирішенні задачі оптимального розміщення сенсорів в області EM, вибір конкретного алгоритму диктується конкретними вимогами до задачі. Отримане рішення  $R_{opt}$  є вихідними даними для алгоритмів розміщення ретрансляторів.

### Висновки

Розроблено нову технологію екологічного моніторингу в зоні спостереження із використанням інтелектуальної сенсорної техніки. Сформульовано математичну постановку задачі пошуку оптимального розміщення сенсорів для повного покриття області моніторингу. Розглянуті основні евристичні підходи покриття та можливість їх застосування для даної задачі. Результати обчислювального експерименту застосування алгоритмів покриття BC, HC та SC свідчать, що всі запропоновані алгоритми можуть застосовуватися при вирішенні задачі оптимального розміщення сенсорів в області моніторингу, а вибір конкретного алгоритму диктується конкретними вимогами до задачі. Отримані рішення задачі  $R_{opt}$  можуть застосовуватись у якості вихідних даних для алгоритмів розміщення ретрансляторів безпроводових сенсорних мереж ZigBee, і, таким чином, дозволять планувати топологію моніторингової мережі в зоні спостереження.

Sciences, 2012. – vol. 3. – № 1. – pp. 5–11.  
2. Лисенко О. І., Чумаченко С. М., Кірчу П. І., Валуйський С. В. Сенсорна телекомунікаційна система оперативного моніторингу в зоні надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Проблеми телекомунікацій: 7-а Міжнар. наук.-техн. конф., 16-19 квіт. 2013 р. : матеріали конф. – К., 2013. – С. 37–39.  
3. Астраков С. Н., Ерзин А. И., Залобовский В. В. Сенсорные сети и покрытие плоскими кругами.

Дискретный анализ и исследование операций. – Новосибирск. – 2009. –Т. 16, № 3. – С. 3–19.  
4. Кузнецов В. Ю. Методы покрытия многосвязных ортогональных многоугольников для задач оптимального размещения сенсоров в области мониторинга : автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: спец. 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ”. – Уфа, 2009. – 17 с.

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ СЕНСОРОВ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Сергей Леонидович Данилюк (канд. техн. наук, с.н.с.)

Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

В статье рассматриваются концептуальные подходы к разработке технологии экологического мониторинга с использованием интеллектуальной сенсорной техники. Рассматривается задача оптимального размещения сенсоров в области мониторинга. Сформулирована математическая постановка задачи поиска оптимального размещения сенсоров для полного покрытия области мониторинга. Для решения данной задачи определены основные эвристические подходы (блочная, гексагональная и квадратная эвристика покрытия), обоснована возможность их применения для данной задачи.

Результаты экспериментов показали следующее: блочный алгоритм в сравнении с гексагональным ведет себя хуже на задачах с малым заполнением области помехами. Это связано с тем, что блочный алгоритм решает задачу покрытия квадратами. На сильно заполненных областях гексагональный алгоритм ведет себя хуже блочного из-за тенденции "скопления" кругов; все предложенные алгоритмы могут применяться при решении задачи, выбор конкретного алгоритма диктуется конкретными требованиями к задаче.

**Ключевые слова:** технология; мониторинг; сенсор; сеть; эвристика.

## ADAPTIVE ECOLOGICAL MONITORING: CONCEPTUAL APPROACHES

Serhii L. Danyliuk (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)

Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

In the article the conceptual approaches to working out of the methods of ecological monitoring with use of intellectual touch techniques are considered. The task of optimum disposing of sensor controls in the field of monitoring is observed. The mathematical formulation of search of optimum disposing of sensor controls for a full covering of area of monitoring is formulated. For the solution of the given problem the basic heuristic approaches (block, hexagonal and square heuristics of a covering) are defined, and the possibility of their application for the given problem is proved.

The results of experiments have shown the following: the block algorithm in comparison with the hexagonal is worse because of problems with small filling of an area with handicaps. It is connected by that the block algorithm solves a problem coverings squares. On very filled areas the hexagonal algorithm shows worse block because of a trend of "accumulation" of circles; all offered algorithms can be applied at the problem solution, sampling of a concrete algorithm is dictated by concrete demands to a problem.

**Keywords:** technology; monitoring; sensor; network; heuristics.

## References

1. Lysenko O.I., Valuisky S.V. (2012), Capacity increasing of sensor telecommunication networks. Telecommunication Sciences, vol. 3, № 1, pp. 5–11. 2. Lysenko O.I., Tchumatchenko S.M., Kirchu P.I., Valuisky S.V. (2013), The touch telecommunication system operational monitoring in the area of emergency situations of technogenic character. [Sensorna telekomunikaciina sistema operatyvnogo monitoryngu v zoni nadzvichainoho tehnogennoho harakhteru], Problems of telecommunications. 7 Intern. scient. and techn. conf., 16-19 apr. 2013 year. materials of conf., Kyiv, pp. 37–39. 3. Astrakov S.N., Erzin A.I., Zalubovskiy V.V. (2009), Sensor

network and floor flat circles [Sensornye seti i pokrytie ploskimi krugami]. Discrete analysis and operations research, Novosibirsk, T.16, № 3, pp. 3–19. 4. Kuznecov V.Yu. (2009), Methods pavement multiplex orthogonal polygons for optimal deployment tasks in the field of monitoring sensors [Metody pokrytia mnogovsviaznyh ortogonalnyh mnogougolnikov dlia zadach optimalnogo razmechenia sensorov v oblasti monitoringa], abst. of dissert. on the compet. of scient. degree of candid. of engin. sciences: spec. 05.13.18 Mathematical design, numeral methods and complexes of the programs”, Ufa, 17 p.

Отримано: 10.03.2016 року.



<sup>1</sup>Олеся Геннадіївна Жук (канд. техн. наук, доцент)<sup>2</sup>Володимир Володимирович Огрисько<sup>1</sup>Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна<sup>2</sup>Міністерство оборони України, Київ, Україна

## МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

Проаналізовано задачі, які виникають в процесі функціонування військових систем радіозв'язку в умовах апріорної невизначеності щодо умов ведення зв'язку, сигнальної і заводової обстановки. Розглянуто основні принципи управління військовими системами радіозв'язку, а також запропоновано їх ієрархічну структуру та здійснено розподіл завдань управління системами радіозв'язку на кожному з рівнів ієрархії. Здійснено обґрунтування того, що в умовах бойового застосування військових систем радіозв'язку, які характеризуються невизначеністю, система управління ними повинна характеризуватися високим ступенем адаптивності, надійності і якості функціонування. Також проведено аналіз головних джерел невизначеності при вирішенні задач побудови адаптивних військових систем радіозв'язку. У висновках запропоновано підхід до синтезу адаптивних систем радіозв'язку з метою досягнення екстремальних, або підтримки заданих значень показників ефективності зв'язку.

**Ключові слова:** засоби та комплекси радіоелектронної боротьби; радіоелектронне подавлення; адаптивні системи радіозв'язку; принципи управління; ієрархія процесів управління.

### Вступ

**Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Сучасні системи і засоби радіозв'язку функціонують в складній радіоелектронній обстановці. Основними факторами, що впливають на якість радіозв'язку, є природні і навмисні завади, що діють в каналі та завмирання сигналів внаслідок багатопроменевого поширення радіохвиль [1, 2].

Провідні країни світу приділяють велику увагу розробці та удосконаленню систем та засобів радіоелектронної боротьби [3-6]. Засоби радіоелектронного подавлення (РЕП), що знаходяться на їх озброєнні, здатні з високою ефективністю та у короткий час подавити систему радіозв'язку, побудовану на традиційних принципах. Враховуючі це, стає досить складним завдання забезпечення стійкого радіозв'язку в умовах РЕП. Успішне її вирішення неможливо без застосування спеціальних технічних і організаційних заходів по забезпеченню завадозахищеності систем радіозв'язку.

Одним з ефективних способів підвищення ефективності систем радіозв'язку (СРЗ), які функціонують в умовах апріорної невизначеності щодо умов ведення зв'язку, сигнальної і заводової обстановки, є застосування в них адаптивних методів формування і обробки сигналів. Алгоритм їх функціонування передбачає заповнення відсутньої апріорної інформації щодо умов ведення зв'язку, які змінюються, та використання її для управління параметрами і режимами роботи радіолінії з метою забезпечення необхідних показників якості. Це потребує реалізації в СРЗ

автоматизованого процесу пристосування до сигнальної і заводової обстановки. При цьому здійснюється оцінка поточного стану СРЗ і цілеспрямована зміна одного або декількох її параметрів для максимізації показників ефективності процесу передачі інформації. Тому розвиток теорії і практики побудови систем і засобів радіозв'язку, що адаптуються до зміни зовнішнього середовища, є об'єктом пильної уваги вчених і дослідників передових країн світу [7-10].

Відсутність єдиної методології, теоретичних основ і математичного апарату прикладного аналізу та синтезу адаптивних СРЗ в умовах активної радіоелектронної протидії в значній мірі стримують створення сучасних ефективних систем цифрового радіозв'язку з необхідними показниками якості інформаційного обміну.

З урахуванням наявності великої кількості випадкових факторів, що визначають умови функціонування СРЗ, і обмеженості ресурсів, що виділяються для організації радіозв'язку, доцільне введення управління структурою, параметрами й режимами роботи СРЗ з метою підтримки необхідної якості інформаційного обміну в умовах, що змінюються, їх функціонування при мінімально необхідних затратах всіх ресурсів системи. Це призводить до необхідності розгляду СРЗ як об'єкта управління й формулюванню завдань по розробці підсистеми управління СРЗ.

### Виклад основного матеріалу

Сучасні військові системи радіозв'язку являють собою складні системи з розподіленою багатозв'язною структурою (рис. 1).

Постановка та розв'язання задач проектування СРЗ призводять до необхідності трактування СРЗ

як складних інформаційних систем і вимагають формулювання наукового підходу до дослідження СРЗ на системній методологічній основі. Головною особливістю такого підходу є прагнення врахувати взаємодію великої кількості підсистем і окремих елементів СРЗ, динамічний і імовірнісний характер функціонування й взаємодії СРЗ із іншими підсистемами зв'язку та зовнішнім середовищем. Найбільш характерними ознаками військових систем радіозв'язку, які дозволяють віднести їх до класу складних інформаційних систем, є [7]:

наявність у військовій системі радіозв'язку великої кількості взаємозалежних між собою підсистем і елементів;

багатовимірність військових систем радіозв'язку, обумовлена наявністю великої кількості зв'язків між її підсистемами й окремими елементами;

багатокритеріальність, обумовлена різноманіттям цілей, окремих підсистем, що утворюють військову систему радіозв'язку, а також різноманіттям вимог до неї;

багатофункціональність, яка впливає з необхідності вирішення різних завдань на різних рівнях і етапах функціонування системи радіозв'язку;

залежність параметрів функціонування від впливу зовнішнього середовища.

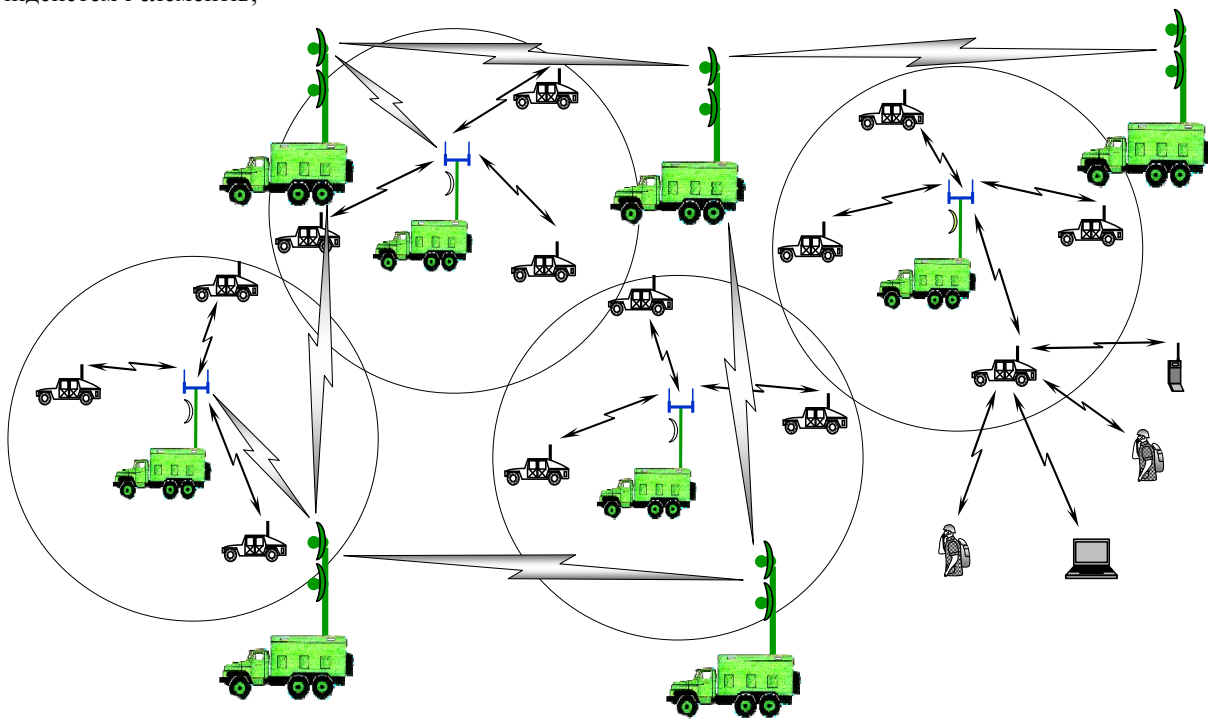


Рис. 1. Приклад структури військової системи радіозв'язку

Розглянемо основні принципи управління системою радіозв'язку [11].

1. Принцип адаптивності управління. Завдання управління СРЗ полягає в забезпеченні передачі заданої кількості повідомлень з необхідною якістю (достовірністю, оперативністю, надійністю і ін.). Виконання його в умовах складної радіоелектронної обстановки залежить як від топології СРЗ, інтенсивності зовнішніх впливів, інтенсивності потоків повідомлень, вимог до якості їх обслуговування, так і в значній мірі від ефективності управління радіоресурсом системи.

Стратегічним напрямом при вирішенні задачі підвищення ефективності СРЗ є перехід від систем з жорсткою структурою до адаптивних систем. В адаптивних системах алгоритми передачі і прийому сигналів можуть узгоджено змінюватися залежно від зміни зовнішніх умов. Алгоритми адаптації повинні дозволяти в умовах мінімальної

апріорної інформації досягти оптимальних параметрів системи.

2. Принцип адекватності управління. Недостатня надійність і нестійкість роботи радіоліній та радіомереж обумовлюється нестационарністю радіоканалів, викликані багатопроменевістю поширення сигналів і пов'язаними із цим ефектами завмирань і доплеровських зсувів спектра, а також впливом природних і навмисних завад від сторонніх джерел. Тому СРЗ повинна забезпечувати контроль стану радіоканалів та якості свого функціонування, а також передачу службової (контрольної) інформації про стан радіомереж та окремих засобів радіозв'язку.

Адекватність управління полягає в здатності цього процесу перетворювати інформацію стану в команду, на основі якої підсистема управління СРЗ переходить у стан, що відповідає сформованій

ситуації. Очевидно, що при коректності всіх перетворень інформації стану в командну, але недостовірної інформації і (або) неправильних цілях, управління не буде адекватним. Таким чином, адекватність управління в істотному ступені залежить від достовірності і повноти інформації, коректності операцій перетворення інформації і їх послідовності, а також правильності цілей управління і траєкторій їх досягнення.

3. Принцип оптимальності управління. Адаптивне управління СРЗ забезпечує відповідну корекцію режимів і алгоритмів функціонування її елементів при всякій зміні сигнальної та заводової обстановки в каналі зв'язку і найбільшою мірою відповідає вимогам безперервності і оперативності управління. Кінцевою метою функціонування підсистеми управління СРЗ може бути екстремум деякого функціонала, який визначений для системи радіозв'язку.

Прийняття доцільного та обгрунтованого рішення в умовах складної радіоелектронної обстановки є досить складним завданням. Якість управління залежить від обгрунтованості і своєчасності дій, що управляють. Для реалізації принципу оптимальності управління потрібний збір значної кількості інформації про стан СРЗ і рішення двох взаємопов'язаних завдань.

1) Керуючі впливи в більшості способів управління виробляються на основі інформації про стан СРЗ і зовнішнього середовища. Чим більше інформації має підсистема управління СРЗ, тим більш обгрунтованим може бути рішення. Однак на одержання інформації витрачаються певні ресурси (етеріальні, енергетичні, часові тощо). Існує припустима межа в їх витратах, за якою незнання будь-яких відомостей про обстановку стає доцільніше знання. Тому однією з умов ефективного управління є визначення оптимального об'єму службової (командної і вимірювальної) інформації, що відображає з необхідною повнотою поточний стан СРЗ (оптимальна інформованість підсистеми оперативного управління).

Тоді перша умова оптимального управління

$$W_0^I = \min_I \{W_{\text{рiш}}(I) + W_{\text{iнф}}(I)\}, T = \text{const},$$

де  $W_{\text{iнф}}$  – витрати на отримання інформації про стан СРЗ,  $W_{\text{рiш}}$  – втрати від необгрунтованості прийнятих рішень,  $I$  – обсяг обробленої підсистемою оперативного управління інформації, а  $T$  – час збору і обробки інформації та формування керуючих впливів.

2) Поряд з інформованістю підсистеми оперативного управління важливе значення має оперативність керування, тобто оперативність збору і обробки інформації стану та виробітки керуючих впливів. Тому другою умовою оптимальності є своєчасність збору, доставки, обробки службової інформації

$$W_0^T = \min_T \{W'_{\text{рiш}}(T) + W'_{\text{iнф}}(T)\}, I = \text{const},$$

де  $W'_{\text{рiш}}(T)$  – відображає вид залежності втрат в ефективності управління від часу реалізації дій, що управляють;  $W'_{\text{iнф}}(T)$  – залежності витрат на збір і обробку інформації стану.

Але при управлінні повинні враховуватися обидва ці умови, тобто

$$W^{\text{opt}} = \min_{I,T} (W_0^I + W_0^T).$$

Як видно, між повнотою інформації про стан СРЗ і своєчасністю вироблення дій, що управляють, існує протиріччя. Рішення цієї дилеми зазвичай забезпечується компромісом між оперативністю і обгрунтованістю дій, що управляють, що є одним з найбільш складних завдань, що підлягають рішенню при побудові підсистеми управління СРЗ.

4. Принцип стійкості управління. Стійкість управління визначається здатністю підсистеми управління СРЗ виконувати свої функції в складній, різко мінливій обстановці, в умовах наявності природних завод і активної радіоелектронної протидії супротивника. Стійкість визначається живучістю, заводостійкістю і надійністю, під якими розуміється здатність вести управління в умовах впливу всіх видів зброї супротивника, в умовах впливу всіх видів завод і зберігаючи у встановлених межах значення всіх показників управління відповідно.

5. Принцип розподіленості управління. Згідно концепції управління телекомунікаційними мережами (Telecommunications Management Network, TMN), для СРЗ можна виділити два рівні управління (рис. 2). На верхньому рівні здійснюється контроль та управління системою (мережею) радіозв'язку, на середньому – окремими радіолініями, на нижньому – радіозасобами.

На першому (нижньому) рівні розв'язуються завдання контролю і управління окремими радіолініями або напрямками радіозв'язку:

вибір радіозасобів, визначення оптимальних режимів їх роботи, утворення високочастотних трактів;

автоматичне входження в зв'язок, його ведення і відновлення;

оперативний контроль процесів передачі інформації радіоканалами.

Вказані завдання розв'язуються децентралізовано для кожного напрямку або лінії радіозв'язку.

На другому (верхньому) рівні розв'язуються завдання контролю й управління мережею радіозв'язку:

оперативний контроль і прогнозування умов ведення радіозв'язку (оцінка радіоелектронної обстановки);

оперативний аналіз інформаційної обстановки на мережі (оцінка станів інформаційних потоків, що циркулюють між ОВЗ);

прийом заявок на зв'язок і розподіл потоків, що поступають на радіоцентр повідомлень по напрямках з урахуванням їх пріоритетів;

формування обхідних шляхів передачі повідомлень радіоканалами;

ретрансляція інформаційних потоків за допомогою просторового мультиплексування;

перерозподіл потоків, які поступають на елементи мережі;

розподіл частотних і енергетичних ресурсів.

Рішення задач другого рівня вимагає певної централізації (у розумному поєднанні з децентралізованими методами) контролю й управління радіозв'язком.

Багатоцільова функціональна структура системи управління обумовлює достатньо велику кількість можливих варіантів побудови СРЗ на мережевому рівні.

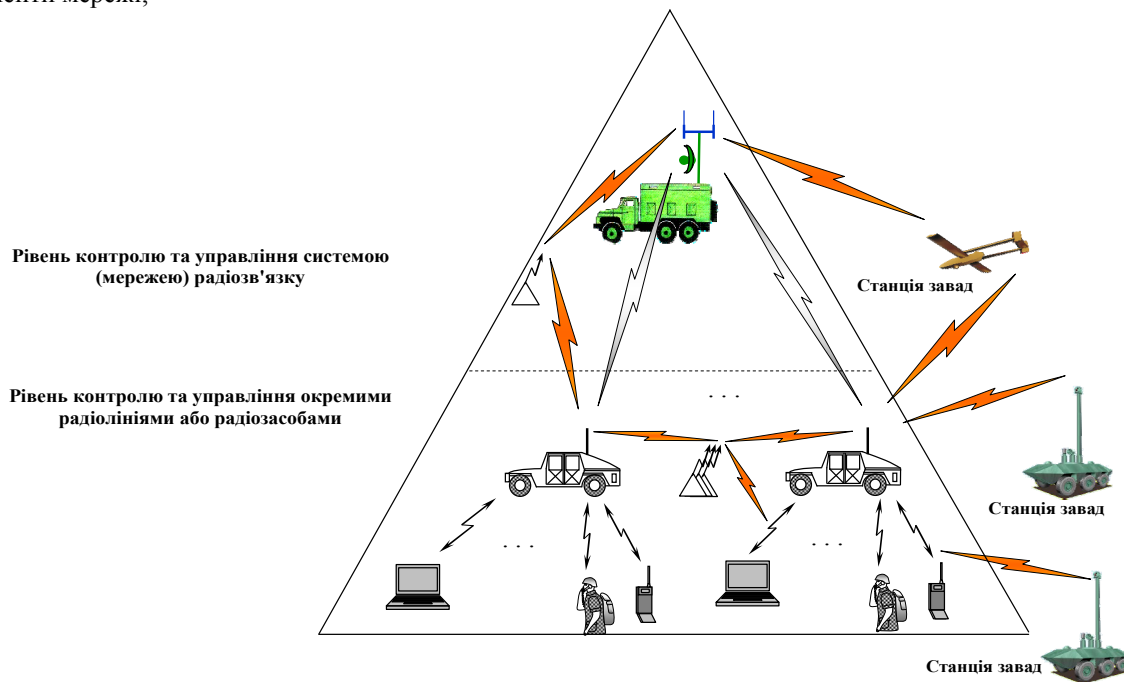


Рис. 2. Завдання управління, які вирішуються на різних рівнях системи радіозв'язку

6. Принцип ієрархичності процесів управління. Найважливішою властивістю СРЗ, як організаційних систем, є ієрархичність структури, тобто визначена співвідпорядкованість елементів і підсистем. Формалізований опис структури системи управління внаслідок переважно децентралізованого управління СРЗ зводиться до побудови математичної моделі територіально розподілених вузлів (абонентів), що взаємодіють між собою.

Особливості побудови, функціонування і умов бойового застосування військових систем радіозв'язку незаперечно передбачають створення такої системи управління нею, яка б характеризувалася високим ступенем адаптивності, надійності і якості функціонування в умовах невизначеності. При цьому головними джерелами прояву невизначеності в задачах побудови адаптивних СРЗ є наступні основні фактори:

складність формалізованого опису військової систем радіозв'язку, її елементів (як об'єктів управління) і задач управління ними з

урахуванням спотворення в інформаційному ресурсі, який надходить від джерел інформації підсистеми оперативного управління;

наявність декількох цілей і множини задач оперативного управління СРЗ;

нестационарність параметрів як СРЗ, її елементів так і підсистеми управління, яка функціонує в тих же самих умовах, що і система радіозв'язку;

апріорна невизначеність радіоелектронної обстановки і умов функціонування СРЗ;

наявність випадкових впливів зовнішнього середовища (навмисних заводів і селективних завмирань сигналу в каналі).

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Відомі методи побудови адаптивних СРЗ орієнтовані на статичні або квазістатичні умови їх функціонування і не можуть бути застосовані в умовах активної радіоелектронної протидії внаслідок низької оперативності адаптації до зміни сигнальної і заводової обстановки в каналах зв'язку, реалізації тільки централізованого

принципу управління і необхідності передачі значних об'ємів службової інформації.

Тому при створенні високоєфективних адаптивних СРЗ необхідно комплексне

координування частотних, енергетичних, часових і просторових ресурсів системи з врахуванням характеристик комплексу зовнішніх умов їх реалізації.

### Література

1. Плавунів С. Системи і средства зв'язи тактичного звена управління сухопутних військ США / С Плавунів, С. Носиков // Зарубежное военное обозрение. – 2012. – № 4. 2. Волков Л. Н., Немировский М. С., Шинаков Ю. С. Системи цифрової радіосв'язи: базові методи і характеристики: Учебное пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005. – 392 с. 3. Агафонов А. А., Артюх С. Н., Афанасьев В. И. и др. Современная радиоэлектронная борьба. Вопросы методологии: под ред. В. Г. Радзиевского. – М.: „Радиотехника”, 2006. – 424 с. 4. Кондратьев А. Перспективный комплекс РРТР и РЭВ сухопутных войск США „Профет” / А. Кондратьев // Зарубежное военное обозрение. – 2008. – № 7. – С. 22–28. 5. Азов В. О реализации в США концепции ведения военных действий в едином информационном пространстве / В. Азов // Зарубежное военное обозрение. – 2004. – № 6. – С. 10–17. 6. Стрелецкий А. Американский перспективный наземный комплекс

ведения радиоэлектронной войны “Вулфпак” / А. Стрелецкий // Зарубежное военное обозрение. – 2002. – № 10. – С. 27–28. 7. Шаров А. Н. Автоматизированные сети радиосвязи. – Л.: ВАС. 1988. – 178 с. 8. Разгуляев А. Перспективные мобильные адаптивные сети передачи информации для СВ США / А. Разгуляев // Зарубежное военное обозрение. – 2008. – № 1. 9. Голяницкий И. А. Математические модели и методы в радиосвязи / Под ред. Ю.А. Громакова. – М.: Эко-Трендз. 2005. – 440 с. 10. Григорьев В. А., Лагутенко О. И., Распаев Ю. А. Сети и системы радиодоступа. – М.: Око-Трендз, 2005. – 384 с. 11. Міночкін А. І. Концепція управління мобільною компонентою мереж зв'язку військового призначення / А. І. Міночкін, В. А. Романюк // Збірник наукових праць ВІПІ НТУУ „КПІ”. – 2005. – № 3. – С. 51–60.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНЫХ СИСТЕМ РАДИОСВЯЗИ

<sup>1</sup>Олеся Геннадьевна Жук (канд. техн. наук, доцент)

<sup>2</sup>Владимир Владимирович Огрызко

<sup>1</sup>Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Киев, Украина

<sup>2</sup>Министерство обороны Украины, Киев, Украина

*Проанализированы задачи, возникающие в процессе функционирования военных систем радиосвязи в условиях априорной неопределенности относительно условий ведения связи, сигнальной и помеховой обстановки. Рассмотрены основные принципы управления военными системами радиосвязи, а также предложено их иерархическую структуру и осуществлено распределение задач управления системами радиосвязи на каждом из уровней иерархии. Осуществлено обоснование того, что в условиях боевого применения военных систем радиосвязи, которые характеризуются неопределенностью, система управления ими должна характеризоваться высокой степенью адаптивности, надежности и качества функционирования. Также проведен анализ основных источников неопределенности при решении задач построения адаптивных военных систем радиосвязи. В выводах предложен подход к синтезу адаптивных систем радиосвязи с целью достижения экстремальных или поддержания заданных значений показателей эффективности связи.*

**Ключевые слова:** средства и комплексы радиоэлектронной борьбы; радиоэлектронное подавление; адаптивные системы радиосвязи; принципы управления; иерархия процессов управления.

## METHODOLOGICAL BASES OF ADAPTIVE COMMUNICATION SYSTEMS CREATION

<sup>1</sup>Olesia H. Zhuk (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)

<sup>2</sup>Volodymyr V. Ohryzko

<sup>1</sup>Military Institute of Telecommunications and Informatization, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>Ministry of Defence of Ukraine, Kyiv, Ukraine

*The problems arising in the operation of military radio systems in a priori uncertainty communication conditions, the signal and noise conditions were analyzed in the article. The basic principles of the military radio communication systems management and their hierarchical structures were considered. Also, the distribution of radio systems management tasks on each of the hierarchy levels were carried out. It was justified the fact, that in conditions of combat use of military radio systems, which are characterized by uncertainty, the control system should be characterized by their high degree of adaptability, reliability and quality of operation. Also, the main sources of uncertainty in the solution of problems of building adaptive military radio*

communication systems were analyzed. And finally, an approach to the synthesis of adaptive radio communication systems to achieve extreme or support preset values of communication efficiency indicators was offered in the article.

**Keywords:** *electronic warfare capabilities; electronic suppression; adaptive radio system; management principles; management processes hierarchy.*

### References

- 1. Plavunov S.,** Nosikov S. (2012), Systems and communications tactical control of the US Army unit. [Systemy i zasoby zviazku taktychnoi lanky upravlinnia], Foreign military review, Vol. 4. **2. Volkov L.N.,** Nemirovsky M.S., Shinakov Y.S. (2005), Digital radio systems : the basic methods and characteristics. [Sistemu cufrovogo radiozvyazky: bazovi metodu ta harakterustuku], Tutorial, Moscow, Eko-Trends, 392 p. **3. Agafonov A.A.,** Artyukh S.N., Afanasiev V.I. et al. (2006), The modern electronic warfare . Methodological issues, ed. V.G. Radzievskii. [Suchasna radioelektronna borotba. Putannia metodolohii], Ed. V.G. Radzievskii, Moscow, "Radio engineering", 424 p. **4. Kondratiev A.A.** (2008), Promising set of PPTP and REV US Army "Prophet". [Perspektyvnyi kompleks RRTR I REB sukhopytnykh viisk SShA „Profet”], Foreign military review, Vol. 7, pp. 22–28. **5. Azov V.** (2004), On the implementation of the US concept of warfare in a single information space. [Pro realizacii v SShA koncepcii vedennia voienykh dii v ydynomu informaciiomu prostori], Foreign military review, Vol. 6, pp. 10–17. **6. Streletsky A.** (2002), American perspective ground complex of conducting electronic warfare "Wolfpack". [Amerikanskii perspektyvnyi nazemnyi kompleks vedennia radioelektronnoi viiny "Vulfpak"], Foreign military review, Vol. 10, pp. 27–28. **7. Sharov A.N.** (1988), Automated radio networks. [Avtomatizovani merezhi radiozviazku], SAC, 178 p. **8. Razgulyaev A.** (2008), Advanced adaptive mobile data transmission network for the US Army [Perspektyvni mobilni adaptivni merezhi peredachi informacii dlya SV SShA], Foreign military review, № 1. **9. Golyanitsky I.A.** (2005), Mathematical models and methods in the Radio [Matematychni modeli i metody v radiozviazku], ed . Y.A. Gromakova, Moscow, Eko-Trends, 440 p. **10. Grigoriev V.A.,** Lagutenko O.I., Raspail Y.A. (2005), Networks and radio systems. [Merezhi i sustemy radiodostupu], Moscow, Eko-Trends, 384 p. **11. Minochkin A.I.,** Romanyuk V.A. (2005), The concept of a mobile component of military communication networks. [Kontseptsiiia upravlinnia mobilnoi komponenty merezh zviazky viiskovoho pryznachennia], Zbirnyk naukovukh prats VITI NTUU "KPI", Vol. 3, pp. 51–60.

Отримано: 15.03.2016 року.

## ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ РЕМОНТНО-ВІДНОВЛЮВАНИХ ОРГАНІВ З ЕВАКУАЦІЇ ПОШКОДЖЕНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Вирішення задачі з оцінювання можливостей ремонтно-відновлювальних органів з евакуації пошкоджених зразків озброєння і військової техніки здійснюється в декілька етапів: на першому: обчислюється довжина маршруту евакуації при застосуванні виду евакуаційного засобу, який доцільно мати для евакуації кількості зразків ОВТ. На другому - визначається співвідношення довжини маршруту евакуації для виду евакуаційних засобів до суми шляхів евакуації всіх видів евакуаційних засобів. На третьому етапі здійснюється розрахунок довжини маршруту евакуації для видів евакуаційних засобів у складі комбінованих евакуаційних груп.

Вихідними даними для оцінювання виконання заходів з евакуації є: швидкість пересування видів евакуаційних засобів до місця знаходження пошкодженого зразка озброєння і військової техніки; швидкість евакуації (транспортування) пошкодженого зразка видом евакуаційного засобу; кількість евакуаційних засобів, коефіцієнт втрат часу у процесі евакуації, час роботи евакуаційних засобів; загальна довжина маршруту евакуації.

**Ключові слова:** відновлення; ремонтно-відновлювані органи; озброєння та військова техніка.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Досвід війн та збройних конфліктів сучасності свідчить, що успіх виконання військами завдань за призначенням значною мірою залежить від результатів функціонування підсистеми відновлення озброєння та військової техніки (ОВТ), яка є складовою системи технічного забезпечення (ТхЗ).

Аналіз бойових дій в сучасних умовах [1-2] підтверджує практичну дилему, за якою основними шляхами укомплектування та доукомплектування підрозділів ОВТ, які виконують завдання за призначенням, відбувається за рахунок відновлення пошкоджених зразків ОВТ. Поряд з укомплектуванням підрозділів зразками ОВТ які надходять з військово-промислового комплексу одним із найбільш ефективних способів – є відновлення ОВТ ремонтно-відновлюваними органами (РВО). Отже відновлення ОВТ є важливою складовою сучасних армій. За таких умов виникає потреба щодо забезпечення достатньої їх ефективності.

Серед показників ефективності системи ТхЗ є показник дольової участі підсистеми відновлення у забезпеченні підрозділів та військових частин ОВТ, який як правило у практиці використовувався не дуже часто.

### Виклад основного матеріалу дослідження

В роботі [3] пропонується методика функціонування підсистеми відновлення ОВТ, що має такі особливості:

1. Аналізуються внутрішні та зовнішні показники які впливають на функціонування підсистеми відновлення ОВТ.

2. Аналізуються показники які забезпечують надійне функціонування підсистеми відновлення ОВТ.

3. Визначаються причинно-наслідкові зв'язки між основними властивостями підсистеми і факторами, які впливають на неї.

Отже, в роботі [3] запропоновано порядок визначення оцінки ефективності функціонування підсистеми відновлення ОВТ, але невирішеним залишається питання, щодо оцінювання можливостей РВО.

В роботі [4] проведено оцінювання можливостей РВО з технічної розвідки, тому наступним етапом стоїть необхідність оцінити можливості з евакуації пошкоджених зразків ОВТ, що і буде метою даної статті.

Оцінювання можливості виконання заходів з евакуації визначається відношенням кількості пошкоджених зразків ОВТ, що потребують евакуації евакуаційними засобами (ЕЗ)  $j$ -го РВО, до реальної кількості евакуйованих зразків ОВТ.

Визначення обсягів пошкоджених зразків ОВТ що потребують евакуації – евакуаційного фонду (ЕФ), забезпечують залежності, які наведено в роботі [5]. Обсяги ЕФ визначаються на підставі належності ЕЗ до РВО різних рівнів ієрархії.

Відповідно до основних принципів та задач евакуації можливий обсяг ЕФ для ЕЗ може бути визначено з деякими припущеннями на підставі виразу:

$$N_{\text{ЕВ } \sigma i}^{\text{П}} = N_{\text{відн } i}^{\text{ПР}} + N_{\text{відн } i}^{\text{СР}} + N_{\text{відн } i}^{\text{КР}}, \quad (1)$$

де  $N_{\text{ЕВ } \sigma i}^{\text{П}}$  - кількість ЕФ, що потребує евакуації ЕЗ РВО на протязі  $i$ -ої доби операції без врахування залишків ЕФ за  $3 - 1$  добу;

$N_{\text{відн } i}^{\text{ПР}}, N_{\text{відн } i}^{\text{СР}}, N_{\text{відн } i}^{\text{КР}}$  - кількість пошкоджених зразків ОБТ, що потребують проведення ПР, СР, КР;

Кількість ЕФ для ЕЗ, що входять до складу РВО вищої ланки, визначається з використанням залежності [8]:

$$N_{\text{ЕВ Бр } i}^{\text{П}} = U_{\text{П}} N_{\text{відн } i}^{\text{ПР}} + U_{\text{С}} N_{\text{відн } i}^{\text{СР}} + U_{\text{К}} N_{\text{відн } i}^{\text{КР}} \quad (2)$$

де  $N_{\text{ЕВ Бр } i}^{\text{П}}$  - кількість ЕФ, що потребує евакуації ЕЗ РВО вищої ланки на протязі  $i$ -ої доби операції без врахування залишків ЕФ за  $3-i$  добу;

$U_{\text{П}}, U_{\text{С}}, U_{\text{К}}$  - коефіцієнт евакуації засобами  $i$ -ої військової ланки;

Таким чином, значення  $N_{\text{ЕВ } j i}^{\text{П}}$  у сумі з кількістю пошкоджених зразків ОБТ, яка не евакуйована на протязі  $i-1$  доби ( $N_{\text{ЕВ } i-1}^{\text{П}}$ ), забезпечує визначення можливої кількості ЕФ, який призначено для евакуації ЕЗ  $j$ -го РВО на протязі  $i$ -ої доби виконання завдань ( $N_{\text{ЕВ } j i}^{\text{П}}$ ):

$$N_{\text{ЕВ } j i}^{\text{П}} = N_{\text{ЕВ } j i}^{\text{П}} + N_{\text{ЕВ } j i-1}^{\text{П}} \quad (3)$$

Обґрунтування співвідношення довжини маршрутів евакуації  $S_{\text{кЕЗ}}$  для  $k-x$  видів ЕЗ у разі застосування комбінованих евакуаційних груп. Необхідність даного обґрунтування викликана укомплектуванням РВО вищої ланки значною кількістю колісних тягачів з великовантажними причепами.

Щоб визначити раціональне співвідношення кількості ЕЗ  $n_{\text{Г}}, n_{\text{К}}$  та довжини маршрутів евакуації  $S_{\text{Г}}, S_{\text{К}}$ , що забезпечить рівномірне завантаження ЕЗ та виконання умов рівняння:

$$N_{\text{ГУС}} = N_{\text{КОЛ}} \quad (4)$$

де  $N_{\text{ГУС}}$  - кількість зразків ОБТ, яка реально евакуйована гусеничними евакуаційними засобами;

$N_{\text{КОЛ}}$  - кількість зразків ОБТ, яка реально евакуйована колісними тягачами з великовантажними причепами.

Вихідні дані для вирішення даної задачі:

швидкість пересування  $k$ -го виду ЕЗ до місця знаходження пошкодженого зразка ОБТ ( $V_{1k}$ );

швидкість евакуації (транспортування) пошкодженого зразка ОБТ  $k$ -м видом ЕЗ до місця призначення ( $V_{2k}$ );

кількість ЕЗ  $k$ -го виду ( $n_k$ );

коефіцієнт втрат часу у процесі евакуації  $k$ -го виду ЕЗ ( $K_{\text{нк}}$ );

час роботи ЕЗ  $k$ -го виду ( $t_{\text{ЕВ}}$ );

загальна довжина маршруту евакуації ( $S_{\text{ЕВ}}$ ).

Задача вирішується в декілька етапів.

По-перше, обчислюється довжина маршруту евакуації при застосуванні  $k$ -го виду ЕЗ, який

доцільно мати для евакуації  $N_{\text{ЕВ } j i}^{\text{П}}$  зразків ОБТ. Дана задача вирішується за допомогою виразу:

$$S'_{\text{ЕЗ } k} = \frac{n_k (1 - K_{\text{нк}}) t_{\text{ЕВ}}}{N_{\text{ЕВ } j i}^{\text{П}} \left( \frac{1}{V_{1k}} + \frac{1}{V_{2k}} \right)} \quad (2.28)$$

де  $S'_{\text{ЕЗ } k}$  - довжина маршруту евакуації при застосуванні  $k$ -го виду ЕЗ, для евакуації  $N_{\text{ЕВ } j i}^{\text{П}}$  зразків ОБТ;

По-друге, визначається співвідношення довжини маршруту евакуації для  $k$ -го виду ЕЗ до суми шляхів евакуації всіх видів ЕЗ, у кількості  $n$  одиниць:

$$\delta_k = \frac{S'_k}{\sum S'_k} \quad (5)$$

де  $\delta_k$  - відношення довжини маршруту евакуації  $k$ -го виду ЕЗ до довжини загального маршруту евакуації.

Останній етап забезпечує проведення розрахунку довжини маршруту евакуації для  $k$ -го виду ЕЗ у складі КЕГ ( $S_{\text{ЕЗ } k}$ ):

$$S_{\text{ЕЗ } k} = S_{\text{ЕВ}} \delta_k,$$

де  $S_{\text{ЕВ}}$  - загальна довжина маршруту евакуації.

На підставі визначеної довжини маршруту евакуації ( $S$ ) та отриманих значень  $S_{\text{ЕЗ } k}$  проведено обґрунтування доцільності застосування КЕГ. Доцільність створення КЕГ обґрунтовується виконанням умови:

$$t'_{\text{ЕВ } k} < t'_{\text{ЕВ } \Gamma} + t'_{\text{ЕВ } k} + t_{\text{зам}} \quad ,$$

де  $t'_{\text{ЕВ } k}$  - час евакуації зразка ОБТ одним видом ЕЗ на загальній довжині маршруту евакуації ( $S_{\text{ЕВ}}$ );

$t'_{\text{ЕВ } \Gamma}$  - час евакуації зразка ОБТ гусеничним ЕЗ на розрахунковій довжині маршруту евакуації ( $S_{\text{ЕЗ } \Gamma}$ ) для даного виду ЕЗ;

$t'_{\text{ЕВ } k}$  - час евакуації зразка ОБТ колісним тягачем з причепом на розрахунковій довжині маршруту евакуації ( $S_{\text{ЕЗ } k}$ ) для даного виду ЕЗ;

$t_{\text{зам}}$  - час, на протязі якого здійснюється заміна ЕЗ при евакуації одного пошкодженого зразка ОБТ.

З деякими припущеннями можна визначити час евакуації пошкодженого зразка ОБТ: при евакуації зразка ОБТ одним видом ЕЗ:

$$t'_{\text{ЕВ } k} = \frac{S_{\text{ЕВ}}}{V_{1k}} + \frac{S_{\text{ЕВ}}}{V_{2k}} \quad ;$$

при евакуації пошкодженого зразка ОБТ ЕЗ, що входять до складу КЕГ:



$$t'_{EBk} = \frac{S'_{EBk}}{V_{1k}} + \frac{S'_{EBk}}{V_{2k}}.$$

Отримані дані, щодо довжини маршрутів евакуації для ЕЗ ( $S_{EЗk}$ ) у складі КЕГ (або довжини маршруту евакуації ( $S_{EВ}$ ) при застосуванні однотипного ЕЗ) в комплексі з вихідними даними ( $K_{пk}, V_{1k}, V_{2k}, k_k, n_k, t_{EВ}, \omega_T$ ), дозволяють визначити можливу кількість ЕФ, який буде евакуйований ЕЗ  $j$ -го РВО на протязі  $i$ -ої доби:  $M_{EВji}$ .

Визначення кількості зразків ОВТ, які будуть евакуйовані до місць проведення ремонту за  $i$ -ту добу, забезпечує обчислення за допомогою логічного оператора “якщо”:

$$N_{EВji} = \begin{cases} N_{EВji}^+, & \text{при } M_{EВji} \geq N_{EВji}^+; \\ M_{EВji}, & \text{при } M_{EВji} < N_{EВji}^+. \end{cases}$$

### Література

1. Пальчук М. М. Досвід бойового застосування військ, зброї і військової техніки в локальних війнах і збройних конфліктах / М. М. Пальчук, М. М. Лобко. – К.: НАОУ, 2001. – 119 с. 2. Інформаційно-аналітичні матеріали щодо здійснення технічного забезпечення військових частин (підрозділів) під час виконання завдань в АТО – К.: НУОУ, 2014. – 33 с. 3. Романченко І. С. Теоретичні основи аналізу, моделювання та синтезу системи матеріально – технічного забезпечення як просторово розподіленої системи / І. С. Романченко, В. О. Шуєнкін. – К.: - 2013 146 с. 4. Ковтуненко А. П.

Кількість пошкоджених зразків ОВТ, яка не евакуйована на протязі  $i$ -ої доби ЕЗ  $j$ -го РВО ( $N_{EВji}^H$ ) визначається на підставі залежності:

$$N_{EВji}^H = N_{EВji}^+ - N_{EВji}.$$

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, визначивши можливості РВО з евакуації пошкоджених зразків ОВТ можна визначити ефективність виконання РВО завдань з евакуації, що забезпечить отримання обчислень математичної моделі системи відновлення ОВТ.

Для повного визначення ефективності функціонування системи відновлення ОВТ в подальшому стоїть необхідність оцінити можливості РВО з ремонту пошкоджених зразків ОВТ та порівняти ефективність виконання завдань з технічної розвідки, евакуації та ремонту для з'ясування яка із складових підсистеми відновлення потребує удосконалення.

Основы военно-технических исследований. Синтез систем технического обеспечения эксплуатации и ремонта вооружения и военной техники / А. П. Ковтуненко, М. А. Шишанов. – К.: 2012. – 83 с. 5. Робота заступника командира окремої механізованої бригади з озброєння під час підготовки та в ході бою (маршу): навч.-метод. посіб. / В. О. Дачковський, І. В. Овчаренко, О. Д. Яльницький – К.: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2015. – 160 с. 6. Абчук В. А. Справочник по исследованию операций / Абчук В. А., Матвейчук А. Ф., Томашевский Л. П. – М.: Воениздат, 1979. – 268 с.

## ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ПО ЭВАКУАЦИИ ПОВРЕЖДЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ

Олег Анатольевич Коваленко

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье предложено решение задачи по оценке возможностей ремонтно-восстановительных органов по эвакуации поврежденных образцов вооружения и военной техники, которое осуществляется в несколько этапов: на первом вычисляется длина маршрута эвакуации при применении вида эвакуационных средств, которые целесообразно иметь для эвакуации количества образцов ВВТ. На втором - определяется соотношение длины маршрута эвакуации для вида эвакуационных средств к сумме путей эвакуации всех видов эвакуационных средств. На третьем этапе осуществляется расчет длины маршрута эвакуации для видов эвакуационных средств в составе комбинированных эвакуационных групп.

Исходными данными для оценки выполнения мероприятий по эвакуации являются: скорость передвижения видов эвакуационных средств к месту нахождения поврежденного образца вооружения и военной техники; скорость эвакуации (транспортировки) поврежденного образца видом эвакуационного средства; количество эвакуационных средств, коэффициент потери времени в процессе эвакуации, время работы эвакуационных средств; общая длина маршрута эвакуации.

**Ключевые слова:** восстановление; ремонтно-восстановительные органы; вооружение и военная техника.

## ASSESSMENT OF REPAIR AND RESTORATION UNITS FOR DAMAGED WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT EVACUATION POSSIBILITIES

Oleh A. Kovalenko

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

The task of assessing the possibilities of repair and restoration units of evacuation of damaged weapons and military equipment is carried out in several stages. On the first stage the length of the evacuation route with application of the proper evacuation vehicles calculated. On the second stage the length of the evacuation route and the sum of evacuation routes of all the evacuation vehicles ratios determined. On the third stage it is made the calculation of the length of the evacuation route for different kinds of evacuation vehicles in combined evacuation groups.

The initial data for assessment of the implementation of evacuation measures are the rate of evacuation vehicles movement to the location of damaged weapons and military equipment, speed of evacuation (transportation) of damaged weapon or military equipment, time loss coefficient during the evacuation process, operating time of evacuation vehicles, the total length of the evacuation route.

**Keywords:** restoration; repair and restoration units; weapons and military equipment.

### References

- 1. Palchuk M.M.** (2001), The experience of combat use of troops, weapons and military equipment in local wars and armed conflicts, [*Dosvid boiovoho zastosuvannya viisk, zbroi i viiskovoi tekhniki v lokalnykh viinakh i zbroinykh konfliktakh*], M.M.Palchuk, M.M. Lobko, Kyiv: NADU, 119 p.
- 2. Information** and analytical materials for implementation and technical support of military units (divisions) during the execution of tasks in ATO, [*Informatsiino-analitychni materialy shchodo zdiisnennia tekhnichnoho zabezpechennia viiskovykh chastyn (pidrozdiliv) pid chas vykonannia zavdan v ATO*], (2014), Kyiv: NUDU, 33 p.
- 3. Romanchenko I.S.** (2013), Theoretical framework for the analysis, modeling and synthesis of logistics systems as spatially distributed systems, I.S. Romanchenko, V.O. Shuenkin, Kyiv 146 p.
- 4. Kovtunenکو A.P.** (2012), The basic of military – technical research. The synthesis of engineering systems operation and repair of weapons and military equipment A.P. Kovtunenکو, M.A. Shinanov, Kyiv, 83 p.
- 5. The work** of the Deputy commander of a separate mechanized brigade armament in preparation and during the battle (March): teaching – educational manual, (2015), [*Robota zastupnyka komandryra okremoi mekhanizovanoi bryhady z ozbroiennia pid chas pidhotovky ta v khodi boiu (marshu): navch.-metod. posib*], V.O. Dachkovskyi, I.V. Ovcharenko, O.D. Yalnytskyi, Kyiv: NDUU named after. Ivan Cherniakhovskyi, 160 p.
- 6. Abchuk V.A.** (1979), Resource guide of operations research, [*Spravochnik po issledovaniuu operatsii*], Abchuk V.A., Matveichuk A.F., Tomashevskyi L.P., Moscow:Voienizdat, 268 p.

Отримано: 03.04.2016 року.

*Роман Володимирович Кочан (д-р техн. наук, доцент)  
Богдан Ростиславович Трембач*

*Національний університет “Львівська політехніка”, Львів, Україна*

## КОНЦЕПЦІЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ АВТОМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗВУКОВОЇ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ НА БАЗІ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ

*Проаналізовано недоліки засобів звукової артилерійської розвідки Збройних Сил України. Синтезовано структуру запропонованої розподіленої автоматичної системи звукової артилерійської розвідки, що реалізується як розподілена система автономних звукоприймачів, розташованих на місцевості за відомими географічними координатами, підключених з допомогою безпроводних каналів зв'язку до сервера. Запропонована система, за рахунок автоматичного виконання всіх необхідних операцій компонентами системи, забезпечує зменшення часу виявлення та ідентифікації цілей порівняно з існуючими засобами. Використання засобів супутникової навігації, а також можливість підключення/відключення звукоприймачів в процесі роботи забезпечує адекватність роботи системи при зміні положення та кількості звукоприймачів, що дозволяє цілеспрямовано переконфігурувати систему при зміні оперативної обстановки. Синтезовані функції компонентів запропонованої системи. Обґрунтовано доцільність реалізації цієї системи на базі системи стільникового зв'язку. Що дозволяє будувати звукоприймачі на базі терміналів стільникового зв'язку з встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням. Окреслено коло задач, що потребують вирішення для впровадження запропонованої системи.*

**Ключові слова:** звукова розвідка; розподілена система.

### Вступ

Звукова розвідка є складовою частиною та одним із видів артилерійської розвідки. Методи і прилади, які застосовуються у звуковій розвідці, дозволяють визначати координати місцезнаходження артилерійських і мінометних батарей противника за звуком їхніх пострілів, а також коригувати вогонь своєї артилерії визначаючи місця фактичного влучення снарядів і мін за звуком їх вибухів.

**Особливості звукової артилерійської розвідки.** Головним завданнями звукової артилерійської розвідки є:

визначення координат батарей (гармат), мінометів наземної артилерії, зенітної артилерії та реактивних систем залпового вогню за звуком їх пострілів;

корекція результатів стрільби артилерії за звуком вибухів снарядів та мін.

Перевагами цього виду розвідки є:

незалежність від умов видимості, завдяки чому розвідка та обслуговування стрільби за звуком можливі вночі, у туман, під час задимлення;

слабка залежність від рельєфу місцевості та місцевих предметів, що дозволяє проводити розвідку в умовах лісової та пересіченої місцевості, а також у горах;

відсутність демаскувальних ознак, що перешкоджає виявленню підрозділів звукової розвідки противником;

можливість приховано вести розвідку безперервно впродовж тривалого часу.

Недоліками звукової розвідки є:

чутливість до звукових завад, створених стрілецькою зброєю та технікою, перш за все авіаційною;

чутливість до умов поширення звукових хвиль в атмосфері;

залежність від щільності вогню артилерії.

Знання переваг та недоліків звукової розвідки дозволяє ефективно застосовувати засоби звукової розвідки в бою [1, 2].

**Постановка проблеми.** Організаційно підрозділи, що забезпечують звукову артилерійську розвідку – взводи звукової розвідки, входять до складу батареї управління та артилерійської розвідки бригадних артилерійських груп та артилерійських дивізіонів і діють, перш за все, в їхніх інтересах [2]. В умовах обмеженої кількості засобів звукової розвідки та обмеженого радіусу їхньої дії, вести розвідку всієї лінії зіткнення навіть на обмеженому театрі військових дій не можливо, а в умовах недостатньої координації між різними підрозділами робить їх слабоефективним видом розвідки. Тому, розробка та впровадження ефективних засобів звукової розвідки, які забезпечують повною, адекватною, своєчасною та достовірною розвідувальною інформацією всі задіяні підрозділи є актуальною науково-технічною задачею.

**Аналіз засобів звукової артилерійської розвідки Збройних Сил України.** У 1909 році Бенуа М. О. створив зразок звукометричної станції і розробив метод роботи звукової розвідки, який увійшов в історію як метод “різниці часу. У 1930

році радянські конструктори А. І.Данилевський і А. В.Євтюхов створили звукометричну станцію ДЄ-30. У подальшому на озброєння підрозділів звукової розвідки надійшла більш сучасна станція СЧЗ-36. Після зміни системи синхронізації станція стала називатися СЧЗМ-36 [1, 3].

Особливо бурхливого розвитку техніка звукометрії набула у 70 - 90-х роках ХХ ст. На озброєння надійшли нові автоматизовані звукометричні комплекси АЗК-5 та АЗК-7. Власне ці комплекси і є основою звукової артилерійської розвідки Збройних Сил України. Їхнім недоліком є відносно малий радіус дії, який для артилерійських гармат не перевищує 20 км, а для мінометів – 8 км [2], що не дозволяє виявляти цілі, які працюють на максимальну дистанцію. Крім того, точність визначення координат цілей є досить низькою і для надійного ураження необхідно їх уточнювати з допомогою інших засобів розвідки. Швидкодія цих комплексів, а також наявних засобів зв'язку не дозволяє ефективно протидіяти ворожій артилерії, особливо самохідній. Крім того ці комплекси поступово вичерпують свій технічний ресурс [4].

Українські військові спеціалісти, науковці, інженери та конструктори розробили сучасний автоматизований звукометричний комплекс розвідки “Положення-2”, який пройшов випробування і показав значно кращі результати та можливості, ніж існуючі нині на озброєнні АЗК – 5 та АЗК – 7. Автоматизований звукометричний комплекс розвідки “Положення-2” оснащений ЕОМ, елементна база якого дає можливість швидко визначати координати артилерійських і мінометних батарей з високою точністю. Точність визначення координат на 15-20% вища, ніж у АЗК-5 та АЗК-7. Координати цілей, виявлених комплексом “Положення-2”, одночасно відображаються на моніторі ЕОМ оператора і цифровому планшеті ЕОМ командира в реальному масштабі часу [5]. Однак кількість цих комплексів є недостатньою, а виробництво не розгорнуто.

Враховуючи це, метою статті є проведення аналізу побудови розподіленої системи звукової розвідки, що базується на мережі звукоприймачів з автоматичною реєстрацією, опрацюванням та передачею інформації про акустичну обстановку в радіусі дії.

**Принцип роботи системи звукової артилерійської розвідки.** Визначення координат цілей в звуковій розвідці здійснюється за звуком їх пострілів та вибухів, які реєструються звукоприймачами, розміщеними на певній відстані між собою. Пара звукоприймачів утворює акустичну базу, що дозволяє визначити напрям на ціль. Принцип роботи акустичної бази схематично представлено на рис. 1. В точках А та В знаходяться звукоприймачі, відстань відрізка АВ називають довжиною акустичної бази. Нехай в точці О знаходиться ціль, що виявила себе звуком пострілу, тоді від неї у всіх напрямках зі

швидкістю розповсюдження звуку розповсюджуються акустичні хвилі, які пройшовши шлях S1 реєструються звукоприймачем в точці А, а пройшовши шлях S2 – в точці В. Тоді справджується співвідношення

$$\begin{cases} S1 = c \times t1 \\ S2 = c \times t2 \end{cases} \quad (1)$$

де с – швидкість розповсюдження звуку у атмосфері, t1 та t2 – часи проходження акустичних хвиль відстаней S1 та S2 відповідно.

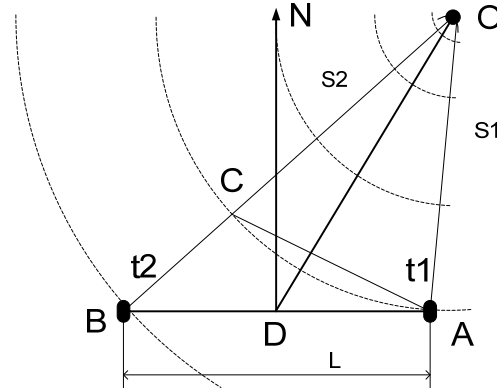


Рис. 1. Схема розташування елементів акустичної бази

Нехай точка С лежить на відрізку ВО так, що довжина відрізка СО рівна довжині відрізка АО, тобто звук пострілу одночасно реєструється в точках А та С, а точки D та N розташовані таким чином, що довжина відрізків BD та DA рівні (точка D лежить посередині відрізка АВ), а кут NDA є прямим (відрізок DN є нормаллю до відрізка АВ, який в артилерії прийнято називати директрисою акустичної бази). Якщо довжина відрізка АВ значно менша від довжин відрізків АО та ВО, то значення кута АСВ прямує до 90° [1, 2]. В такому випадку відрізки ВС та СА – катети прямокутного трикутника АВС, а відрізок ВА – його гіпотенуза. Кут NDO рівний куту САВ і для нього справджується

$$\begin{aligned} \sin(CAB) &= \sin(NDO) = \frac{BC}{BA} = \\ &= \frac{(t2-t1) \times c}{L} = \frac{\Delta t \times c}{L} \end{aligned} \quad (2)$$

де Δt – різниця часу реєстрації звуку пострілу двома звукоприймачами, L – довжина акустичної бази.

Таким чином вихідними даними при розрахунку напрямку на ціль є різниця часу реєстрації звуку між двома звукоприймачами, відстань між ними, та орієнтація акустичної бази на місцевості. Для визначення координати цілі необхідно визначити напрямки на ціль із, як мінімум, двох акустичних баз. При чому, один і той самий звукоприймач може входити в склад декількох акустичних баз.

**Розподілена автоматична система звукової розвідки.** Для усунення вказаних недоліків системи звукової розвідки Збройних Сил України пропонується розробити розподілену автоматичну систему, яка складається з множини автономних

звукоприймачів – сенсорів, розміщених на місцевості, підключених з допомогою безпроводних каналів зв'язку до сервера цієї системи. Сенсори забезпечують автоматичну реєстрацію, опрацювання та передавання інформації про акустичну обстановку в радіусі своєї дії. Враховуючи відкритість каналу зв'язку, обмін інформацією між компонентами системи повинен організовуватися виходячи з вимог забезпечення інформаційної безпеки системи. Сервер забезпечує збір інформації від сенсорів, її опрацювання та відображення, а також доступ до неї авторизованих користувачів.

Основним функціями сенсора є:

визначення власних координат з допомогою супутникової навігаційної системи, наприклад GPS;

дискретизація, квантування та зберігання прийнятих акустичних сигналів;

розпізнавання звуків вистрілів та розривів снарядів на фоні акустичних шумів;

класифікація типу озброєння – джерела звуку вистрілу;

передача серверу інформації про час надходження акустичного сигналу, розпізнаного як вистріл або розрив снаряду, тип озброєння, та власні координати.

Одним з можливих режимів роботи сенсора може бути запис та передача серверу повністю прийнятого акустичного сигналу, що дозволить дистанційно прослуховувати ситуацію в радіусі дії сенсора. Ускладнення алгоритмів розпізнавання та класифікації може забезпечити виявлення не тільки пострілів, а й інших подій, що супроводжуються акустичними сигналами. Наприклад проїзд техніки за звуком двигуна.

Основними функціями сервера є:

синхронізація всіх сенсорів між собою;

прийом інформації від сенсорів;

розрахунок координат цілей;

авторизація користувачів розвідувальної інформації;

представлення координат цілей активним засобам протидії;

архівування, зберігання та представлення всієї інформації про результати роботи системи у зручному вигляді.

Якщо задіяні канали зв'язку дозволяють здійснювати надійний обмін інформацією з сенсорами на відносно велику відстань, то такі сенсори можуть монтуватися на бойових та транспортних машинах, що забезпечить адекватність розміщення сенсорів при зміні конфігурації лінії зіткнення. При умові невеликих масо-габаритних розмірів сенсорів, відносно великого терміну автономної роботи, та конструктивній міцності їх можна буде розміщати і за лінією зіткнення з допомогою розвідувальних груп або закинути з використанням авіаційних носіїв чи ракетно-артилерійського озброєння.

Інтеграція запропонованої системи з іншими, наприклад ГІС “Арта” [6, 7] здійснюється шляхом авторизації користувачів сервером та надання їм відповідної інформації в реальному часі з використанням провідних або безпроводних каналів зв'язку.

При використанні мережі стільникового зв'язку для взаємодії компонентів системи, як сенсори можна використати як спеціалізовані пристрої, так і сучасні термінали стільникового зв'язку (смартфони) з встановленим відповідним програмним забезпеченням. Це дозволить побудувати систему звукової артилерійської розвідки в місцях наявності покриття мережею стільникового зв'язку. Розробка та модифікація програмного забезпечення таких сенсорів є нескладним завданням. Перевагами такого підходу є:

відносно низька вартість самих терміналів;

розвиненість інфраструктури стільникового зв'язку;

загальнонаціональне покриття території України мережею стільникового зв'язку;

автоматичний роумінг з сусідніми країнами.

Це дозволяє швидко розгорнути систему звукової артилерійської розвідки на великій площі, а зважаючи на широкую розповсюдженість терміналів стільникового зв'язку – забезпечити живучість та надійність системи, а також дозволить проводити статистичне опрацювання результатів вимірювання, що дозволить суттєво підвищити точність системи [8].

Для дослідження можливості реалізації системи звукової розвідки на базі терміналу стільникового зв'язку було створено тестову програму на базі операційної системи Android, вікно якої представлено на рис. 2.

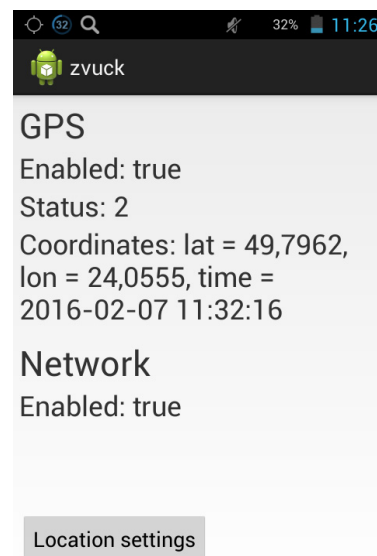


Рис.2 Вікно тестової програми

Програма зчитує дані з таких системних пристроїв: GPS приймач, системний годинник, мікрофон, та передає їх на сервер через мережевий контролер. Це забезпечує визначення географічних координат терміналу, зчитування

аналіз та зберігання дискретизованих акустичних сигналів, що поступають на мікрофон.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Запропоновано концепцію побудови автоматичної системи звукової артилерійської розвідки, яка будується по відкритій архітектурі та передбачає підключення множини автономних звукоприймачів до сервера системи з використанням безпроводних каналів зв'язку і забезпечує автоматичний збір, опрацювання та передачу даних про оперативну обстановку в зоні дії звукоприймачів.

Використання системи стільникового зв'язку та мобільних пристроїв як бази для побудови системи звукової артилерійської розвідки забезпечують масштабованість системи, малий час розгортання та сумісність з наявними в збройних силах України засобами керування артилерійським вогнем. Широке розповсюдження таких пристроїв та всеукраїнське покриття мереж стільникового зв'язку різних операторів, а також автоматичний роумінг дозволяє побудувати систему з великою кількістю каналів, які перекриваються за радіусом дії, що забезпечить точність, надійність та живучість системи.

Розроблена тестова програма на базі операційної системи Android, забезпечує доступ до всіх необхідних системних пристроїв, а також спрощений алгоритм розпізнавання звуку

вистрілу. Використання операційної системи Android забезпечує портованість розробленого програмного забезпечення.

Для впровадження запропонованої системи необхідно:

- розробити метод та алгоритм обробки звукового сигналу процесором звукоприймача, що забезпечує розпізнавання та класифікації цілей з заданою імовірністю в умовах дії шумів та завад;

- оцінити похибку системи та її залежність від положення та густини розташування звукоприймачів, що дозволить встановити вимоги до конфігурації системи для забезпечення заданого рівня точності визначення координат цілей;

- розробити програмне забезпечення сервера системи, що передбачає розрахунок координат цілей та забезпечує доступ до цих результатів в реальному масштабі часу;

- розробити набір спеціалізованих звукоприймачів, конструктивне виконання яких дозволить їхнє розміщення на місцевості з використанням авіаційних носіїв або ракетно-артилерійського озброєння.

### Подяка

Наукові результати, подані у цій статті, було отримано в рамках дослідницького проекту ДБ/КІБЕР з реєстраційним номером 0115U000446 01.01.2015 – 31.12.2017, фінансово підтриманим Міністерством освіти та науки України.

### Література

1. Таланов А. В. Звуковая разведка артиллерии / А. В. Таланов – Военное издательство министерства вооруженных сил союза ССР. – М. – 1948. 404 с.  
2. Кривошеев А. М. Основы артиллерийской разведки: навч. посібник / А. М. Кривошеев, В. М. Петренко, А. І. Приходько – Суми: Сумський державний університет, 2014. – 393 с.  
3. Трофименко П. Є. Звукометричні станції розвідки – 100 років / П. Є. Трофименко, Ю. Г. Філіпенко // Вісник СумДУ. – 2009. – №3 - С. 198-202.  
4. Латін С. П. Стан та перспективи досліджень питань бойового забезпечення РВІА / С. П. Латін // Перспективи та шляхи розвитку бойового забезпечення ракетних військ і артилерії Сухопутних військ Збройних Сил

України. - Суми : СумДУ, 2009. - С. 6-13. [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/21189>  
5. НДР “Положення - РБЗ”. – Суми НЦ БЗ РВ і А Сум ДУ, 2008. – 115 с.  
6. Інновації для армії. Система для артилеристів ГІС “Арта” [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://life.pravda.com.ua/technology/2015/06/2/194846/>  
7. ГІС “Арта” - незаменимая помощь артиллеристу [Електронний ресурс] – Режим доступу <http://arta.center/#ua>.  
8. Дорожовець М. М. Опрацювання результатів вимірювань: навч. посіб. / М. М. Дорожовець – Нац. ун-т “Львів. політехніка”. – Л., – 2007. 624 с.

## КОНЦЕПЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗВУКОВОЙ АРТИЛЛЕРИЙСКОЙ РАЗВЕДКИ НА БАЗЕ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Роман Владимирович Кочан (д-р техн. наук, доцент)  
Богдан Ростиславович Трэмбач

Национальный университет “Львовская политехника”, Львов, Украина

*Проанализированы недостатки средств звуковой артиллерийской разведки Вооруженных Сил Украины. Синтезирована структура предложенной распределенной автоматической системы звуковой артиллерийской разведки, которая реализуется как распределенная система автономных звукоприемников, расположенных на местности с известными географическими координатами, подключенных с помощью беспроводных каналов связи к серверу. Предложенная система, за счет автоматического исполнения всех необходимых операций компонентами системы, обеспечивает уменьшение времени обнаружения и идентификации целей по сравнению с существующими средствами. Использование средств спутниковой навигации, а также возможность подключения/отключения звукоприемников в процессе работы обеспечивает адекватность работы системы при изменении положения и количества звукоприемников, что позволяет целенаправленно переконфигурировать систему при изменении оперативной обстановки. Синтезированы функции компонентов предложенной системы. Обоснована целесообразность реализации этой системы на базе системы сотовой связи. Что позволяет строить звукоприемники на базе терминалов сотовой связи с установленным*

специализированным программным обеспечением. Очерчен круг задач, требующих решения для внедрения предложенной системы.

**Ключевые слова:** звуковая разведка; распределенная система.

## THE CONCEPT OF THE DISTRIBUTED AUTOMATIC SYSTEM OF SOUND ARTILLERY INTELLIGENCE BASED ON CELLULAR COMMUNICATION

*Roman V. Kochan (Doctor of Technical Sciences, Associate Professor)*  
*Bogdan R. Trembach*

*Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine*

There is analyzed the disadvantages of equipment for artillery sound intelligence of Armed Forces of Ukraine. It is synthesized the structure of proposed distributed system for automatically artillery sound intelligence, which is implemented as distributive system of the set of autonomous sound sensors located on the area with defined geographical coordinates connected to the server via wireless communication channels. The proposed system provides time decreasing of targets detection in comparison with existed equipment. It is achieved by automatic execution of all functions by all components of the system. Implementation of space based navigation technology and opportunity of hot swapping of sound sensors provides purposeful reconfiguration of the system in the condition of changing military situation. There re synthesized functions of all components of proposed system. There is showed that it is rational to implement the proposed system on cellular communication system. It provides development sound sensors based on cellular phones with installed special software. There are lighted the set of outstanding tasks for implementation of the proposed system.

**Keywords:** sound intelligence; distributive system.

### References

1. **Talanov A.V.** (1948), Sound intelligence of artillery. [Zvukovaja razvedka artillerii], Publishing house of ministry of military forces of USSR, Moscow, 404 p.
2. **Krivosheev A.M.**, Petrenko V.M., Pryhod'ko A.I. (2014), Basic of artillery intelligence [Osnovy artylerijs'koi rozvidky], Sumy State University, Sumy, 393 p.
3. **Trofymenko P.E.**, Filipenko Y.G. (2009), Sound intelligence station – 100 years [Zvukometrychnij stantsii rozvidky – 100 rokov], Visnyk SumDU, No 3, pp. 198–202.
4. **Latın S.P.** (2009), State of the art and future investigation of the questions of combat support of missiles and artillery [Stan ta perspektyvy doslidjen' pytan' bojovogo zabezpechennja raketnyh vijs'k i artillerii], Perspektyvy ta shljahy rozvytku bojovogo zabezpechennja raketnyh vijs'k I artillerii Suhoputnyh vijs'k Zbrojnyh Syl Ukrainy, Sumy State University, Sumy, pp. 6-13. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/21189>.
5. **R&D Project** Position RB3 [NDR Polojenie – RB3], Sumy NC BZ RViA, Sumy State University, 2008, 115 p.
6. **Innovations for** military forces. System for artillery GIS “Arta” [Innovatsii dla armii. Systema dla artillerii GIS “Arta”] URL: <http://life.pravda.com.ua/technology/2015/06/2/194846/>
7. **GIS “Arta”** - an indispensable support for artillerists [GIS “Arta” – nezamenimaja pomosch artileristui] URL: <http://arta.center/#ua>.
8. **Dorojovets M.M.** (2007), Measurement results processing [Opracuvannja rezultativ vymirjuvan' ], Lviv Ntional Politechnic University, Lviv, 624 p.

Отримано: 09.03.2016 року.

*Ігор Борисович Кузнецов (канд. техн. наук, доцент)*

*Олексій Вікторович Алексеєнко (канд. техн. наук, доцент)*

*Віктор Павлович Гудима*

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## ПРІОРИТЕТНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

*Здійснено аналіз робіт закордонних та вітчизняних авторів з пошуку критеріїв оцінки ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки.*

*Запропоновано пропозиції щодо використання нових критеріїв та показників оцінки ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки, які на відміну від існуючих враховують кількість озброєння та військової техніки, дозволяють оцінювати ефективність функціонування системи за визначеними критеріями та показниками в залежності від структури її елементів і значно спрощує визначення потреби у силах та засобах.*

*Запропонована методика оцінювання ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки, яка на відміну від існуючої враховує використання можливостей метрологічних частин та підрозділів в залежності від структури системи метрологічного забезпечення та відповідного навантаження, що дозволяє обґрунтувати необхідну (раціональну) організаційно-штатну структуру і способи застосування сил і засобів метрологічного забезпечення.*

*Наведені основні напрямки та тенденції розвитку системи метрологічного забезпечення. Здійснено порівняльний аналіз систем метрологічного забезпечення з пошуку оптимальних критеріїв оцінки ефективності метрологічного забезпечення експлуатації зразків озброєння та військової техніки.*

***Ключові слова:** критерії оцінки ефективності; метрологічне забезпечення (МлЗ) експлуатації зразків озброєння та військової техніки (ОВТ).*

### Вступ

**Постановка проблеми.** Сучасний етап технічного розвитку передових держав світу характеризується пріоритетним розвитком, як ОВТ, так й засобів метрологічного забезпечення (МлЗ) експлуатації зразків ОВТ, як одного з найважливіших компонентів забезпечення їх надійної експлуатації. Досягнутий збройними силами розвинутих країн технологічний рівень дозволяє їм приймати на озброєння найновітніші зразки ОВТ виявлення та враження цілей, які за своїми характеристиками в декілька разів перевищують своїх попередників з часу підготовки до застосування, дальності, точності та ефективності враження цілей та ін., але в той же час удосконалення технічного рівня ОВТ приводить до збільшення у 7, 2 рази параметрів, які контролюються, що приводить до збільшення часу на вимірювання до 40-90% при підготовці ОВТ до застосування. Так, значення цих показників для комплексів протиповітряної оборони складає 35-40%, для сучасних літаків – 47-55%, для складних радіолокаційних систем – до 90%.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Виконання вимог Воєнної доктрини України та Державної комплексної програми реформування і розвитку Збройних Сил (ЗС) України, а також розробка з прийняттям на озброєння сучасних та

перспективних комплексів ОВТ викликає необхідність вдосконалення засобів вимірювальної техніки (ЗВТ), які б за своїми характеристиками випереджували подальший розвиток та вдосконалення ОВТ, вимагаючи при цьому безперервного моніторингу сучасного стану розвитку ЗВТ у ЗС передових держав світу, визначення нових напрямків та тенденцій їх розвитку, а також здійснення пошуку пріоритетних критеріїв оцінки ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ, що можна відстежити з робіт закордонних та вітчизняних авторів [1-8].

Слід зазначити, що питанню пошуку критеріїв оцінки ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ приділялося достатньо уваги, але запропоновані авторами критерії не в повній мірі задовольняють сучасні вимоги до ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ та зводяться до мінімізації витрат на функціонування системи МлЗ збройних сил.

Враховуючи це, **метою статті**, є обґрунтування пропозицій щодо впровадження нових критеріїв та показників оцінки ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ, які б відповідали вимогам сьогодення.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Питання підвищення ефективності систем метрологічного забезпечення, удосконалювання їх структур неодноразово досліджувалися як в



Україні, так і за її межами. У галузі моделювання структури і процесів функціонування систем забезпечення єдності вимірювань дослідження проводили Коротков Б. В., О. Л. Кудрявцев, Ю. В. Тарбєєв, В. Л. Грановський, А. Л. Кримштейн, В. М. Чинков, В. Ф. Толстиков та ін.; дослідження процесів функціонування метрологічних підрозділів здійснювались А. Г. Архіпенко, Р. П. Покровським, А. В. Петровим та ін.

Найбільш повно проблема створення методології синтезу системи МлЗ, розробки на цій базі нових засобів та методів відтворення одиниць фізичних величин та передачі їх розмірів, організаційних основ побудови і функціонування системи забезпечення єдності і точності вимірювань досліджена у працях Камінського В. Ю. Однак у вказаній роботі проведено дослідження питань оптимізації загальної структури військової системи МлЗ Збройних Сил, а також засобів і методів забезпечення єдності і точності вимірювань, задіяних лише на вищому рівні повірочних схем.

Проведений аналіз наукових досліджень у галузі розробки моделей складних організаційно-технічних систем і методів оптимізації їх характеристик показує, що питання розробки методики ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ, вибору раціональних критеріїв та показників оцінювання ефективності за конкретними обставинами знаходяться у стадії формування загальних принципів їх вирішення, а проведені у цій галузі дослідження спрямовані на отримання часткових результатів.

Існуюча структура системи МлЗ експлуатації зразків ОВТ передбачала наявність регіональних метрологічних частин (РМЧ), видових баз метрологічного забезпечення (БМЗ) та військових метрологічних лабораторій (ВМЛ), функціонування яких значно залежало від наявності ЗВТ, що знаходяться в місцях застосування в працездатному стані.

На основі аналізу здійснення МлЗ військових частин (підрозділів) під час виконання завдань в антитерористичній операції та функціонування існуючої системи МлЗ експлуатації зразків ОВТ можливо зробити висновки, що критерії та показники за якими оцінюється ефективність не відповідають сучасним вимогам. Скорочення сил і засобів призводить до суттєвого збільшення навантаження на систему, збільшуються витрати часу на проведення робіт з МлЗ експлуатації зразків ОВТ та потребує корегування завдань, організаційно-штатної структури, впровадження нових видів не тільки ОВТ, а і засобів вимірювальної техніки.

Виходячи з цього, виникає необхідність моделювання функціонування системи МлЗ в сучасних умовах у відповідності до змін завдань та структури метрологічних частин та підрозділів (МЧП) МлЗ.

Постійна оптимізація структури системи МлЗ у

відповідності до сучасних вимог, адаптація до стандартів НАТО призводить до суттєвих змін критеріїв та показників функціонування системи МлЗ експлуатації зразків ОВТ в сучасних умовах.

Аналіз існуючих методик оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ вказує на те, що моделювання ефективності функціонування здійснювалося за допомогою уявлення системи МлЗ як системи масового обслуговування, що не дозволяло врахувати структуру МЧП та частоту розподілу ресурсу в залежності від їх можливості. Крім того загальний функціонал визначення ефективності МлЗ складався з кількісних та якісних показників, обмежень, що не пов'язані за сутністю та фізичним змістом.

$$\{(f1 \in F1) \rightarrow (q0 \in Q0)\}^{opt} \sim C = \min C^* \quad (1)$$

$$*(Q1, Q2, Q3, S, W, V, DV, W1, V1, U, T1, T2, F0, I, J, N, M1, F, R)$$

при:  $(Q1, Q2, Q3, S, W, V, DV, W1, V1, T1, F1, I, J, N, F) = \text{Constant}$  ;

$$(M1, U, R, T2, Q0) = \text{Var} ;$$

$$\text{fore} = \text{luntil4} ;$$

$$N_0 \cdot P_0 \geq N^* \cdot P^*$$

$$M \geq M^*$$

$$A \geq A^*$$

де:  $N_0, P_0, N^*, P^*$  - фактичне значення кількості одиниць ЗВ та оперативності (ймовірності знаходження парку ЗВ у місцях експлуатації в справному стані) системи та вимог до цих показників відповідно;

$A, M, A^*, M^*$  - значення показників автономності та мобільності та вимоги до них;

$\bar{N}$  - воєнно-економічні показники;

$F_T, F$  - сили технічного та метрологічного забезпечення;

$v, v1$  - парк ОВТ та його характеристики;

$N$  - парк вимірювальної техніки;

$M1, R, U$  - множина метрологічних частин та підрозділів(МЧП);

$Q1$  - метрологічні характеристики МЧП;

$Q2$  - технічні характеристики МЧП;

$Q3$  - методи та засоби передачі одиниць фізичних величин;

$S$  - транспортна мережа між підрозділами;

$DV$  - показник укомплектованості військ ОВТ;

$Q0$  - потоки вимірювальної техніки до МЧП;

$I$  - військові частини та підрозділи;

$J$  - види та роди військ;

$w, w1$  - оперативні характеристики сил сторін та їх дислокація;

$T1$  - інтервал функціонування системи МлЗ;

$T2$  - множина параметрів часу обслуговування ОВТ.

Таким чином, виникає необхідність моделювання функціонування системи МлЗ з урахуванням структури МЧП з відповідними можливостями:

$$N_{\text{ОВТ}} = f(x_1, x_2) \quad (2)$$

де:  $x_1$  - варіант структури системи МлЗ;

$x_2$  - можливості сил і засобів з урахуванням частоти розподілу ресурсу в залежності від структури.

Виходячи з проведених розрахунків та експериментів запропоновані критерії та показники оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ наведено в таблиці 1

Запропонована система критеріїв та показників оцінки ефективності системи МлЗ, яка на відміну від існуючої враховує кількість ОВТ, дозволяє оцінювати ефективність функціонування системи за визначеними критеріями та показниками в залежності від структури її елементів і значно спрощує визначення потреби у силах та засобах.

Таблиця 1

**Критерії та показники оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ**

ІСНУЮЧА	ПРОПОНУЄТЬСЯ
<i>Загальні критерії оцінки МлЗ</i>	
- витрати на функціонування – (С); - час перебування ЗВТ на повірці (калібровці) – ( $T_{об}$ ); - наявність приладів, що знаходяться в черзі на повірку (калібрування) – (L).	- кількість ОВТ, що відновлено силами та засобами МЧП – $N_{овт}$
<i>Показники оцінювання ефективності МлЗ</i>	
<i>Для окремого об'єкту вимірювань:</i>	
- укомплектованість придатними до застосування ВЗВТ (за 4-х бальною шкалою); - підготовленість особового складу до виконання вимірювання (підготовлений або не підготовлений);	- укомплектованість придатними до застосування ВЗВТ (за 4-х бальною шкалою); - підготовленість особового складу до виконання вимірювання (підготовлений або не підготовлений);
<i>Для зразків ОВТ:</i>	
Метрологічне обслуговування: - проведено - не проведено	- кількість зразків підлягаючих метрологічному обслуговуванню – $N_{обсл}$
<i>Для військових частин:</i>	
Військова частина оцінена на: - відмінно; - добре; - задовільно; - не задовільно	- максимальна кількість зразків озброєння, на яких здійснювались заходи МлЗ – $N_{max}$

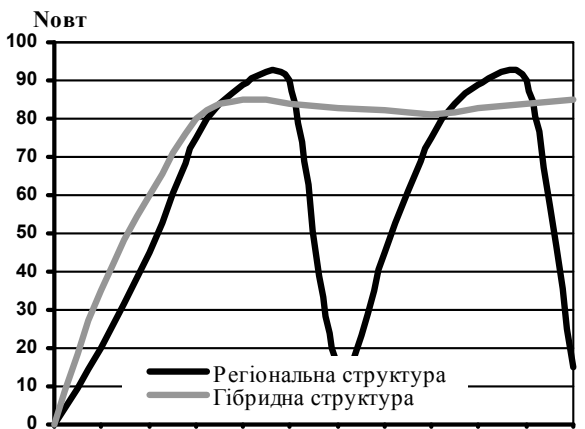


Рис.1 Характер зміни критерію оцінки ефективності в залежності від часу

Крім того, загальний характер зміни критерію оцінки ефективності в залежності від часу наведено на рис.1.

Як видно з рис.1 врахування структури частин, підрозділів МлЗ, частоти розподілу ресурсу в залежності від їх можливостей, дозволяє підтримувати необхідний рівень ефективності системи протягом її функціонування.

Запропонована методика оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ може бути представлена у вигляді алгоритму (рис.2.).



Рис. 2 Методика оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ

З даних наведених на рис.2 виходить, що моделювання функціонування системи МлЗ здійснюється за допомогою загального критерію (кількості ОВТ, що підлягало метрологічному обслуговуванню (МлО) силами та засобами МЧП), основного та додаткових показників, які взаємодіють між собою та враховують можливості МЧП в залежності від структури системи МлЗ.

Запропонована методика оцінювання ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ на відміну від існуючої враховує використання можливостей МЧП в залежності від структури системи МлЗ та відповідного навантаження, що дозволяє обґрунтувати необхідну (раціональну) організаційно-штатну структуру і способи застосування сил і засобів МлЗ.

**Висновки й перспективи подальших досліджень**

Таким чином, запропоновані критерії та показники оцінки ефективності МлЗ експлуатації зразків ОВТ дозволяють враховувати використання можливостей МЧП в залежності від структури та відповідного навантаження, обґрунтувати необхідну (раціональну) організаційно-штатну структуру та способи застосування сил і засобів МлЗ в сучасних умовах.

*Література*

1. **Ігнатенко Л. М.** Состояние и направление развития систем метрологического обеспечения в Вооруженных Силах Украины / Ігнатенко Л. М., Каминський В. Ю. // Наука и оборона – 1995. – Вып. 2. – С. 3-22 2. **Державна** комплексна програма реформування і розвитку Збройних Сил України на період до 2017 року. – К.: Преса України, 2013. – 40 с. 3. **Коротков Б.В.** Оцінка функціонування системи метрологічного забезпечення в умовах бойових дій за досвідом Афганістану / Коротков Б.В. // Український метрологічний журнал. – 1997 р., №3, с.53-56. 4. **Пашкевич І. Д.** Основи метрологічного забезпечення у сфері оборони на сучасному етапі / Пашкевич І. Д. // Наука і оборона: науково-теоретичний та науково-практичний журнал Міністерства оборони України. – К., 2007 – №4. – С.35-40. 5. **Миколайчик М. М** Критерії оцінювання ефективності метрологічного забезпечення / Миколайчик М. М, Столярчук П. Г. // Система обробки інформації. – Л. 2011 - №2. – С.106-108. 6. **Лесун И. В.**

Основные направления развития метрологического обеспечения вооружения и военной техники / И. В. Лесун // Сборник. Оборонный комплекс РФ: Состояние и перспективы развития. М. – С.447-454. 7. **Бойко В.М.** Анализ научных исследований для обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности Российской Федерации / Бойко В.М., Гаврилов А.Б., Рондин Ю.П., Кузнецов И.Б., Гудима В.П. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони № 1(22)/2015 – Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 2015. – С. 165-172. 8. **Яковлев М.Ю.** Використання теорії масового обслуговування для моделювання системи відновлення та метрологічного обслуговування військових засобів вимірювальної техніки / Яковлев М.Ю., Прибілев Ю.Б., Гудима В.П. // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони № 1(22)/2015 – Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, 2015. – С. 144-149.

**ПРИОРИТЕТНЫЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБРАЗЦОВ ОБЪЕКТОВ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ**

*Игорь Борисович Кузнецов (канд. техн. наук, доцент)  
Алексей Викторович Алексеенко (канд. техн. наук доцент)  
Виктор Павлович Гудыма*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*Осуществлен анализ работ зарубежных и отечественных авторов по поиску критериев оценки эффективности метрологического обеспечения эксплуатации образцов вооружения и военной техники.*

*Даны предложения по использованию новых критериев и показателей оценки эффективности метрологического обеспечения вооружения и военной техники, которые в отличие от существующих учитывают количество вооружения и военной техники, позволяющие оценивать эффективность функционирования системы по определенным критериям и показателям в зависимости от структуры ее элементов и значительно упрощает определение потребности в силах и средствах.*

*Предложена методика оценки эффективности метрологического обеспечения эксплуатации образцов вооружения и военной техники, которая, в отличие от существующей, учитывает использование возможностей метрологических частей и подразделений в зависимости от структуры системы метрологического обеспечения и соответствующей нагрузки, что позволяет обосновать необходимую (рациональную) организационно-штатную структуру и способы применения сил и средств метрологического обеспечения.*

*Приведены основные направления и тенденции развития системы метрологического обеспечения. Осуществлен сравнительный анализ системы метрологического обеспечения по поиску оптимальных критериев оценки эффективности метрологического обеспечения эксплуатации образцов вооружения и военной техники.*

*Ключевые слова:* критерии оценки эффективности; метрологическое обеспечение (МЛЗ) эксплуатации образцов вооружения и военной техники (ВВТ).

**THE PRIORITY CRITERIA FOR METROLOGICAL PROVISION EFFICIENCY ASSESSMENT OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT EXPLOITATION**

*Ihor B. Kuznetsov (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)  
Oleksii V. Alekseienco (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)  
Viktor P. Hudyma*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*Carried out the analysis of works of foreign and domestic authors in search of criteria for evaluating the effectiveness of metrological provision of armaments and military equipment.*

*The proposals made for new criteria and indicators for assessing the effectiveness of metrological provision of armaments and military equipment, which unlike the existing ones account for the amount of weapons and military equipment, allow to estimate the efficiency of the system due to criteria and indicators depending on the structure of its elements and greatly simplifies determination of the need for forces and means.*

*Proposed the technique of efficiency estimation of metrological provision of operation of armaments and military equipment, which, unlike the existing takes into account the possibilities of metrological units, depending on the structure of the system of metrological assurance and the corresponding workload that can justify the necessary (rational) organizational structure and ways of application of forces and means of metrological assurance.*

*It is spoken in detail about primary courses and tendencies of metrological provision system development. It is given analysis and comparison of scientific works on search of optimal criteria for assessing of effectiveness of metrological provision of the exploitation armament and military equipment.*

**Keywords:** *criteria for efficiency assessment; metrological provision of the exploitation armament and military equipment.*

### References

- 1. Ihnatenko L.M.** (1995), The state and direction of development of systems of metrological support of the Armed Forces of Ukraine, [*Sostojanie i napravlenie razvitiia sistem metrologicheskogo obespechenija v Vooruzhennyh Silah Ukrainy*] Ihnatenko L.M., Kamynskyi V.Yu., Science and defence, Issue 2, pp. 3-22.
- 2. The state** comprehensive program of reforming and development of Armed Forces of Ukraine till 2017 (2013), [*Derzhavna kompleksna prohrama reformuvannia i rozvytku Zbroinykh Syl Ukrainy na period do 2017 roku*] Kyiv: Ukraine press, 40p.
- 3. Korotkov B.V.** (1997), Assessment of the functioning of the system of metrological provision in the combat experience of Afghanistan. [*Otsinka funktsionuvannia systemy metrolohichnoho zabezpechennia v umovakh boiovykh dii za dosvidom Afhanistanu*], Korotkov B.V., Ukrainian Metrology journal, No 3, p. 53-56.
- 4. Pashkevych I.D.** (2007), Fundamentals of metrological support in the field of defense at the present stage, [*Osnovy metrolohichnoho zabezpechennia u sferi oborony na suchasnomu etapi*], Science and defence: scientific and theoretical, scientific and practical journal of the Ministry of defense of Ukraine, Kyiv, No 4, pp. 35-40.
- 5. Mykolaichyk M.M., Stoliarchuk P.H.** (2011), The criteria for the assessment of the effectiveness of metrological providing, [*Kryterii otsiniuvannia efektyvnosti metrolohichnoho zabezpechennia*], The information processing system. Lviv, №2, pp. 106-108.
- 6. Liesun I.V.** (2011) The main directions of development of metrological provision of armaments and military equipment, [*Osnovnye napravleniia razvitiia metrologicheskogo obespecheniia vooruzheniia i voennoi tekhniki*], Defense complex of Russia: Condition and development prospects. Moscow, No 7, pp. 447-454.
- 7. Boiko V.M.** (2015), Analysis of scientific studies aimed at ensuring the uniformity of measurements in the field of defense and security of the Russian Federation, Boiko V.M., Gavrylov A.B., Rotldin Y.P., Kuznetsov I.B., Hudyma V.P., Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence № 1 (22), National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky 2015, pp. 165-172.
- 8. Yakovlev M.Y.** (2015) The use of waiting theory for modeling the recovery and metrological service of military measuring equipment system, [*Vykorystannia teorii masovoho obsluhovuvannia dlia modeliuвання systemy vidnovlennia ta metrolohichnoho obsluhovuvannia viiskovykh zasobiv vymiriuvalnoi tekhniki*], Yakovlev M.Y., Pribyliev Y.B., Hudyma V.P., Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence № 1 (22)/2015, National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky 2015, pp. 144-149.

Отримано: 06.04.2016 року.

<sup>1</sup>Євген Віцентрович Лебідь<sup>1</sup>Григорій Данилович Радзівілов (канд. техн. наук)<sup>2</sup>Анатолій Анатолійович Кизима<sup>2</sup>Ігор Ігорович Кулинич<sup>1</sup>Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна<sup>2</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## АНАЛІЗ ДІЇ ФЛУКТУАЦІЙНИХ ЗАВАД НА ЦИФРОВУ СИСТЕМУ ФАЗОВОГО АВТОПІДСТРОЮВАННЯ ЧАСТОТИ

У статті розглядаються питання випадкових завад системи фазового автопідстроювання частоти які впливають на еталонний сигнал. Досліджено вплив флуктуаційних завад системи ФАПЧ для оцінки фільтруючих властивостей при слабких флуктуаціях завад на вході системи ФАПЧ. Розглянуто використання системи ФАПЧ в якості фільтра фази в системах з пропорційно-інтегруючим та RLC-фільтром.

**Ключові слова:** система ФАПЧ; дисперсія фази; коефіцієнт фільтрації фази.

### Вступ

**Постановка проблеми.** На практиці в системі фазової автопідстройки частоти (ФАПЧ) мають місце завади випадкового характеру, наприклад у вигляді флуктуаційного шуму, накладеного на опорний сигнал.

Шуми, проникаючи в систему ФАПЧ разом з опорним сигналом, викликають паразитну модуляцію керованого генератора, що знижує якість роботи системи ФАПЧ.

При малих завадах допустима лінеаризація характеристики фазового детектора (ФД) у невеликій області, що охоплює точку стійкої рівноваги, вирішується просто [1]. Однак навіть при малих завадах аналіз дії флуктуаційних завад на цифрову систему фазового автопідстроювання частоти (ФАПЧ) значно відрізняється від аналізу впливу детермінованих перешкод. Так, при гармонійній заваді фільтруюча здатність системи повністю визначається її передавальною функцією. За відомим значенням зазначеної функції і параметрами завади можна визначити параметри відхилення фази керованого генератора (КГ). При випадкових перешкодах відхилення фази КГ мають випадковий характер, тому необхідно використовувати статистичні характеристики випадкових процесів, такі як функції розподілу, енергетичний спектр і дисперсія.

### Викладення основного матеріалу дослідження

Розглянемо випадок коли флуктуаційному збуренню підлягає фаза еталонного сигналу, а його амплітуда постійна. Це відповідає флуктуаційній модуляції фази еталонного сигналу за відсутності шуму, або при наявності усунення амплітудної модуляції сигналу на вході системи ФАПЧ. При цьому результатуючі коливання на вході системи можна представити у вигляді

$$u_{\text{вх}}(t) = E(t) \cos[\omega_{\text{ОГ}} t + \phi_{\text{ОГ}} N(t)],$$

де  $\phi_{\text{ОГ}} N(t) = \phi(t) + \phi_N(t)$ ,

$$E(t) = \sqrt{[A(t) + U]^2 + C^2(t)}.$$

Отже, дія шуму призводить до додаткової амплітудно-фазової модуляції сигналу на вході системи ФАПЧ. Якщо амплітудна модуляція усувається, то вхідний сигнал системи залишається модульованим тільки по фазі.

При паразитній модуляції опорного коливання нормальним флуктуаційним шумом з енергетичним спектром  $S_{\Delta\phi}(\omega)$  відповідно з роботою Б. Р. Левіна [2] дисперсія фази вихідного сигналу КГ системи ФАПЧ дорівнює:

$$\sigma_{\Delta\phi}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} |W_{\Delta\phi\Delta\phi_0}(i\omega)| S_{\Delta\phi}(\omega) d\omega. \quad (1)$$

де  $W_{\Delta\phi\Delta\phi_0}(i\omega) = \frac{\Delta\phi(i\omega)}{\Delta\phi_0(i\omega)}$  – комплексна частотна

характеристика (КЧХ) системи ФАПЧ, що є відношенням відповідно комплексних зображень миттєвих відхилень фаз керованого та опорного генераторів.

Як впливає з еквівалентних схем, що відображають реакцію системи ФАПЧ на паразитні збільшення частоти сигналу опорного генератора [3],

$$W_{\Delta\phi\Delta\phi_0}(i\omega) = W_{\Delta f\Delta f_0}(i\omega),$$

де  $W_{\Delta f\Delta f_0}(i\omega) = \frac{\Delta f(i\omega)}{\Delta f_0(i\omega)}$  – КЧХ системи ФАПЧ.

У цьому випадку формулу (1) можна записати у вигляді

$$\sigma_{\Delta\phi}^2 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} |W_{\Delta f\Delta f_0}(i\omega)| S_{\Delta\phi}(\omega) d\omega, \quad (2)$$

У випадку рівномірного енергетичного спектру флуктуаційного шуму вираз (2) можна переписати у вигляді

$$\sigma_{\Delta\phi}^2 = \frac{1}{2\pi} S_{\Delta\phi} \int_{-\infty}^{+\infty} |W_{\Delta f\Delta f_0}(i\omega)|^2, \quad (3)$$

Так як реальні пристрої мають обмежену смугу пропускання, представляється доцільним

обмежити смугу частот шумової фазової модуляції значенням  $\omega_{ш}$ , рівним смузі робочих частот генератора шумових сигналів при вимірюванні ширини смуги частот випромінювання передавача.

У цьому випадку з виразу (3) отримаємо

$$\sigma_{\Delta\phi}^2 = \frac{1}{2\pi} S_{\Delta\phi} \int_{-\infty}^{+\infty} |W_{\Delta\phi f_0}(i\omega)|^2 d\omega = S_{\Delta\phi} \Delta F_{ш}, \quad (4)$$

де  $\Delta F_{ш}$  – шумова смуги системи ФАПЧ, визначена наступним виразом:

$$|W_{\Delta\phi}(i\omega)| = \frac{\sqrt{\left\{1 + \omega^2 \left[ m^2 T_p^2 - T_p T_{sp} (1-m) \right] \right\}^2 + \omega^2 T_{sp}^2 \left[ 1 - m T_p^2 \omega^2 \right]^2}}{\left( 1 - \omega^2 T_p T_{sp} \right)^2 + \omega^2 \left( T_{sp} + m T_p \right)^2} \quad (6)$$

Розглянемо випадок використання системи ФАПЧ як фільтра фази. Для визначення коефіцієнта фільтрації фази необхідно знати величину її дисперсії на виході системи:

$$S_{\phi N_1}(\omega) = \frac{b}{\Pi \left[ h^2 + \left( \frac{\omega}{\Pi} \right)^2 \right]^2} \quad (7)$$

$$\Phi_{\phi} = \frac{\sigma_{\phi}^2}{\sigma_{\phi 0}^2} = \frac{am^2(m+2a)T_p^3 + [a^2m^2 + 2a(a+m)^2]T_p^2 + a^2m(m+a)T_p^2 + (a+m)[2am(1+a) + a^2(a+m)]T_p^2 + (4a^2 + 4am + m)T_p + 1 + 2a}{a^2m(m+a)T_p^2 + (a+m)[2am(1+a) + a^2(a+m)]T_p^2 + (4a^2 + 4am + m)T_p + 1 + 2a} \rightarrow \frac{1}{[2a(1+m) + m(1+a)](1+a)T_p + (1+a)^2} \quad (8)$$

Модуль комплексно-передавальної функції системи з RLC-фільтром має вигляд

$$|W_{\Delta\phi}(i\omega)| = \frac{1}{\sqrt{(1 - kdT_{sp}\omega^2)^2 + T_{sp}^2(1 - k^2\omega^2)^2}} \quad (9)$$

$$\Phi_{\phi} = \frac{2av^2d + 4a(1+v^2)d^2 + [2a(1+v^2)^2 + 1 - 4v^2]d - k}{a^2v^2d^3 + \frac{v^2}{k} [2(v^2a + 1) - v^2]d^2 + [(1+a)(2av^2 + 1 + a)]d - k} \rightarrow \frac{-2v - 4v^3}{+a^2v^4 - 2v^2(av^2 - 1)d - k[(1+a)(2av^2 + 1 + a) + a^2v^4]} \quad (10)$$

де  $v = ka = \frac{\Pi}{\omega_{п}} 0,93\pi$

Ефективність застосування ППФ та RLC-фільтрів та комбінації його параметрів визначимо шляхом порівняння величин  $\Phi_{\phi}$  при постійному значенні  $\omega_3$ .

Найкращою системою ФАПЧ будемо рахувати ту систему, яка має задану відносну смугу захоплення та найменший коефіцієнт фільтрації фази.

Порівняння залежностей проведемо чисельним методом при цьому задамо значення

$$\Delta F_{ш} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\omega_{ш}} |W_{\Delta\phi f_0}(i\omega)|^2 d\omega. \quad (5)$$

Поняття шумової смуги характеризує площа під кривою квадрата модуля КЧХ і часто виявляється зручним для практичних розрахунків.

Для оцінки фільтруючих можливостей системи ФАПЧ при слабких флюктуаційних завадах на вході введемо поняття коефіцієнта фільтрації фази з пропорційно-інтегруючим фільтром (ППФ) та RLC-фільтром [1].

Модуль комплексно-передавальної функції системи з ППФ має вигляд:

Підставивши формули (6) при  $(T_{sp} = 1)$  та (7),(1) і виконавши інтегрування, отримаємо вираз для коефіцієнта фільтрації фази системи ФАПЧ з ППФ:

Коефіцієнт фільтрації фази системи ФАПЧ з RLC-фільтром знайдемо підставивши в формулу

(1) формули (9) при  $(T_{sp} = 1)$  та (7)

$\frac{\Pi}{\omega_{п}}$ ,  $m, T_p$  – для системи з ППФ та  $k, d$  – для системи з RLC-фільтру за формулами (9),(10) розрахуємо величини  $\Phi_{\phi}$ .

Для тих самих значень визначимо величини  $\omega_3$  за формулами для системи ФАПЧ з ППФ

$$K_p(\omega) = \frac{1 + mT_y^2\omega^2}{1 + T_y^2\omega^2}$$

для системи ФАПЧ з RLC-фільтром

$$K_p(\omega) = \frac{1 - k\omega^2}{(1 - k^2\omega^2) + \omega^2 k^2 d^2}$$

$k=0,45$

Будуємо криві  $\omega_3 = f(\Phi_\phi)$  рис 1.

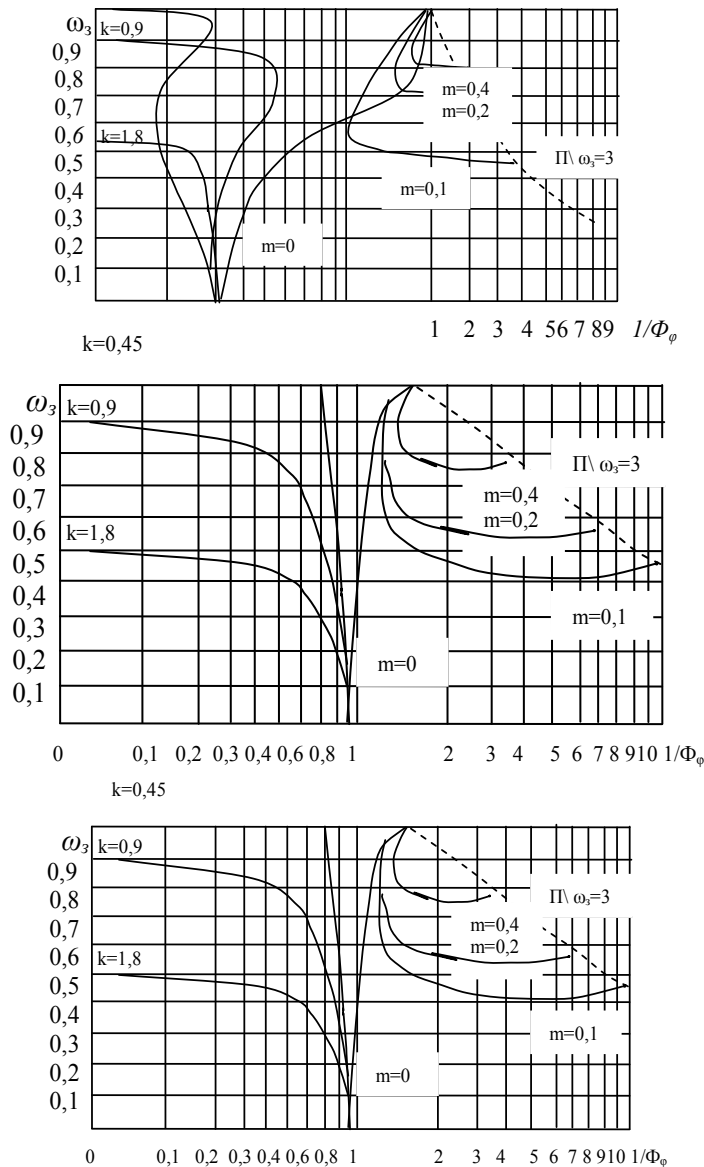


Рис. 1.

З рис .1 видно, що при малому відношенні  $\frac{\Pi}{\omega_\Pi}$   $T_p$  завжди вище чим в системі першого порядку ( $T_p = 0$ ).  
 залежність  $\omega_3$  від  $(\Phi_\phi)$  неоднозначна.

Тому потрібно вибирати параметри системи ФАПЧ і фільтра такими, щоб при заданій фільтрації отримати найбільше значення  $\omega_3$

**Висновки й перспективи подальших досліджень**

В системі ФАПЧ зі звичайним інтегруючим фільтром збільшення постійної часу  $T_p$  призводить до одночасному збільшенні дисперсії фази перебудованого генератора та зниженню смуги захоплення. Відповідно застосування такого фільтра недоцільно оскільки дисперсія фази перебудованого генератора при любому значенні

Дисперсія фази перебудованого генератора в системі ФАПЧ з RLC-фільтром при значеннях постійних коефіцієнтів  $k, d$  залишається вище ніж в системі з RC-фільтром. Відповідно застосування такого фільтра теж недоцільно.

Використання в системі з ППФ у якого значення дисперсії фази перебудованого генератора менше чим в системі першого порядку ( $\Phi_\phi \ll 1$ ). При фіксованому значенні коефіцієнта фільтрації частоти для зменшення зниження коефіцієнту фільтрації частоти  $\Phi_\phi$  потрібно вибрати достатньо велике значення  $T_p$ . Якщо  $mT_p \gg 1$  то вираз (8)

спрощується  $\Phi_{\phi} = \frac{m(m+2a)}{a(m+a)}$ . З цього виразу

можна зробити висновок, що при великому значенні  $T_p$  і заданій величині для зниження

$\Phi_{\phi}$  потрібно знижувати значення коефіцієнта фільтрації частоти. При цьому смуга захоплення також зменшується. Зі зменшенням значення коефіцієнта фільтрації частоти полоса захоплення зменшується повільніше ніж коефіцієнт фільтрації частоти.

### Література

1. Шахгильдян В. В. Системы фазовой автоподстройки частоты / В. В. Шахгильдян, А. А. Ляховкин. – Москва: Связь, 1972. 2. Левин Б. Р. Теоретические основы статической радиотехники : в 2 т. / Б. Р. Левин., 1974. – 552 с. 3. Печенин Е. А. Анализ действия флуктуационных помех на систему импульсно-фазовой автоподстройки частоты синтезаторов / Е. А. Печенин. // Вестник Воронежского института ФСИН России. – 2013. – №1. – С. 22–25. 4. Зайцев Г. Ф., Кривуца В. Г., Булгач В. Л., Радзивиллов Г. Д. Минимизация среднеквадратических ошибок и квадратичных интегральных оценок следящих систем с помощью разомкнутых и дифференциальных связей. – К.: ГУИКТ, 2006. – 185 с. 5. Зайцев Г.Ф., Радзивиллов Г. Д.

Противоречие между условиями минимизации СКО и квадратичной интегральной оценки в следящих системах с принципом управления по отклонению // Проблемы управления и информатики. – 2004. – № 1. – С. 48–59. 6. Зайцев Г. Ф., Булгач В. Л., Градобоева Н. В. Повышение показателей качества корреляционных систем: Мат. VIII Наук. конф. “Сучасні тенденції розвитку технологій в комунікаціях та освіті” (Київ, 24–25 листопада 2011р.). – К.: ДУІКТ, 2011. С. 226–231. 7. Комбинированная система фазовой автоподстройки частоты. Часть 3. Показатели качества системы / Г. Ф. Зайцев, В. Л. Булгач, А. П. Полоневич, А. П. Градобоева, 2012. – С. 64–68.

## АНАЛИЗ ДЕЙСТВИЯ ФЛУКТУАЦИОННЫХ ПОМЕХ НА ЦИФРОВУЮ СИСТЕМУ ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ

<sup>1</sup>Евгений Вицентович Лебедь

<sup>1</sup>Григорий Данилович Радзивиллов (канд. техн. наук)

<sup>2</sup>Анатолий Анатольевич Кизима

<sup>2</sup>Игорь Игоревич Кулинич

<sup>1</sup>Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Киев, Украина

<sup>2</sup>Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье рассматриваются вопросы случайных помех системы фазовой автоподстройки частоты которые влияют на эталонный сигнал. Исследовано влияние флуктуационных помех системы ФАПЧ, для оценки фильтрующих свойств при слабых флуктуациях помех на входе системы ФАПЧ. Рассмотрено использование системы ФАПЧ в качестве фильтра фазы, в системах с пропорционально-интегрирующим и RLC - фильтром.

**Ключевые слова:** система ФАПЧ; дисперсия фазы; коэффициент фильтрации фазы.

## ANALYSIS OF FLUCTUATION INTERFERENCE ON DIGITAL PHASE-LOCKED LOOP

<sup>1</sup>Yevhen V. Lebid

<sup>1</sup>Hryhorii D. Radzivilov (Candidate of Technical Sciences)

<sup>2</sup>Anatolii A. Kyzyma

<sup>2</sup>Ihor I. Kulynych

<sup>1</sup>Military Institute of Telecommunications and Informatization, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

In the article the questions of casual hindrances the system PLL of frequency are examined which influence on a standard signal. Investigated influence of fluctuation hindrances the system PLL of frequency, for the estimation filter properties at weak fluctuations of hindrances on the entrance the system PLL of frequency. Using the system PLL of frequency is considered as a filter phase, in the systems with proportionally - integrating and RLC - filter.

**Keywords:** PLL system; phase of dispersion; phase of filtration coefficient.

### References

1. Shahgil'djan V.V., Ljahovkin A.A. (1972). A phase-locked loop, [Sistemy fazovoj avtopodstrojki chastoty], Svjaz', Moscow, pp. 219-221. 2. Levin B.R. (1974). Theoretical Foundations of Radio static: in 2 volumes, [Teoreticheskie osnovy staticheskoy radiotekhniki : v 2 t.], Moscow, Sovetskoe radio, volume 2, 552 p. 3. Pechenin E.A., (2013). Analysis of impact of the fluctuation of interference on the system of pulse-phase-locked loop synthesizers, [Analiz dejstvija fluktuacionnyh pomeh na sistemu impul'sno-fazovoj avtopodstrojki chastoty sintezatorov], Vestnik Voronezhskogo instituta FSIN Rossii, No 1, pp. 22-25. 4. Zajcev G.F., Krivuca V.G., Bulgach V.L., Radzivilov V.L. (2006), Minimizing standard errors and quadratic integral estimates tracking systems using open-loop and differential constraints. [Minimizacija srednekvadraticeskikh oshibok i kvadratichnyh integral'nyh ocenok sledjashhijh sistem s pomoshh'ju razomknutyh i differencial'nyh svyazej], GUIKT, Kyiv, pp. 11-19.

5. Zajcev G.F., Radzivilov G.D. (2004), The contradiction between the terms of the MSE minimization of a quadratic integral and evaluation tracking systems with the principle of management by exception. [Protivorechie mezdu uslovijami minimizacii SKO i kvadratichnoj integral'noj ocnki v sledjashhijh sistemah s principom upravlenija po otkloneniju], Problemy upravlenija i informatiki, Vol. 1, pp. 48-59. 6. Zajcev G.F., Bulgach V.L., Gradoboeva N.V. (2011), Improving quality indicators correlation systems. [Povyshenie pokazatelej kachestva korreljacionnyh sistem], Suchasni tendentsii rozvytku tekhnolohii v komunikatsiakh ta osvity, Kyiv, pp. 226–231. 7. Zajcev G.F., Bulgach V.L., Polonevich A.P., Gradoboeva N.V. (2012). Combined phase-locked loop. Part 3: Indicators of Quality System, [Kombinirovannaja sistema fazovoj avtopodstrojki chastoty. Chast' 3. Pokazateli kachestva sistemy], Zv'jazok, No 3, pp. 64-68.

Отримано: 21.02.2016 року.



*Олександр Ігорович Литвиненко (канд. техн. наук)*

*Наталія Ігорівна Литвиненко (канд. техн. наук, с.н.с.)*

*Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна*

## ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ СУЧАСНОЇ ГЕОПРОСТОРОВОЇ РОЗВІДКИ

*Інтенсивний розвиток засобів дистанційного зондування Землі та комп'ютерних технологій призвели до утворення нового напрямку досліджень земної поверхні та об'єктів на ній, який має назву "геопросторова розвідка". Геопросторова розвідка об'єднує інформацію і методи геоінформаційної науки, космічної видової розвідки, картографії та інших суміжних галузей з метою оперативного визначення місця розташування об'єкту (процесу) на земній поверхні, його класифікацію, встановлення кількісних і якісних характеристик, аналізування, моделювання, прогнозування його стану в майбутньому. В якості вихідних даних геопросторова розвідка може використовувати космічні та аерофотознімки, векторні геопросторові дані, лідарні дані, картографічні матеріали, GPS-дані, а також будь-яку іншу інформацію, в тому числі текстову, що містить просторову складову. Завдяки високій ефективності та широкій сфері застосування геопросторова розвідка активно використовується у провідних країнах світу для забезпечення державних органів влади та силових відомств актуальною геопросторовою інформацією. У зв'язку з цим, в даній статті розглядаються основні принципи сучасної геопросторової розвідки, що формують перспективні напрямки застосування та розвитку цього виду діяльності в Україні.*

*Ключові слова:* GEOINT; геопросторова розвідка; ГИС; геоінформаційні системи.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Протягом всієї історії існування людство цікавилось питанням дослідження земної поверхні та розташування об'єктів на ній, прагнучи зрозуміти, що і де саме знаходиться за горизонтом зору. До XIX ст. для досягнення вказаних цілей людина використовувала лише власний зір, відображуючи цю інформацію на папері у вигляді карти – зменшеного зображення земної поверхні, виконаного за певними математичними законами у певній системі умовних знаків [1]. З розвитком технологій арсенал засобів, які дозволяють здобувати інформацію про місцевість і об'єкти на ній, суттєво розширився та якісно удосконалився. Винайдення фотографії ознаменувало новий період у можливостях людини щодо пізнання навколишнього світу. За допомогою даних пристроїв стало реальністю отримання зменшеного зображення поверхні Землі спочатку з повітряних куль та аеростатів, а потім і з літаків.

Наступним якісно новим етапом стало виникнення та розвиток видової космічної розвідки. Сучасна космічна техніка має унікальні можливості щодо глобального дослідження поверхні Землі [2]. Слід зазначити, що розвідка з космосу стала можливою в результаті бурхливого розвитку не тільки ракетної і космічної техніки, але й оптико-електроніки та радіоелектроніки. Космічна розвідка має істотні переваги перед іншими видами розвідки, у тому числі і перед авіаційною, а саме, відсутність обмежень за державними кордонами та наявність сприятливих умов для ведення розвідки за допомогою

технічних засобів з різними фізичними принципами дії, мала уразливість космічних апаратів тощо. Все це зробило можливим ведення глобальної розвідки за всіма наземними та морськими театрами військових дій, а також отримання цінної інформації про цивільні та військові об'єкти стратегічного й оперативно-тактичного призначення тих країн, що викликають безпосередній інтерес.

Величезні обсяги інформації дистанційного зондування Землі, які стали доступними завдяки бурхливому розвитку космічної галузі та які лавиноподібно збільшуються і в наш час, обумовили виникнення засобів та методів для її обробки. Використання комп'ютерних технологій призвело до суттєвого узагальнення, систематизації та удосконалення знань про методи дистанційного отримання інформації щодо стану об'єктів на земній поверхні. Широке поширення особливого класу інформаційних систем, який називають географічними інформаційними системами або скорочено геоінформаційними системами (англ. Geographical Information System, GIS), призвело до появи поняття „геопросторові дані”, під якими прийнято розуміти дані про просторові (геопросторові) об'єкти, що включають відомості про їх місцеположення, геометричні форми, інші просторові атрибути, а також семантичні характеристики цих об'єктів [3].

Геоінформаційні системи (ГІС) значно розширили можливості традиційної видової космічної розвідки, інтегруючи можливості геоінформаційної науки, картографії, фотограмметрії, навігації, геодезії у єдиний новий

напрямок – геопросторову розвідку (англ. Geospatial Intelligence, GEOINT).

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз наукових публікацій вітчизняних авторів показує, що питанням GEOINT в нашій державі приділяється недостатньо уваги, а поняття „GEOINT” розглядається на рівні базових визначень [4, 5].

Із закордонних джерел відомо, що GEOINT полягає в дослідженні та аналізі геопросторових даних, інформації (відомостей) і знань про визначений, географічно локалізований на поверхні Землі об’єкт або процес, в результаті чого описуються, оцінюються, візуалізуються його фізичні кількісні та (або) якісні характеристики.

Основу GEOINT у провідних зарубіжних країнах становлять системи, що забезпечують отримання геопросторової інформації з використанням оптико-електронних та радарних засобів. Ці системи є джерелом отримання детальних зображень об’єктів зацікавленості та територій, розташованих у будь-якій точці Землі, в мирний і воєнний час. Зокрема, космічні засоби оптико-електронної розвідки мають США, Великобританія, Франція, Німеччина, Російська Федерація, Японія і Китай. З метою оптимізації структури системи GEOINT у ряді країн створено єдині органи, що займаються GEOINT. Для прикладу, у Великобританії такий орган має назву Defence Geospatial Intelligence Fusion Centre (DIFC), аналогічні органи зі схожими завданнями функціонують в Австралії [6] – Australian Geospatial-Intelligence Organisation (AGO), США [7] – National Geospatial-Intelligence Agency (NGA), Канаді [8] – Canadian Forces Joint Imagery Centre, Німеччині – German Bundeswehr Geoinformation Centre та ЄС [9] – European Union Satellite Centre.

**Мета статті.** Враховуючи перспективність комплексного застосування методів і засобів GEOINT для силових відомств України, **метою даної статті** є дослідження сучасного значення та можливостей GEOINT, визначення можливих джерел геопросторових даних, а також аналіз досвіду використання GEOINT у провідних державах світу.

### Методи дослідження

У ході дослідження використані наступні методи: аналіз теоретичних джерел з проблематики GEOINT, вивчення та узагальнення передового досвіду розвитку та застосування GEOINT у провідних державах світу.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Інтерес до ГІС та геоінформаційних технологій значно підвищився останніми роками внаслідок отримання на їх основі ефективних рішень у багатьох областях людської діяльності. За допомогою даних систем вирішуються локальні, регіональні та глобальні завдання сталого розвитку об’єктів державної інфраструктури, забезпечення національної безпеки, використання

природних ресурсів, охорони довкілля тощо. Широкий суспільний інтерес до цієї теми зростає завдяки популярним веб-сервісам Google Maps, Google Earth, Yandex-карти, персональним супутниковим навігаційним пристроям GPS тощо. Користувачі мережі Інтернет за допомогою різноманітних сучасних гаджетів все більше аналізують сутність та явища реального світу, інтегруючи тематичну інформацію з електронними картами веб-сервісів. При цьому зовсім необов’язково володіти спеціальними знаннями у предметній галузі геоінформаційних технологій. Завдяки інтуїтивно легкому інтерфейсу після кількох хвилин знайомства з перерахованими та подібними веб-сервісами кожен з нас має змогу практично використовувати досягнення сучасних геоінформаційних і комп’ютерних технологій у власних цілях.

Сучасні ГІС розширюють методи дослідження світу, надаючи комп’ютерні інструменти для організації та оперування геопросторовими даними, моделювання процесів, що відбуваються в просторі, візуалізації цих даних, моделей і процесів за допомогою комп’ютерних засобів, спеціалізованих інструментів обробки й аналізу геопросторових даних, геопросторової інформації та геопросторових знань (названі поняття за змістом є досить схожими і використовуються залежно від ситуації: під геопросторовими даними розуміють сукупність вихідних даних перед їх опрацюванням; під геопросторовою інформацією – геопросторові дані, що пройшли обробку чи оцінку за допомогою дій користувача чи технічної системи; геопросторовими знаннями – упорядкування геопросторової інформації у супроводі роз’яснень або довідок (аналізу)).

Область застосування ГІС дуже швидко розвивається та охоплює все нові сфери життя і діяльності. ГІС почали відігравати істотну роль у діяльності людства. Причини такого успіху ГІС пояснюються наступним:

по-перше, високою ефективністю вирішень складних проблем засобами ГІС;

по-друге, величезною множиною сфер застосування ГІС, оскільки геопросторові дані є невід’ємною частиною повсякденного життя;

по-третє, доступністю для масового користувача потужних персональних комп’ютерів, на яких можлива реалізація складних програмних комплексів ГІС, що забезпечені легким для користувача інтерфейсом.

ГІС дозволили трансформувати такі взаємопов’язані класичні елементи, як видова космічна розвідка, польова розвідка місцевості (поля бою), картографічне забезпечення, геодезичні вимірювання, фотограмметричні роботи, у єдиний новий напрямок, відомий як GEOINT.

GEOINT працює із усією різноманітністю зображень, геопросторової інформації та послуг (сервісів), що відносяться до картографії, геодезії

та інших природничих сфер (рис. 1). GEOINT на сьогодні охоплює дані в діапазоні електромагнітних хвиль від ультрафіолетової до мікрохвильової частини спектру, геопросторові дані, відомості за результатами опрацювання зображень, їх дослідження, аналізу спектральних, просторових, часових, радіометричних і фазових характеристик, поляриметричних даних, інтегрованих інформаційних продуктів (утворених за даними кількох джерел), допоміжних і сигнатурних даних. Такі типи даних можуть бути здобуті стосовно стаціонарних і рухомих цілей засобами:

оптико-електронного спостереження (у спектрі інфрачервоних хвиль (IR, MWIR, SWIR, TIR), а також отримуючи панхроматичні, спектральні та багатоспектральні (мультиспектральні (MSI), гіперспектральні (HSI)), багатовимірні (HD) зображення);

радіолокаційного спостереження (через використання радіолокаційної синтезованої апертури та систем селекції рухомих цілей);

дистанційного зондування за допомогою різних активних і пасивних сенсорів;  
аналітичної діяльності.

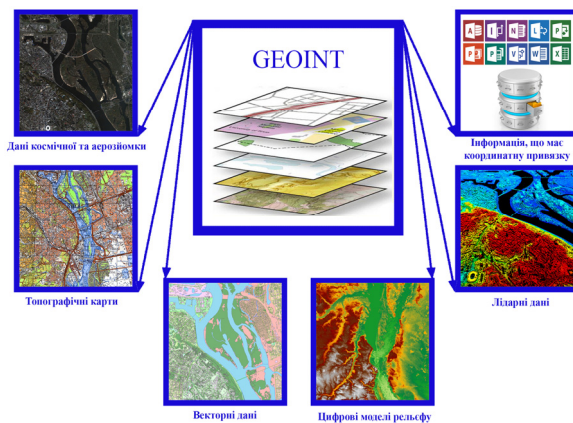


Рис. 1. Основні складові GEOINT

Завдання забезпечення військових і цивільних користувачів геопросторовими даними в США покладено на Національне агентство геопросторової розвідки (англ. National Geospatial-Intelligence Agency, NGA). Чисельність персоналу та бюджет Агентства засекречені, але, проаналізувавши відкриті джерела, можна зробити висновок, що бюджет становить приблизно 1,5 млрд. доларів, а штат налічує близько 14 500 співробітників [10].

На NGA покладено ряд задач, що значно перевищують стандартні задачі видової космічної розвідки. Вони займаються інтеграцією знань та інформації в цілісний просторово-часовий контент з метою підтримки актуального опису, пояснення та прогнозу результатів людської діяльності і поширення цієї інформації серед осіб, що приймають рішення.

Аналітики NGA вирішують наступні завдання: отримання, відображення, інтерпретація та аналіз

здобутих даних всіх типів для потреб державних військових формувань і національних (місцевих) управлінських органів. Їх робота розділена на кілька етапів:

ведення бази розвідувальних об'єктів і даних;  
систематизація та аналіз даних розвідки;  
виготовлення та поширення письмових, графічних і усних продуктів розвідки;  
розвиток та поширення нових технологій у сфері GEOINT;

виконання регіонального та функціонального аналізу військової сили, можливостей і уразливості країн (недержавних суб'єктів);

проведення аналізу, пов'язаного з навколишнім середовищем, моніторингом природних та антропогенних загроз, стихійних лих;

супроводження засобами GEOINT заходів по боротьбі з тероризмом;

встановлення єдиних стандартів геопросторової інформації;

розширення партнерства з національними агентствами, військовими командуваннями і службами, промисловими корпораціями та зарубіжними союзниками.

Головним органом, який займається GEOINT у Великобританії, є Defence Intelligence Fusion Centre (DIFC), що в основному був створений з персоналу National Imagery Exploitation Centre (протягом кількох останніх років мало назву Defence Geospatial Intelligence Fusion Centre).

На сьогоднішній день спектр задач, що виконує DIFC, значно вийшов за рамки традиційної видової космічної розвідки. Основна роль цієї організації полягає у наданні геопросторової інформації для оборонного планування Великобританії. DIFC продовжує виконувати заходи із видової космічної розвідки, але також здійснює міжвидове об'єднання даних від різних видів розвідок з метою забезпечення інформацією британських урядових організацій і збройних сил. Сфера діяльності DIFC еволюціонувала від традиційної видової космічної розвідки до об'єднання більш технічних видів розвідки – IMINT, MASINT – у GEOINT. IMINT – вид розвідки, який збирає інформацію за допомогою супутникової та аерофотозйомки. DIFC бере участь у всіх процесах аналізу знімків – від простої інтерпретації до передових наукових методів на основі аналізу MASINT. MASINT є науково-технічною розвідувальною діяльністю, що ґрунтується на аналізі даних, які отримані за допомогою сенсорів, з метою виявлення змін об'єкта зацікавленості. DIFC – єдина організація у Великобританії, що займається MASINT для даних дистанційного зондування Землі.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Найбільш точно GEOINT, на думку авторів статті, можна визначити як комплекс заходів, що призначений для підтримки прийняття управлінських рішень, який включає здобування, обробку, аналіз і надання геопросторової

інформації про ознаки об'єкта або процесу (як природного, так і штучного походження) у придатному для кінцевого користувача вигляді.

Основними завданнями, які вирішує GEOINT на даний час, є встановлення місцезнаходження (координат) об'єкта; визначення типу, кількісних і якісних характеристик об'єкта; моделювання наслідків певних ситуацій, що можуть вплинути на стан об'єкта.

GEOINT використовує наступні джерела інформації:

дані дистанційного зондування Землі, що отримані із супутників, безпілотних літальних апаратів, літаків-розвідників;

бази геопросторових даних;

дані з GPS-приймачів;

картографічні матеріали;

будь-яка інформація (в тому числі текстова), що містить дані про точне розташування об'єктів на Землі.

На даний час завдяки оперативності, надійності та точності інформації, яка отримується методами GEOINT, цей напрямок розвивають і активно використовують у провідних країнах світу. Проаналізувавши основні задачі, що виконують органи геопросторової розвідки у США та Великобританії, можна виділити їх певні загальні

рис:

NGA та DIFC еволюціонували від видової космічної розвідки в класичному вигляді до нового більш всеохоплюючого виду діяльності – GEOINT;

розглянуті організації у своїх державах є єдиними національними органами, що акумулюють і аналізують практично будь-яку геопросторову інформацію для забезпечення як військових споживачів, так і інших державних організацій;

для вирішення поставлених завдань NGA та DIFC у поєднанні з GEOINT можуть застосовувати дані, отримані з різноманітних джерел геопросторової інформації, виконуючи при цьому інтегруючу функцію.

Для подальшого розширення сфер застосування GEOINT в інтересах силових відомств України, доцільно розвивати систему джерел отримання геопросторових даних, а також методи збору, обробки, зберігання, аналізу та розповсюдження геопросторової інформації на основі передових досягнень суміжних галузей наук і створення інформаційних систем з метою автоматизації технологічних процесів.

### Література

1. Шмаль С. Г. Військова топографія: Підруч. для слухачів і курсантів вищ. військ. навч. закл. / Шмаль С. Г. – К.: Вид. ПАЛІВОДА А.В., 2003. – 280 с.  
2. Карпович И. Н. Военное дешифрирование аэроснимков / Карпович И. Н. – М.: Воениздат, Министерство обороны СССР, Военно-воздушные силы, 1990. – 346 с.  
3. Словник з дистанційного зондування Землі [за ред. члена-кореспондента НАН України В. І. Лялько та доктора технічних наук М. О. Попова]. – К.: СМП “АВЕРС”, 2004. – 170 с.  
4. Подліпаєв В. О. Геопросторова розвідка, як шлях реалізації геоінформаційного підходу у комплексній обробці розвідувальної інформації / В. О. Подліпаєв // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. Харк. ун-ту Повітр. Сил ім. Івана Кожедуба. – 2013. – № 5 (112). – С. 27-33.  
5. Чуб С.В. Використання космічної інформації

для геопросторової складової перспективних систем управління та підтримки прийняття рішень / С. В. Чуб, М. Ф. Пічугін, Д. В. Карлов [та ін.] // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України : наук. журн. Харк. ун-ту Повітр. Сил ім. Івана Кожедуба. – 2013. – №1 (10). – С. 11-18.  
6. Електронний ресурс – Режим доступу: <http://www.defence.gov.au> / AGO.  
7. Priorities for GEOINT Research at the National Geospatial-Intelligence Agency. – The National Academies Press, 2006. – р. 9.  
8. Електронний ресурс. – Режим доступу: <http://www.gogeomatics.ca/magazine/neil-thompson-geospatial-intelligence-canadian-military.html>.  
9. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.satcen.europa.eu>.  
10. Електронний ресурс. – Режим доступу: <https://www.nga.mil/About/Pages/Default.aspx>.

### ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАЗВЕДКИ

*Александр Игоревич Литвиненко (канд. техн. наук)*

*Наталья Игоревна Литвиненко (канд. техн. наук, с.н.с.)*

*Военный институт Киевского национального университета имени Тараса Шевченко, Киев, Украина*

*Интенсивное развитие средств дистанционного зондирования Земли и компьютерных технологий привели к образованию нового направления исследований земной поверхности и объектов на ней, которое называется “геопространственная разведка”. Геопространственная разведка объединяет информацию и методы геоинформационной науки, космической видовой разведки, картографии и других смежных отраслей с целью оперативного определения местоположения объекта (процесса) на земной поверхности, его классификации, установления количественных и качественных характеристик, анализа, моделирования, прогнозирования его состояния в будущем. В качестве исходных данных геопространственная разведка может использовать космические и аэрофотоснимки, векторные пространственные данные, лидарные данные, картографические материалы, GPS-данные, а также любую другую информацию, в том числе текстовую, содержащую пространственную составляющую. Благодаря высокой эффективности и широкой сфере применения геопространственная разведка активно используется в ведущих странах мира для обеспечения государственных органов власти и*

силовых ведомств актуальной геопрозрачной информации. В связи с этим, в данной статье рассматриваются основные принципы современной геопрозрачной разведки, формирующие перспективные направления применения и развития этого вида деятельности в Украине.

**Ключевые слова:** GEOINT; геопрозрачная разведка; ГИС; геoinформационные системы.

## THE MAIN PRINCIPLES OF MODERN GEOSPATIAL INTELLIGENCE

*Oleksandr I. Lytvynenko* (Candidate of Technical Sciences)

*Nataliia I. Lytvynenko* (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)

*Military Institute of the Kyiv National Taras Shevchenko University, Kyiv, Ukraine*

*Intensive development of remote sensing instruments and computer technologies led to creation of a new research direction of the Earth surface and objects on it, which called „Geospatial Intelligence”. Geospatial Intelligence integrates the information and methods of geoinformation science, image intelligence, cartography and other related subjects with the aim to operative object (process) positioning on the Earth surface, it's classification, defining of quantitative and qualitative characteristics, analysis, modeling, forecasting it's conditions in the future. As the initial data Geospatial Intelligence can use space and aerial photographs, vector geospatial data, lidar data, cartographic materials, GPS-data, and any other information, including text that contains a spatial component. Due to the high efficiency and wide field of application, Geospatial Intelligence widely used in the leading countries for providing state authorities and law enforcement and security agencies with relevant geospatial information. In this connection, this article discusses the basic principles of modern Geospatial Intelligence that form perspective areas of this activity application and development in Ukraine.*

**Keywords:** GEOINT; geospatial intelligence; GIS; geoinformation systems.

### References

- 1. Shmal S.H.** (2003), Military topography: textbook. [Viiskova topohrafiia: pidruchnyk], Palyvoda A.V., Kiev, 280 p. **2. Karpovych Y.N.** (1990), Military photoreading. [Voennoe deshifrirovaniie aerosnimkov], Voenizdat, Ministry of Defense, Air Force, Moscow, 346 p. **3. Lialko V.I., Popov M.O.** (2004), Glossary of remote sensing. [Slovnyk z dystantsiinoho zonduvannia Zemli], SMP "AVERS", Kiev, 170 p. **4. Podlipaiev V.O.** (2013), Geospatial Intelligence as a way of implementing a comprehensive approach to geo-processing intelligence [Heoprostorova rozvidka yak shliakh realizatsii heoinformatsiinoho pidkhotu u kompleksnii obrobtsii rozviduvalnoi informatsii], Systemy obrobky informatsii, No. 5 (112), pp. 27-33. **5. Chub S.V., Pichuhin M.F., Karlov D.V.** (2013), Using of remote sensing data for geospatial component of perspective management systems and decision support systems [Vykorystannia kosmichnoi informatsii dlia heoprostorovoi skladovoi perspektyvnykh system upravlinnia ta pidtrymky pryiniattia rishen], Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy, No. 1 (10), pp. 11-18. **6. "Australian Geospatial Intelligence Organisation"**, available at: <http://www.defence.gov.au/AGO>. **7. Priorities for GEOINT Research at the National Geospatial-Intelligence Agency** (2013), The National Academies Press, 9 p.. **8. "Neil Thompson: Geospatial Intelligence and Canadian Military"**, available at: [www.gogeomatics.ca/magazine/neil-thompson-geospatial-intelligence-canadian-military.html](http://www.gogeomatics.ca/magazine/neil-thompson-geospatial-intelligence-canadian-military.html). **9. "European Union Satellite Centre"**, available at: [www.satcen.europa.eu](http://www.satcen.europa.eu). **10. "About NGA"**, available at: [www.nga.mil/About/Pages/Default.aspx](http://www.nga.mil/About/Pages/Default.aspx).

Отримано: 23.03.2016 року.

## МОДЕЛЬ УЗГОДЖЕНОГО РУХУ ГРУПИ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

У статті викладена модель узгодженого руху групи безпілотних літальних апаратів (БпЛА), яка описується законами руху окремих БпЛА побудованих на системах диференціальних рівнянь першого порядку. Рух БпЛА відбувається в потенційному полі, сформованому силами тяжіння-відштовхування. Це потенційне поле змушує кожного агента групи прямувати до цілі і відштовхуватись від перешкод. Прийнято, що кожен БпЛА отримує інформацію від бортових датчиків про розташування найближчих сусідів, перешкод і цілей. На основі цієї інформації БпЛА буде власну траєкторію руху, тим самим реалізує ідею децентралізованого управління. Модель дозволяє підтримувати задану дистанцію між сусідніми БпЛА, що забезпечить інформаційну зв'язність групи в межах дії бортових малопотужних передавачів. Модель також враховує протидію противника.

**Ключові слова:** узгоджений рух; децентралізоване управління; система управління.

### Вступ

Останнім часом стрімко розширюються межі застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА), особливо малорозмірних. Але в зв'язку з малими габаритами на них накладається ряд обмежень по корисному навантаженню. Застосування БпЛА в групі дозволить зняти ці обмеження за рахунок комплексування властивостей окремих БпЛА з різним корисним навантаженням.

**Постановка проблеми.** Ще одним приводом для групового застосування БпЛА є підвищення оперативності отримання інформації, що напряму залежить від кількості БпЛА, які одночасно застосовуються.

Основним негативним фактором групового застосування є пропорційний ріст кількості інформації в каналі управління від кількості БпЛА в групі. Застосування методів децентралізованого управління дозволить звести до мінімуму передачу інформації в каналі управління і керувати групою як єдиним "комплексним" БпЛА.

Керування групою складається з двох незалежних задач: з декомпозиції групового завдання до окремих виконавців і узгодженого виконання групового завдання в просторі і часі.

Вирішенню другої задачі – просторовій організації групи – і присвячена дана стаття.

Розглядається група  $R$ , що складається з  $|R|=N$  БпЛА. Кожен БпЛА  $i \in R$  ( $i=1 \dots N$ ) повинен бути наділений наступними функціями: визначення свого місцеположення (абсолютного чи відносного); підтримання контактів з сусідами із локальної групи в межах дії малопотужного передавача  $d_{adi}$ ; динамічне (пере-)планування власного маршруту руху на основі отриманої інформації.

Задача групи, в межах даної статті, полягає в розміщенні з точки старту з координатами  $X_{base}$  до цільової точки  $X_{aim}$ , причому кожен БпЛА повинен бути інформаційно зв'язаним з групою і уникати перешкод, до яких відносяться як БпЛА-сусіди так і активні об'єкти противника.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Локально взаємодіючи, інтелектуальні агенти, представлені БпЛА, створюють так званий колективний інтелект, який здатний до

самоорганізації і складної поведінки навіть якщо стратегія поведінки кожного агента досить проста. Піонером в даній області досліджень став Крег Рейнольдс. Спостерігаючи за птахами він довів, що для взаємодії птахів в зграї необхідно лише декілька простих правил поведінки [1]. В дослідженнях [3-5] описуються деякі часткові випадки побудови просторових групових формацій на основі інформації про обмежене коло сусідів. У роботі [2] зазначено теоретичні основи застосування робототехнічних груп. Модель [7] описує рух пошукових агентів системи підтримки прийняття рішень. "Задача про дифузійну бомбу" [7] дає уявлення про подолання системи протиповітряної оборони (ППО) противника автономною групою.

У зазначених роботах описуються різні сторони об'єкту дослідження, але разом з тим для дослідження перспективного напрямку – групового застосування БпЛА, постає необхідність у розробці моделі руху групи, яка б найбільш повно відповідала принципам децентралізованого управління, була легко масштабованою і, у той же час, достатньо простою у застосуванні.

Таким чином **метою статті** є викладення моделі узгодженого руху групи БпЛА, за умови автономного динамічного планування маршруту кожним членом групи.

### Методи дослідження

У ході дослідження використовувалися методи: потенціалів, диференційного числення та імітаційного моделювання.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Метод потенціалів при створенні моделі узгодженого руху групи полягає в тому, що кожен БпЛА притягується до призначеної цільової точки, до сусідів локальної групи (тих, які розпізнаються за допомогою бортових датчиків), а також кожен БпЛА відштовхується від перешкод і сусідів з метою забезпечення безпеки польотів. У загальному вигляді модель може бути поданою у векторному вигляді:

$$\vec{V}^i = \vec{V}_{aim}^i + \vec{V}_{coh}^i + \vec{V}_{rep}^i + \vec{V}_{AAD}^i, \quad (1)$$

де  $\vec{V}^i$  – результуючий вектор швидкості БПЛА  $\Gamma_i$ ;  $\vec{V}_{aim}^i, \vec{V}_{coh}^i$  – вектори швидкості наближення до цілі та сусідів відповідно;  $\vec{V}_{rep}^i, \vec{V}_{AAD}^i$  – вектори швидкості відштовхування від сусідів та перешкод відповідно.

Розглянемо докладно перший доданок  $\vec{V}_{aim}^i$  моделі (1), який відповідає за рух БПЛА до цілі. На рисунку 1 зображені два БПЛА і їх траєкторії руху від точки старту до цільової точки з координатами (30,10).

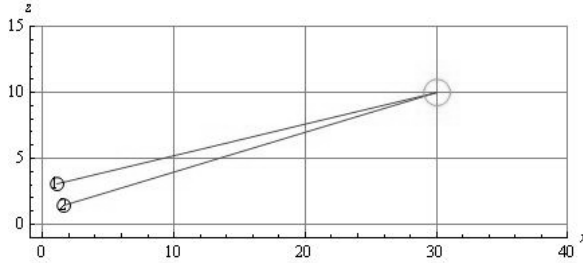


Рис. 1. Траєкторії руху двох БПЛА до цілі

Рух кожного БПЛА в даному випадку описується системою рівнянь:

$$\vec{V}_{aim}^i = \begin{cases} \frac{\partial x_i(t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial x_i(t)} k_{aim1} d_{aim} \\ \frac{\partial z_i(t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial z_i(t)} k_{aim1} d_{aim} \\ x_i(0) = x_{base} \\ z_i(0) = z_{base} \end{cases}, \quad (2)$$

де  $X_{base} = (x_{base}, z_{base})$  – координати точки старту;  $X_i(t) = (x_i(t), z_i(t))$  – поточні координати БПЛА;  $X_{aim} = (x_{aim}, z_{aim})$  – координати цільової точки;

$d_{aim} = \sqrt{k_{aim2} + (x_i(t) - x_{aim})^2 + (z_i(t) - z_{aim})^2}$  – поточна відстань між  $i$ -м БПЛА і точкою  $X_{aim}$ ;  $k_{aim1}, k_{aim2}$  – параметри моделі, що відповідають за модуль швидкості прямування до цілі і сповільнення при досягненні цілі відповідно.

Залежності проєкцій швидкостей від часу відповідно до параметрів  $k_{aim1}, k_{aim2}$  показані на рисунках 2-4.

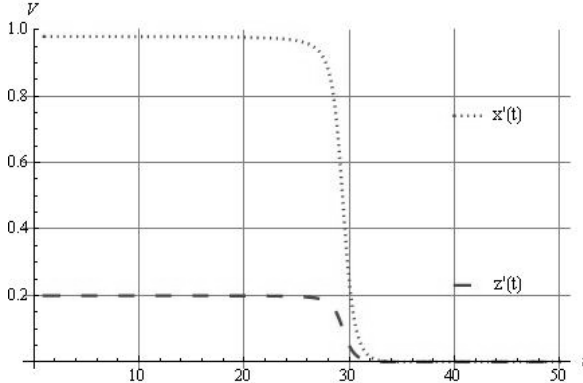


Рис. 2.  $k_{aim1} = 1, k_{aim2} = 0.5$

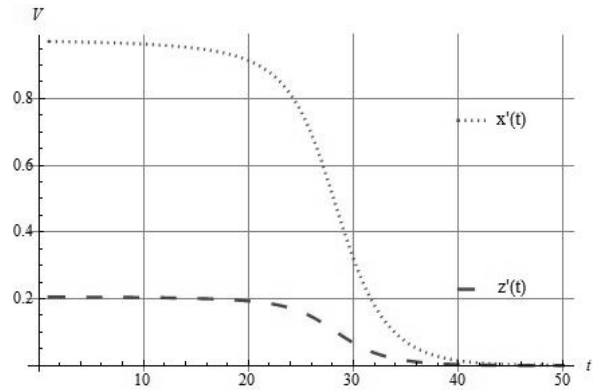


Рис. 3.  $k_{aim1} = 1, k_{aim2} = 10$

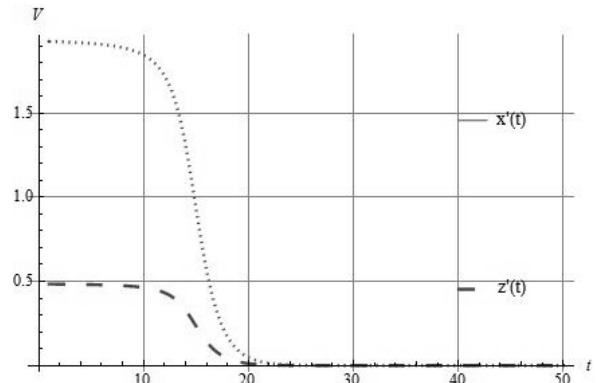


Рис. 4.  $k_{aim1} = 2, k_{aim2} = 10$

Включимо четвертий доданок  $\vec{V}_{AAD}^i$  до моделі (1), що описує обхід перешкод. Сумісно перший і четвертий доданки моделі дають результат показаний на рисунку 5. Два БПЛА прямують до цілі обходячи зони ураження ППО противника.

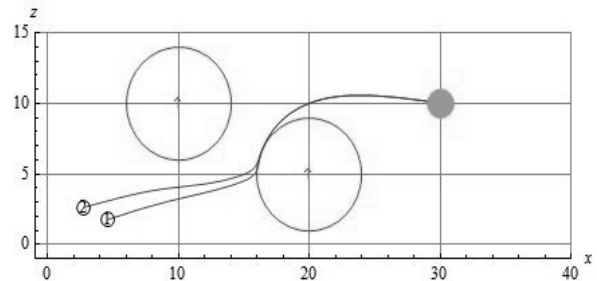


Рис. 5. Траєкторії руху двох БПЛА до цілі з урахуванням обходу зон дії ППО противника

В даному випадку закон руху БПЛА буде мати вигляд  $\vec{V}^i = \vec{V}_{aim}^i + \vec{V}_{AAD}^i$ . Вектор швидкості відштовхування БПЛА  $\Gamma_i$  від множини зон уражень ППО противника подається системою рівнянь:

$$\vec{V}_{AAD}^i = \begin{cases} \frac{dx_i(t)}{dt} = -\sum_{a=1}^{nAAD} \frac{\partial}{\partial x_i} \frac{k_{AAD}}{d_{ia}^{pAAD}} dt \\ \frac{dz_i(t)}{dt} = -\sum_{a=1}^{nAAD} \frac{\partial}{\partial z_i} \frac{k_{AAD}}{d_{ia}^{pAAD}} dt \end{cases}, \quad (3)$$

де  $nAAD$  – кількість зон ураження ППО противника;  $X_a = (x_a, z_a)$  – координати центру

зони ураження;  $d_{ia} = \sqrt{(x_i(t) - x_a)^2 + (z_i(t) - z_a)^2}$  – поточна відстань між БПЛА  $\Gamma_i$  і зоною ураження

$X_a$ ;  $k_{AAD}, P_{AAD}$  – параметри моделі, що відповідають за радіус зони ураження і швидкість відштовхування від неї.

Доданки два і три  $\vec{V}_{coh}^i, \vec{V}_{rep}^i$  моделі (1) забезпечують безпеку польотів і інформаційну зв'язність групи одночасно. Тяжіння до сусідів не дає змоги БПЛА перевищити дистанцію дії передавача  $d_{adj}$ , а відштовхування – забезпечує безпеку польотів, шляхом заборони досягнення небезпечної відстані між сусідніми БПЛА.

Результати моделювання руху двох БПЛА з урахуванням сумісного тяжіння і відштовхування показані на рисунках 6-8.

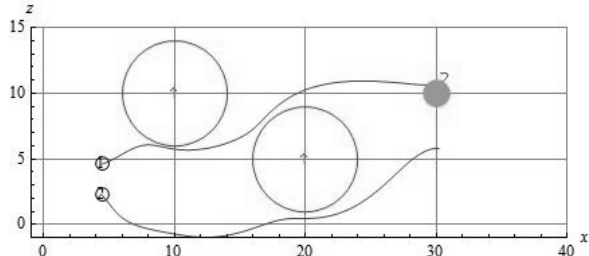


Рис. 6. Траєкторії руху двох БПЛА ( $r_1, r_2$ ) до цільї з урахуванням забезпечення інформаційної зв'язності  $d_{adj} < 12$  і обходу перешкод

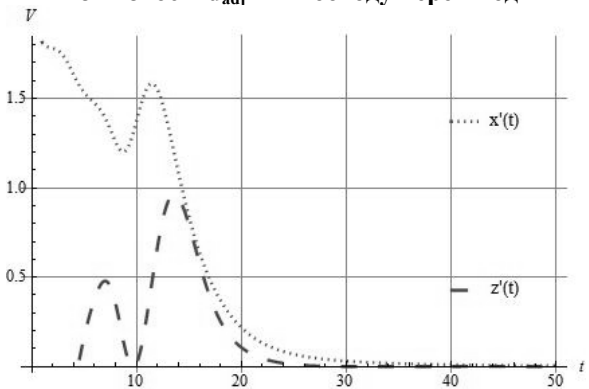


Рис. 7. Проекції швидкостей БПЛА  $r_2$

Можливість масштабування моделі підтверджується результатами імітаційного моделювання. Результати застосування групи з  $N=20$  БПЛА відображені на рисунку 9.

Старт БПЛА відбувається в квадраті  $(0,0)(5,5)$ , цільова точка має координати  $(20,20)$ . На 30-му кроці модельного часу спостерігається розподіл групи навколо цільової точки, що наближається до рівномірного.

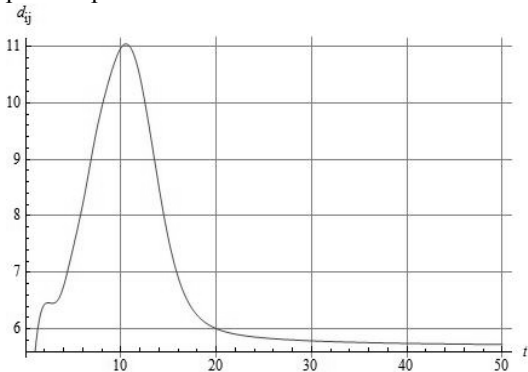


Рис. 8. Поточна відстань між БПЛА  $r_1$  та  $r_2$

Тяжіння-відштовхування в моделі (1) описується наступними системами диференціальних рівнянь:

$$\vec{V}_{coh}^i = \begin{cases} \frac{dx_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^{nUAV} \frac{\partial}{\partial x_i} \frac{k_{coh}}{d_{ij}^{P_{coh}}} dt \\ \frac{dz_i(t)}{dt} = \sum_{j=1}^{nUAV} \frac{\partial}{\partial z_i} \frac{k_{coh}}{d_{ij}^{P_{coh}}} dt \end{cases}, \quad (4)$$

$$\vec{V}_{rep}^i = \begin{cases} \frac{dx_i(t)}{dt} = - \sum_{j=1}^{nUAV} \frac{\partial}{\partial x_i} \frac{k_{rep}}{d_{ij}^{P_{rep}}} dt \\ \frac{dz_i(t)}{dt} = - \sum_{j=1}^{nUAV} \frac{\partial}{\partial z_i} \frac{k_{rep}}{d_{ij}^{P_{rep}}} dt \end{cases}, \quad (5)$$

де  $nUAV$  – кількість сусідів;  $X_i, X_j$  – координати взаємодіючих БПЛА;  $k_{coh}, P_{coh}$  – параметри моделі, що відповідають за відстань і швидкість тяжіння до сусідів;  $k_{rep}, P_{rep}$  – параметри моделі, що відповідають за відстань і швидкість відштовхування від сусідів;

$d_{ij} = \sqrt{k_{cr} + (\zeta + x_i(t) - x_j(t))^2 + (\zeta + z_i(t) - z_j(t))^2}$  – поточна відстань між  $i$ -м та  $j$ -м БПЛА;  $k_{cr}$  – параметр моделі, що відповідає за прискорення при відштовхуванні та сповільнення при тяжінні до сусідів;  $\zeta$  – випадкова похибка при вимірюванні відстаней між БПЛА  $r_i$  та  $r_j$ .

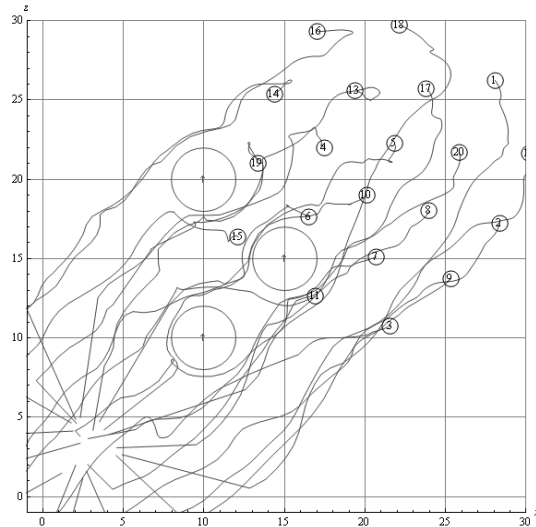


Рис. 9. Траєкторії руху двадцяти БПЛА

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Розроблена модель надає можливість дослідити рух групи БПЛА за умови підтримання інформаційної зв'язності в кожен момент часу з урахуванням протидії противника.

Адекватність моделі підтверджена результатами імітаційного моделювання. Для спрощення викладень розглянуто модель руху групи у площині. Для переходу до тривимірної моделі необхідно додати рівняння для третьої координати в кожен систему рівнянь (2)-(5) і врахувати деякі сценарії поведінки автономних БПЛА притаманні для маневрування за висотою.



Введенням окремих доданків до (1) модель узгодженого руху групи БПЛА можна деталізувати впливом зовнішнього середовища (наприклад,

моделлю вітру), або примусити групу рухатись за дистанційно-керуваним лідером тощо.

### Література

1. Reynolds C.W. Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model / C.W. Reynolds // ACM SIGGRAPH Computer Graphics. – 1987. – № 21.(4). – pp. 25–34.
2. Калыев И. А., Гайдук А. Р., Капустян С. Г. Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов. – М.: Физматлит, 2009. – 280 с.
3. Elmachoub A.N., Van Loan C.F., From Random Polygon to Ellipse: An Eigenanalysis // SIAM Review. – 2010. – Vol. 52, No. 1. – pp. 151–170.
4. Петрикевич Я. И. Линейные алгоритмы управления геометрическим расположением объектов в многоагентной системе // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 “Сетевые модели

- в управлении”. – М.:ИПУ РАН, 2010. – С. 665–680.
5. Щербак П. С. Управление формациями: схема Ван Лоуна и другие алгоритмы // Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 “Сетевые модели в управлении”. – М.:ИПУ РАН, 2010. – С. 681–696.
  6. Корепанов В. О., Новиков Д. А. Задача о диффузной бомбе // Проблемы управления / Управление подвижными объектами и навигация. – М.: СенСиДат-Контроль, 2011. – Выпуск 5. – С. 66–73.
  7. Савченко В. А. Модель руху пошукового агента при координації управління // Системи обробки інформації. – Харків: ХУ ПС, 2011. – Випуск 4 (94). – С. 278–280.

## МОДЕЛЬ СОГЛАСОВАННОГО ДВИЖЕНИЯ ГРУППЫ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Алексей Ростиславович Мартынюк

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье изложена модель согласованного движения группы беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которая описывается законами движения отдельных БПЛА построенных на системах дифференциальных уравнений первого порядка. Движение БПЛА происходит в потенциальном поле, сформированном силами притяжения-отталкивания. Это потенциальное поле заставляет каждого агента группы стремиться к цели и отталкиваться от препятствий. Принято, что каждый БПЛА получает информацию от бортовых датчиков о расположении ближайших соседей, препятствий и целей. На основе этой информации БПЛА строит собственную траекторию движения, тем самым реализует идею децентрализованного управления. Модель позволяет поддерживать заданную дистанцию между соседними БПЛА, обеспечивая тем самым информационную связность группы в пределах действия бортовых малоомощных передатчиков. Модель также учитывает противодействие противника.

**Ключевые слова:** согласованное движение; децентрализованное управление; система управления.

## THE MODEL OF GROUP COORDINATED MOTION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Oleksii R. Martyniuk

National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky, Kyiv, Ukraine

The article represents the model of coordinated motion of unmanned aerial vehicles (UAV), which describes the laws of individual UAV motion built on systems of the first order differential equations. The movement of the UAV takes place in a potential field formed by the attraction-repulsion. The potential field makes each agent go to goals and repel obstacles. Assumed that each UAV receives information from onboard sensors about the location of the nearest neighbors, obstacles and goals. Based on this information, the UAV plans its own trajectory, thereby realizing the idea of decentralized management. The model allows to maintain the assigned distance between adjacent UAV that will provide information connectivity within the operating range of onboard low-power transmitters. The model takes into account the enemy resistance and can be detailed with extra submodels, such as model of wind gusts or leader-following motion.

**Keywords:** coordinated movement; decentralized management; control system.

### References

1. Reynolds C.W. (1987), Flocks, herds and schools: A distributed behavioral model, C.W. Reynolds, ACM SIGGRAPH Computer Graphics, No 21.(4), pp. 25–34.
2. Kalyaev I.A., Gayduk A.R., Kapustyan S.G. (2009), Models and Algorithms of Collective Control in Robotic Groups [Modeli i algoritmyi kollektivnogo upravleniya v gruppah robotov], Moscow: Fizmatlit, 280 p.
3. Elmachoub A.N., Van Loan C.F. (2010), From Random Polygon to Ellipse: An Eigenanalysis, SIAM Review, Vol. 52, No. 1, pp. 151–170.
4. Petrikevich Ya.I. (2010), Linear control Algorithms of Multyaagent Group Geometric Structure [Lineynye algoritmyi upravleniya geometricheskim raspolozheniem ob'ektov v mnogoagentnoy sisteme], Upravlenie bolshimi sistemami. Spetsialnyy

- vyipusk 30.1 “Setevyye modeli v upravlenii”, Moscow: IPU RAN, pp. 665–680.
5. Scherbakov P.S. (2010), Formation Control: Van Loun Schema and Other Algorithms [Upravlenie formatsiyami: shema Van Louna i drugie algoritmyi], Upravlenie bolshimi sistemami. Spetsialnyy vyipusk 30.1 “Setevyye modeli v upravlenii”, Moscow: IPU RAN, pp. 681–696.
  6. Korepanov V.O., Novikov D.A. (2011), Diffuse Bomb Task [Zadacha o diffuznoy bombe], Problemy upravleniy, Upravlenie podvizhnyimi ob'ektami i navigatsiya, Moscow: SenSiDat-Kontrol, Vyipusk 5. pp. 66–73.
  7. Savchenko V.A. (2011), Model of Search Agent Motion at Coordinated Control [Model ruhu poshukovogo agenta pri koordinatsiyi upravlinnya], Sistemi obrobki informatsiyi, Harkiv: HU PS, Vipusk 4 (94), pp. 278–280.

Отримано: 06.04.2016 року.

<sup>1</sup>Павло Вікторович Опенько (канд. техн. наук)

<sup>1</sup>Павло Анатолійович Дранник (канд. військ. наук, с.н.с.)

<sup>2</sup>Владислав Володимирович Кобзєв (канд. техн. наук, с.н.с.)

<sup>2</sup>Григорій Миколайович Зубрицький (канд. техн. наук, доцент)

<sup>1</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

<sup>2</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна

## ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДХОДІВ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЗАСОБІВ ЗРК

Викладено підхід до вирішення актуального завдання з оцінки технічного стану радіолокаційних засобів зенітних ракетних комплексів з метою прийняття обґрунтованого рішення щодо відповідності технічних характеристик окремих систем радіолокаційних засобів зенітних ракетних комплексів, наведених в експлуатаційній документації, але неконтрольованих прямими методами. Обґрунтована доцільність використання безпілотних літальних апаратів для здійснення комплексної перевірки працездатності радіолокаційних засобів зенітних ракетних комплексів. Визначені основні види траєкторій польоту безпілотного літального апарату для вирішення цієї задачі. Визначені додаткові задачі, до вирішення яких може бути залучений такий безпілотний апарат. Розглянуто основні вимоги до складу, вирішуваних завдань та льотних характеристик безпілотного авіаційного комплексу технічної перевірки радіолокаційних засобів зенітних ракетних комплексів.

**Ключові слова:** безпілотний літальний апарат; зенітний ракетний комплекс; технічна перевірка.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Досвід вирішення завдань антитерористичної операції військовими частинами зенітних ракетних військ (ЗРВ) Повітряних Сил Збройних Сил (ЗС) України свідчить про необхідність проведення в стислі терміни оцінки технічного стану радіолокаційних засобів зенітних ракетних комплексів (ЗРК).

Характерною рисою існуючих на озброєнні ЗРВ Повітряних Сил ЗС України типів ЗРК є те, що рішення про відповідність низки характеристик вимогам приймається опосередковано. Тобто відповідність величин таких характеристик вимогам не може бути перевірена за допомогою штатних засобів контролю, а визначається непрямими методами через контроль інших параметрів, які з ними пов'язані. Насамперед це стосується характеристик, пов'язаних з формуванням діаграми спрямованості антен та деяких граничних характеристик приймального пристрою.

Наприклад, щодо першої групи характеристик це – правильність формування діаграми спрямованості антени (кутові координати, ширина), граничні кути відхилення променя, рівень бокових пелюстків, тощо. В радіолокаційних засобах ЗРК з фазованою антенною решіткою (ФАР) можуть бути проконтрольовані правильність роботи цифрового обчислювача фаз (за допомогою тестової програми) та пристроїв управління фазообертачів (через вимірювання величин струмів запису, зчитування, “обнулення”). При відповідності

величин цих характеристик вимогам експлуатаційної документації приймається рішення, що діаграма спрямованості формується правильно. В радіолокаційних засобах ЗРК з дзеркальними антенами рішення про правильність формування діаграми спрямованості приймається у разі відсутності пошкоджень геометрії поверхні дзеркального відбивача.

Щодо другої групи характеристик це – гранична дальність виявлення (взяття на автосупроводження) цілі з заданою ефективною площею розсіювання; мінімальна радіальна швидкість цілі, при якій відбувається зрив з автосупроводження квазібезперервним сигналом, тощо. Рішення про відповідність таких характеристик вимогам також приймається опосередковано у разі проходження з позитивним результатом перевірок функціонального контролю приймальних пристроїв. Втім невідповідність параметрів контрольного сигналу заданим величинам (завищений рівень, зміна спектру) може призводити до прийняття помилкових рішень.

Особливу актуальність проведення перевірок таких характеристик набуває у разі відновлення працездатності засобів ЗРК у випадку пошкоджень або після заміни окремих складових частин антенно-фідерної системи, особливо в польових умовах.

**Аналіз літератури.** Подальший розвиток системи матеріально-технічного забезпечення ЗРВ з використанням інтелектуальних інформаційних технологій передбачає рішення ряду принципово

важливих задач, до яких відносяться вибір інформаційних характеристик виробів військового призначення, що дозволить забезпечити формування вихідних даних про об'єкти контролю із заданою достовірністю і точністю; розробка вимог до структури та програмно-інформаційного забезпечення засобів контролю та діагностики технічного стану виробів військового призначення системи технічного діагностування [1, 2].

Відомо, що за часів СРСР комплексна перевірка працездатності радіолокаційних засобів ЗРК з метою оцінки технічного стану виробу здійснювалась за допомогою об'їзтного методу [3-5]. При цьому для антен, що формують складну діаграму спрямованості, визначались її горизонтальні перетини, для яких літак здійснював круговий обліт антени радіолокаційної станції на постійній для кожного проходу висоті. Цей метод характеризується великими витратами на організацію польоту, значним обсягом необхідних вимірів та розрахунків, складністю обробки результатів та значними організаційними труднощами. Проте сучасний досвід використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) свідчить, що наряду з бойовим використанням їх можна застосовувати й для проведення контрольного обльоту [6, 7].

**Мета статті.** Розробка підходів щодо використання БПЛА для контролю параметрів

радіолокаційних засобів ЗРК.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Сучасний розвиток безпілотної авіації, систем управління БПЛА, систем навігації та визначення координат дозволяє здійснювати політ літальних апаратів за наперед заданою або дистанційно керованою траєкторією. При цьому сукупна вартість організації такого польоту, яка включає вартість літального апарату, його обладнання, наземної станції управління, завдяки застосуванню сучасних технологій суттєво знизилася за останні роки. В свою чергу використання пілотованих літальних апаратів для проведення обльоту ЗРК не тільки залишається великовартісним, а й супроводжуватиметься витратою ресурсу літаків, парк яких не можна назвати великим.

Реальному обльоту ЗРК з використанням БПЛА передуватиме розробка програм і методик відповідних контрольних льотних випробувань, проте можна визначити деякі характерні особливості траєкторій для визначення параметрів радіолокаційних засобів ЗРК. В загальному випадку такі траєкторії можуть бути розділені на дві групи:

- траєкторії з круговим обльотом (рис. 1);
- траєкторії у вигляді зигзагу (рис. 2).

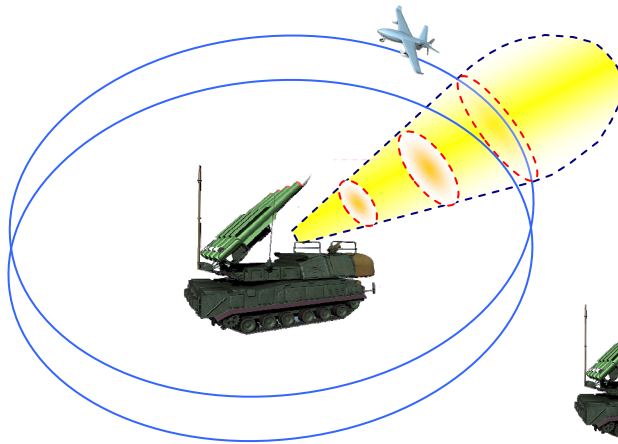


Рис. 1. Круговий обліт ЗРК

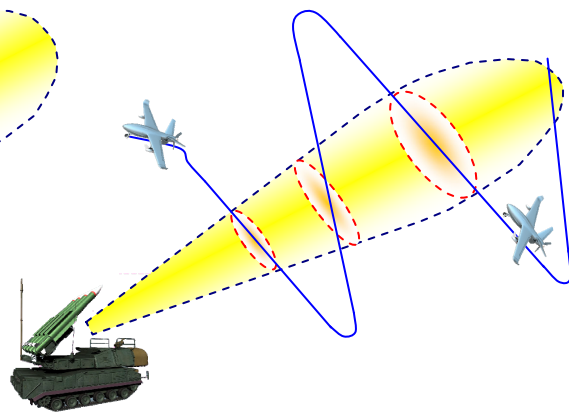


Рис. 2. Обліт ЗРК зигзагом

Перша група траєкторій застосовується при визначенні таких характеристик як рівень бокових пелюстків, точність супроводження цілей з малою ("нульовою") радіальною швидкістю, мінімальна радіальна швидкість цілі, при якій відбувається її зрив з автосупроводження квазібезперервним сигналом, тощо.

Друга група траєкторій може бути поділена на підгрупи:

- траєкторії у вигляді зигзагу у малому секторі;
- траєкторії у вигляді зигзагу у великому секторі.

Перша підгрупа траєкторій другої групи буде використовуватись при визначенні таких характеристик як параметри формування діаграми

спрямованості антени (кутові координати, ширина), точність визначення координат цілі, гранична дальність виявлення (або автосупроводження) цілі з заданою ефективною площею розсіювання, тощо.

Друга підгрупа траєкторій другої групи буде використовуватись, як правило, для радіолокаційних засобів ЗРК з ФАР при визначенні граничних кутів відхилення променю.

Крім задач перевірки технічних характеристик антенно-фідерної системи та приймального тракту радіолокаційних засобів ЗРК БПЛА може використовуватись для вирішення інших задач, таких як:

– визначення фактичних розмірів зони виявлення радіолокаційних засобів ЗРК для обраної позиції з врахуванням типових параметрів цілей (ефективної відбиваючої поверхні, курсу та висоти польоту), впливу рельєфу місцевості, ліній електропередач, будинків, лісних масивів та інших перешкод;

– проведення тренування бойових обслуг ЗРК при роботі по “контрольним” цілям, з довільною траєкторією їх польоту, в тому числі з огинанням рельєфу місцевості на малих та гранично малих висотах;

– використання БПЛА, які виробили встановлений ресурс, в якості мішеней для проведення начально-бойових стрільб ЗРК та в якості хибних цілей під час ведення бойових дій для викриття системи зенітного ракетного прикриття противника, тощо.

Для вирішення перерахованих задач і забезпечення автоматизації процесів обробки даних, комплексності та оперативності проведення контролю доцільно створити безпілотний авіаційний комплекс (БАК) [8]. Мінімально необхідний склад БАК технічної перевірки радіолокаційних засобів ЗРК включає (рис. 3):

- безпілотний літальний апарат;
- наземну станцію управління (НСУ).

Бортова апаратура БПЛА зі складу БАК технічної перевірки радіолокаційних засобів повинна забезпечити вирішення наступних завдань:

точки старту (посадку у встановленому місці). Побудова маршруту автономного польоту (польотного завдання) БПЛА забезпечується апаратурою НСУ по проміжним точкам з різними значеннями в них висоти та швидкості польоту. Польотне завдання може змінюватись перед стартом та під час польоту, або замінитись на дистанційне управління з НСУ.

Імітація ефективної відбиваючої поверхні (ЕВП) типових повітряних цілей може здійснюватись шляхом приймання, модуляції та ретрансляції зондувального сигналу радіолокаційних засобів наведення та цілевказування ЗРК. Така “радіолокаційна імітація” параметрів цілі дозволить забезпечити зміну значень ЕВП, що формується в діапазоні від 0,1 до 30 м<sup>2</sup> та здійснювати модуляцію сигналу, відповідно до геометричних розмірів цілі, особливостей побудови її планеру та турбінного ефекту, що нею створюватиметься. Радіолокаційна імітація параметрів повітряної цілі повинна здійснюватись одночасно для РЛС різних типів ЗРК, які працюють у одному частотному діапазоні хвиль, що забезпечить можливість комплексного одночасного застосування БАК для технічної перевірки радіолокаційних засобів декількох ЗРК та проведення тренувань бойових обслуг у складі угруповання ЗРВ.

Для ефективного вирішення завдань з технічної перевірки радіолокаційних засобів ЗРК БПЛА

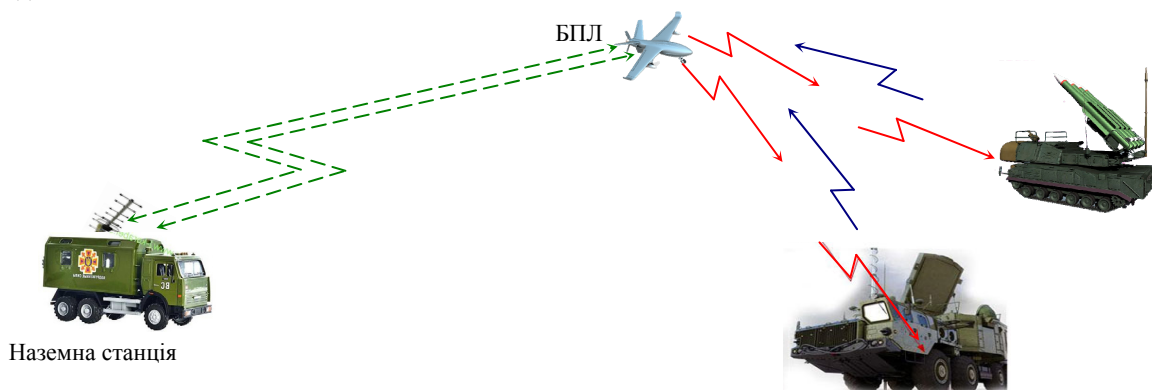


Рис. 3. Безпілотний авіаційний комплекс

- автономний політ БПЛА по заданій (встановленій) програмі з можливістю, у разі необхідності, його корегування з НСУ або переходу на дистанційне управління;

- імітацію типових повітряних цілей для боротьби з якими призначений ЗРК;

- автономну реєстрацію з одночасним передаванням на НСУ таких характеристик: параметрів польоту, параметрів роботи апаратури імітації повітряних цілей та відеозображення бортової камери.

Автономний політ БПЛА має включати: автоматичні зліт, набір висоти, горизонтальний політ, зниження, розворот, пікірування, політ на малій та гранично малій висоті та повернення до

повинен мати такі льотні характеристики:

- максимальна швидкість горизонтального польоту – не менш - 200 км/год;
- діапазон висот польоту - 50-2000 м;
- радіус польоту – не менш 100 км;
- тривалість польоту – не менше 0,5 год.

Апаратура наземної станції управління БАК технічної перевірки радіолокаційних засобів ЗРК повинна забезпечувати:

- контроль технічного стану бортового обладнання БПЛА;
- підготовку маршруту автономного польоту (польотного завдання) БПЛА по проміжним точкам, його завантаження в бортове обладнання;
- керування польотом БПЛА;

- контроль автоматичного польоту БПЛА;  
- прийом, відображення, реєстрацію інформації про параметри польоту, параметри роботи апаратури імітації типових повітряних цілей та відеозображення бортової камери.

### **Висновки й перспективи подальших досліджень**

Застосування безпілотного авіаційного комплексу в системі матеріально-технічного забезпечення ЗРВ дозволить проводити перевірку низки технічних характеристик радіолокаційних засобів ЗРК, заявлених в експлуатаційній документації, але неконтрольованих до цього прямими методами. Вирішення наведеної задачі дозволить забезпечити формування вихідних даних про об'єкти контролю із заданою достовірністю і точністю при зменшенні витрат часу; підвищить ефективність технічного діагностування радіолокаційних засобів ЗРК, особливо після ремонту або отримання

пошкоджень в ході бойових дій, з можливістю використання в подальшому програмно-інформаційних засобів контролю та діагностики технічного стану виробів військового призначення. Крім того, при застосуванні БАК можуть бути суттєво зменшені витрати на визначення фактичних розмірів зони виявлення радіолокаційних засобів ЗРК, проведення комплексних тренувань бойових обслуг військових частин (підрозділів) ЗРВ при роботі по "контрольним" цілям та при проведенні початково-бойових стрільб, викриття системи зенітного ракетного прикриття противника.

В перспективі використання БАК технічної перевірки радіолокаційних засобів ЗРК значною мірою підвищить відповідність системи матеріально-технічного забезпечення ЗРВ вимогам сучасності, особливо в ході розробки нових та модернізації існуючих зенітних ракетних комплексів ЗРВ Повітряних Сил ЗС України.

### **Література**

1. **Опенько П. В.** Перспективи розвитку системи технічного забезпечення зенітних ракетних військ / П. В. Опенько, А. В. Крижний, П. А. Дранник // Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем. – 2015. – Вип. 10. – С. 148–157.
2. **Мірненко В. І.** Порівняння ефективності технічного обслуговування виробів авіаційної техніки, що експлуатуються за технічним станом, для моделей дифузійно-монотонного і дифузійно-немонотонного розподілів відмов / В. І. Мірненко, С. О. Пустовий, П. М. Яблонський, О. В. Авраменко // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – НУОУ, 2015. – №2. – С. 88–93.
3. **Неупокоев Ф. К.** Противовоздушный бой / Ф. К. Неупокоев. – М.: Воениздат, 1989. – 262 с.
4. **Бердышев В. П.** Радиолокационные системы / В. П. Бердышев – М.: "Проспект", 2015. – 400 с.
5. **Толкачев А.** Технологии радиолокации // А. Толкачев, А. Шишлов. – М.: Вече, 2010. – 153 с.
6. **Измерение параметров излучения крупноапертурных антенн с помощью беспилотного летательного аппарата.** / Классен В., Просвиркин И., Левитан Б., Топичев С. // Технологии и средства связи. 2014. № 1. – С. 60–65.
7. **Павлушенко М.** Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития. / М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко – М.: Права человека, 2005. – 612 с.
8. **Рэндал У. Биард** Малые беспилотные летательные аппараты: теория и практика / Рэндал У. Биард, Тимоти У. МакЛэйн – М.: Техносфера, 2015. – 312 с.

### **ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДОВ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СРЕДСТВ ЗРК**

<sup>1</sup>*Павел Викторович Опенько (канд. техн. наук)*

<sup>1</sup>*Павел Анатольевич Дранник (канд. воен. наук, с.н.с.)*

<sup>2</sup>*Владислав Владимирович Кобзев (канд. техн. наук, с.н.с.)*

<sup>2</sup>*Григорий Николаевич Зубрицкий (канд. техн. наук, доцент)*

<sup>1</sup>*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

<sup>2</sup>*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков, Украина*

*Изложен подход к решению актуальной задачи по оценке технического состояния радиолокационных средств зенитных ракетных комплексов с целью принятия обоснованного решения о соответствии технических характеристик отдельных систем радиолокационных средств зенитных ракетных комплексов, приведенных в эксплуатационной документации, но неконтролируемых прямыми методами. Обоснована целесообразность использования беспилотных летательных аппаратов для осуществления комплексной проверки работоспособности радиолокационных средств зенитных ракетных комплексов. Определены основные виды траекторий полета беспилотного летательного аппарата для решения этой задачи. Определены дополнительные задачи, к решению которых может быть привлечен такой беспилотный аппарат. Рассмотрены основные требования к составу, решаемым задачам и летным характеристикам беспилотного авиационного комплекса технической проверки радиолокационных средств зенитных ракетных комплексов.*

**Ключевые слова:** беспилотный летательный аппарат; зенитный ракетный комплекс; техническая проверка.

JUSTIFICATION OF APPROACHES CONCERNING UNMANNED AERIAL VEHICLES  
APPLICATION FOR CONTROLLING RADAR CHARACTERISTICS OF THE AIR DEFENSE  
MISSILE SYSTEM

<sup>1</sup>*Pavlo V. Openko (Candidate of Technical Sciences)*

<sup>1</sup>*Pavlo A. Drannyk (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow)*

<sup>2</sup>*Vladyslav V. Kobziev (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)*

<sup>2</sup>*Hryhorii M. Zubrytskyi (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)*

<sup>1</sup>*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

<sup>2</sup>*Kharkiv University of Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, Ukraine*

This article outlines an approach to solution of a recent task on the evaluation of the technical state of radio-location facilities of radar air defense systems in order to make a well-founded about the accordance of technical characteristics of some radio-location facilities of air defense missile systems, given in operating document, which are out of direct method control.

The authors substantiate the expediency of the use of unmanned aircrafts for the complex capacity verification of radio-location facilities of radar air defense systems. This work defines the main types of unmanned aircrafts trajectories for the task solution. It also identifies additional tasks for the accomplishment of which this drone can be involved. The article considers the basic requirements for the personnel composition, tasks and flying characteristics for the air defense missile systems radio-location facilities unmanned aircraft system.

**Keywords:** *unmanned aircraft system; air defense missile system; technical monitoring.*

### References

- 1. Openko P.V., Kruznuy A.V., Drannyk P.A.**(2015), Prospects for the development of technical support anti-aircraft missile troops [*Perspektyvy rozvytku systemy tekhnichnogho zabezpechennja zenitnykh raketnykh vijsjk*], Problemy stvorennia, vyprobuvannia, zastosuvannia ta ekspluatatsii skladnykh informatsiinykh system, Vol. 10., pp. 148-157.
- 2. Mirnenko V. I., Pustovyi S.O., Yablonskyi P. M., Avramenko O.V.**(2015), The reliability measures computation of the series connected and reserved elements without recovery for diffusion-nonmonotonic distribution of their failures [Porivniannia efektyvnosti tekhnichnoho obsluhovuvannia vyrobiv aviatsiinoi tekhniki, shocho ekspluatuiutsia za tekhnichnym stanom, dlia modelei dyfuziino-monotonnoho i dyfuziino-nemonotonnoho rozpodiliv vidmov], Naukovo-praktychnyj zhurnal „Suchasni informacijni tekhnologhiji u sferi bezpeky ta oborony“, Kyiv, Nacionaljnij universytet oborony Ukrainy im I. Chernjakhovskjogho, Vol. 2(23), pp. 88-93.
- 3. Neupokoev F.K.** (1989), Antiaircraft battle, [*Protivovozdushnij boy*], Moscow, Voenizdat, 262 p.
- 4. Berdyshev V.P.** (2015) Radar, [*Radiolokacionnye sistemy*], Moscow, Prospekt, 400 p.
- 5. Tolkachev A., Shishlov A.,** (2010), Radar technology [*Tehnologii radiolokacii*], Moscow, Veche, 153 p.
- 6. Classen B., Prosvirkin I., Levitan B., Topichev S.** (2014), Measurement of radiation parameters large aperture antennas using an unmanned aircraft [*Izmerenie parametrov izluchenija krupnoaperturnyh antenn s pomoshh'ju bespilotnogo letatel'nogo apparata*], Tehnologii i sredstva svjazi, Vol. 1., pp. 60-65.
- 7. Pavlushenko M., Evstafiev G., Makarenko I.** (2005), Unmanned aerial vehicles: History, application, the threat of proliferation and development prospects [*Bespilotnye letatel'nye apparaty: istorija, primenenie, ugroza rasprostraneniya i perspektivy razvitija*], Moscow, Prava cheloveka, 612 p.
- 8. William Randall Beard, Timothy W. MacLaine** (2015) Beard Small drones: theory and practice [*Malye bespilotnye letatel'nye apparaty: teorija i praktika.*], Moscow, Tehnosfera, 312 p.

Отримано: 11.03.2016 року.

## ПРОГНОЗУВАННЯ ВЕЛИЧИНИ ВІДВЕРНЕНОГО ЗБИТКУ ВІЙСЬК, ЗУМОВЛЕНОГО ФУНКЦІОНУВАННЯМ СИСТЕМИ ЇХ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЗБРОЄННЯМ ТА ВІЙСЬКОВОЮ ТЕХНІКОЮ

У статті йдеться про можливий спосіб прогнозування величини збитку військ (зокрема втрат озброєння та військової техніки), який під час операції може бути відвернений унаслідок зростання вогневого впливу на противника, викликаного результатами функціонування системи забезпечення своїх військ озброєнням та військовою технікою. Особливість запропонованого способу полягає у тому, що величину втрат озброєння та військової техніки, яких зазнаватимуть війська протягом тої чи іншої доби операції, пропонується розраховувати, зважаючи на досягнуту до початку цієї доби величину бойового потенціалу військ. При цьому, у статті розкривається формалізований взаємозв'язок величини бойового потенціалу військ та результатів функціонування системи їх забезпечення озброєнням та військовою технікою, зокрема підсистем відновлення та резерву. Це дозволяє отримувати більш надійні результати прогнозування, в тому числі очікуваної величини відверненого збитку.

Запропонований спосіб може використовуватися під час прогнозування стану озброєння та військової техніки в операції, а також під час проведення досліджень, спрямованих на обґрунтування потрібного складу ремонтно-відновлювальних частин та підрозділів, потрібної величини резерву озброєння та військової техніки для підтримання заданого рівня боєздатності військ.

**Ключові слова:** відвернений збиток; озброєння та військова техніка; відновлення; резерв.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Прогнозування величини збитку (втрат), якого зазнаватимуть війська, є одним із важливих завдань, що вирішуються органами управління в процесі планування операцій. Результати такого прогнозування використовуються для визначення способу ведення операції та відповідних заходів усебічного забезпечення військ. Особливого значення прогнозування втрат набуває під час проведення досліджень, спрямованих на розроблення та вдосконалення організаційної структури військ, форм і способів їх підготовки, застосування та всебічного забезпечення. Отже, достовірність результатів такого прогнозування є умовою успішного вирішення зазначених завдань.

Досвід свідчить, що у разі відсутності (або низької ефективності функціонування) системи забезпечення озброєнням та військовою технікою (ОВТ) військові формування (ВФ) діють менш ефективно та в результаті противник завдає їм більшого збитку, ніж аналогічним ВФ, у яких зазначена система ефективно функціонує. Це може пояснюватися ось чим: зумовлюючи збільшення кількості боєздатних зразків ОВТ в строю, система забезпечення ОВТ тим самим сприяє зростанню вогневого впливу на противника, завданню йому більшого ураження, зниженню ефективності застосування його військ. Це, у свою чергу, викликає зниження впливу противника на ВФ, а отже, й певне відвертання збитку, якого воно могло б зазнати. Однак, під час обґрунтування бойового складу військ, потрібного для вирішення тих чи інших завдань, дослідники, зазвичай,

прогнозують втрати сторін без урахування впливу можливої величини відверненого збитку. Але, такий стан у низці випадків може призвести до прийняття невірних рішень.

Саме тому, розроблення нових, більш досконалих способів прогнозування величини збитку військ, який під час операції може бути відвернений унаслідок зростання вогневого впливу на противника, викликаного результатами функціонування системи забезпечення ОВТ, є актуальним науковим завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В останні роки проблема оцінювання результатів застосування військ, з огляду на досягнуту величину відверненого збитку, почала викликати певний інтерес у військових спеціалістів та дослідників, у тому числі й у галузі матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) військ. Зокрема, у [1] вказувалося на існування взаємозв'язку результатів функціонування сил і засобів системи МТЗ (у тому числі й підсистеми забезпечення військ ОВТ) з величиною відверненого збитку військ, а також була обґрунтована доцільність використання цього взаємозв'язку для оцінювання ефективності функціонування зазначених сил і засобів. Однак, висвітлені в [1] положення мали лише загальний характер, що не дозволяє здійснювати практичне прогнозування впливу результатів функціонування системи забезпечення військ ОВТ на величину відверненого збитку військ під час операції.

Тому, **метою статті** є висвітлення можливого способу прогнозування величини збитку військ, який під час операції може бути відвернений унаслідок зростання вогневого впливу на

противника, викликаного результатами функціонування системи забезпечення ОВТ.

**Виклад основного матеріалу дослідження**

Унаслідок впливу противника та інших негативних факторів частина наявних на початок операції зразків ОВТ може бути втрачена. Тому у випадку, коли система забезпечення ОВТ не функціонуватиме (буде відсутня), кількість  $N^{(-)}$  працездатних зразків ОВТ, наявних у військах, поступово скорочуватиметься і на кінець операції тривалістю  $T$  діб складатиме:

$$N^{(-)} = N_0 - \Delta N^{(-)} = N_0 - \sum_{i=1}^T \Delta N_i^{(-)}, \quad (1)$$

де  $N_0$  – кількість працездатних зразків ОВТ у військах на початок операції;  $\Delta N^{(-)}$  ( $\Delta N_i^{(-)}$ ) – загальна за операцію (за  $i$ -ту добу операції) кількість втрачених зразків ОВТ у випадку, якщо система забезпечення ОВТ не функціонуватиме.

Однак, у разі функціонування зазначеної системи певна частина втрат ОВТ може бути компенсована (рос. “возмещена”) за рахунок відновлення пошкоджених зразків або надходження ОВТ з резерву\*. При цьому, зумовлюючи зростання кількості боєздатних зразків ОВТ в строю, система забезпечення ОВТ, тим самим, сприяє зростанню вогневого впливу на противника, завданню йому більшого ураження, зниженню ефективності застосування його військ. Це, у свою чергу, викликати зниження впливу противника на наші війська, а отже, сприятиме зниженню їхніх втрат від рівня  $\Delta N^{(-)}$  ( $\Delta N_i^{(-)}$ ) до рівня  $\Delta N^{(+)}$  ( $\Delta N_i^{(+)}$ ), при цьому:

$$\Delta N^{(+)} \leq \Delta N^{(-)}; \quad (2)$$

$$\Delta N_i^{(+)} \leq \Delta N_i^{(-)}, \quad (3)$$

де  $\Delta N^{(+)}$  ( $\Delta N_i^{(+)}$ ) – загальна за операцію (за  $i$ -ту добу операції) кількість втрачених зразків ОВТ у випадку, якщо система забезпечення ОВТ функціонуватиме.

Таким чином, у разі функціонування системи забезпечення ОВТ кількість  $N^{(+)}$  працездатних зразків ОВТ, наявних у військах на кінець операції, складатиме:

$$N^{(+)} = N_0 - \Delta N^{(+)} + N' + N_{PEZ} = N_0 - \sum_{i=1}^T (\Delta N_i^{(+)} - N'_i - N_{PEZ\ i}); \quad (4)$$

$$N^{(+)} \geq N^{(-)}, \quad (5)$$

де  $N'$  ( $N'_i$ ) – загальна за операцію (за  $i$ -ту добу операції) кількість відновлених зразків ОВТ;  $N_{PEZ}$  ( $N_{PEZ\ i}$ ) – загальна за операцію (за  $i$ -ту добу операції) кількість поданих з резерву зразків ОВТ.

Отже, різниця

\* – забезпечення військ ОВТ також може здійснюватися за рахунок виробництва (закупівлі) ОВТ та трофейних зразків. Однак, використання цих джерел безпосередньо під час проведення операції, зазвичай, є доволі обмеженим. Тому, у статті зазначені джерела не розглядатимуться.

$$\begin{aligned} \Delta N^{(-)} - \Delta N^{(+)} &= \\ &= \sum_{i=1}^T \Delta N_i^{(-)} - \sum_{i=1}^T \Delta N_i^{(+)} = \delta P \end{aligned} \quad (6)$$

являтиме собою абсолютну величину відверненого збитку військ унаслідок зростання вогневого впливу на противника, викликаного результатами функціонування системи забезпечення ОВТ.

Зважаючи на те, що для прогнозування втрат ОВТ досить часто використовуються відносні (стосовно  $N_0$ ) показники, вирази для визначення величини  $\Delta N_i^{(-)}$  та  $\Delta N_i^{(+)}$  можна подати у вигляді:

$$\Delta N_i^{(-)} = N_0 \cdot \beta_0^{(-)}; \quad (7)$$

$$\Delta N_i^{(+)} = N_0 \cdot \beta_0^{(+)}, \quad (8)$$

де  $\beta_0^{(+)}$  ( $\beta_0^{(-)}$ ) – відносна (стосовно  $N_0$ ) кількість втрачених протягом  $i$ -ої доби операції зразків ОВТ у випадку, якщо система забезпечення ОВТ функціонуватиме (не функціонуватиме).

Зважаючи на результати проведених досліджень [2], для обчислення  $\beta_0^{(-)}$  та  $\beta_0^{(+)}$  можуть використовуватися такі вирази:

$$\beta_0^{(-)} = \beta_0 \cdot K_{\Phi\ i} \cdot Z_i \cdot \xi_i \cdot \Psi_i \cdot \left( \frac{\alpha_{\text{ТИП}}}{\alpha_{i-1}^{(+)}} \right)^{2,114}; \quad (9)$$

$$\beta_0^{(+)} = \beta_0 \cdot K_{\Phi\ i} \cdot Z_i \cdot \xi_i \cdot \Psi_i \cdot \left( \frac{\alpha_{\text{ТИП}}}{\alpha_{i-1}^{(-)}} \right)^{2,114}, \quad (10)$$

де  $\beta_0$  – базова величина відносних втрат ОВТ протягом  $i$ -ої доби операції;  $K_{\Phi\ i}$  – коефіцієнт форми застосування ВФ, в  $i$ -ту добу операції;  $Z_i$  – коефіцієнт оперативно-тактичної важливості ВФ в  $i$ -ту добу операції;  $\xi$  – коефіцієнт ступеня укритості військ в  $i$ -ту добу операції;  $\Psi$  – коефіцієнт ступеня вогневого ураження противника в  $i$ -ту добу операції;  $\alpha_{i-1}^{(+)}$  ( $\alpha_{i-1}^{(-)}$ ) – поточне співвідношення сил і засобів (бойових потенціалів) своїх військ та противника на початок  $i$ -ої (кінець  $(i-1)$ -ої) доби операції у випадку, якщо система забезпечення ОВТ функціонуватиме (не функціонуватиме);  $\alpha_{\text{ТИП}}$  – співвідношення сил і засобів (бойових потенціалів) своїх військ та противника у типових (найпоширеніших) умовах тої чи іншої операції.

Звернемо увагу на коефіцієнти  $\alpha_{i-1}^{(+)}$  та  $\alpha_{i-1}^{(-)}$ , котрі являють собою відношення:

$$\alpha_{i-1}^{(+)} = \frac{\Pi_{i-1}^{(+)}}{\tilde{\Pi}_{i-1}^{(+)}}; \quad (11)$$

$$\alpha_{i-1}^{(-)} = \frac{\Pi_{i-1}^{(-)}}{\tilde{\Pi}_{i-1}^{(-)}}; \quad (12)$$

де  $\Pi_{i-1}^{(+)}$  ( $\Pi_{i-1}^{(-)}$ ) – бойовий потенціал (БП) військ на початок  $i$ -ої (кінець  $(i-1)$ -ої) доби операції у



випадку, якщо система забезпечення ОВТ функціонуватиме (не функціонуватиме);  $\tilde{\Pi}_{i-1}^{(+)}$  ( $\tilde{\Pi}_{i-1}^{(-)}$ ) – БП противника на початок  $i$ -ої (кінець  $(i-1)$ -ої) доби операції у випадку, якщо система забезпечення ОВТ наших військ функціонуватиме (не функціонуватиме). Позначкою “ $\sim$ ” тут і далі помічені показники, що стосуються противника.

Зважаючи на [3], для обчислення  $\Pi_{i-1}^{(+)}$  та  $\Pi_{i-1}^{(-)}$  можуть використовуватися такі вирази:

$$\Pi_{i-1}^{(+)} = \sum_{j=1}^r N_j^{(+)} \cdot K_{БП j} \cdot K_{РiБ j (i-1)} \times K_{ПММ j (i-1)} \cdot K_{ЕК j (i-1)}; \quad (13)$$

$$\Pi_{i-1}^{(-)} = \sum_{j=1}^r N_j^{(-)} \cdot K_{БП j} \cdot K_{РiБ j (i-1)} \times K_{ПММ j (i-1)} \cdot K_{ЕК j (i-1)}; \quad (14)$$

де  $N_j^{(+)}$  ( $N_j^{(-)}$ ) – кількість працездатних зразків ОВТ  $j$ -го типу (групи), наявних у військах на початок  $i$ -ої (кінець  $(i-1)$ -ої) доби операції у випадку, якщо система забезпечення ОВТ функціонуватиме (не функціонуватиме);  $K_{БП j}$  – коефіцієнт БП зразка ОВТ  $j$ -го типу (групи) відносно розрахункової одиниці БП [4];  $r$  – загальна кількість типів (груп) зразків ОВТ, наявних у ВФ ( $j = \overline{1, r}$ );  $K_{РiБ j (i-1)}$  – коефіцієнт забезпеченості зразків ОВТ  $j$ -го типу (групи) необхідним боєзапасом на початок  $i$ -ої (кінець  $(i-1)$ -ої) доби операції;  $K_{ПММ j (i-1)}$  – те саме, але стосовно запасу пального;  $K_{ЕК j (i-1)}$  – те саме, але стосовно підготовлених екіпажів (обслуги).

Слід зазначити, що для першої доби операції ( $i=1$ ):

$$N_j^{(+)} = N_j^{(-)} = N_j 0, \quad (15)$$

тоді як для другої та подальших діб операції ( $i>1$ ) (подібно до (4) та (2)):

$$N_j^{(+)} = N_j 0 - \sum_{t=1}^{i-1} (\Delta N_{j t}^{(+)} - N'_{j t} - N_{РЕЗ j t}); \quad (16)$$

$$N_j^{(-)} = N_j 0 - \sum_{t=1}^{i-1} \Delta N_{j t}^{(-)} \leq N_j^{(+)}; \quad (17)$$

де  $N_{0j}$  – початкова кількість працездатних зразків ОВТ  $j$ -го типу (групи), наявних у військах;

$\Delta N_{j t}^{(+)}$  ( $\Delta N_{j t}^{(-)}$ ) – кількість втрачених протягом

$t$ -ої доби операції зразків ОВТ  $j$ -го типу (групи) у випадку, якщо система забезпечення ОВТ функціонуватиме (не функціонуватиме). Ця величина визначається аналогічно (7) та (8);

$N'_{j t}$  – кількість відновлених протягом  $i$ -ої доби операції зразків ОВТ  $j$ -го типу (групи);  $N_{РЕЗ j t}$  – кількість поданих з резерву протягом  $t$ -ої доби операції зразків ОВТ  $j$ -го типу (групи).

Отже, наявність у (16) показників  $N'_{j t}$  та  $N_{РЕЗ j t}$  свідчить про можливість враховувати через

коефіцієнт  $\alpha_{i-1}^{(+)}$  вплив системи забезпечення ОВТ на величину втрат військ під час операції.

Зуважимо, що величини  $K_{РiБ j (i-1)}$ ,  $K_{ПММ j (i-1)}$  та  $K_{ЕК j (i-1)}$  визначаються за допомогою таких виразів:

$$K_{РiБ j (i-1)} = \frac{Q_{РiБ j (i-1)}}{Q_{РiБ j (i-1)}^{(П)}} \leq 1; \quad (18)$$

$$K_{ПММ j (i-1)} = \frac{Q_{ПММ j (i-1)}}{Q_{ПММ j (i-1)}^{(П)}} \leq 1; \quad (19)$$

$$K_{ЕК j (i-1)} = \frac{Q_{ЕК j (i-1)}}{Q_{ЕК j (i-1)}^{(П)}} \leq 1, \quad (20)$$

де  $Q_{РiБ j (i-1)}$  – наявна величина боєзапасу зразків ОВТ  $j$ -го типу (групи) на початок  $i$ -ої (кінець  $(i-1)$ -ої) доби операції;  $Q_{ПММ j (i-1)}$  – те саме, але стосовно запасу пального;  $Q_{ЕК j (i-1)}$  – те саме, але стосовно підготовлених екіпажів (обслуги);  $Q_{РiБ j (i-1)}^{(П)}$  – величина боєзапасу для зразків ОВТ  $j$ -го типу (групи), яку потрібно мати на початок  $i$ -ої (кінець  $(i-1)$ -ої) доби операції;  $Q_{ПММ j (i-1)}^{(П)}$  – те саме, але стосовно запасу пального;  $Q_{ЕК j (i-1)}^{(П)}$  – те саме, але стосовно підготовлених екіпажів (обслуги).

Що стосується противника, то:

$$\tilde{\alpha}_{i-1}^{(-)} = \frac{\tilde{\Pi}_{i-1}^{(-)}}{\Pi_{i-1}^{(-)}} = \frac{1}{\alpha_{i-1}^{(-)}}; \quad (21)$$

$$\tilde{\alpha}_{i-1}^{(+)} = \frac{\tilde{\Pi}_{i-1}^{(+)}}{\Pi_{i-1}^{(+)}} = \frac{1}{\alpha_{i-1}^{(+)}}, \quad (22)$$

де величина  $\tilde{\Pi}_{i-1}^{(+)}$  та  $\tilde{\Pi}_{i-1}^{(-)}$  обчислюється аналогічно (13)–(20).

Отже, згідно (6)–(8) вираз для прогнозування величини збитку військ, який під час операції може бути відвернений унаслідок зростання вогневого впливу на противника, викликаного результатами функціонування системи забезпечення своїх військ ОВТ, матиме вигляд:

$$\delta\Pi = \sum_{i=1}^T \Delta N_i^{(-)} - \sum_{i=1}^T \Delta N_i^{(+)} = N_0 \cdot \sum_{i=1}^T \beta_0^{(-)} - \quad (23)$$

$$-N_0 \cdot \sum_{i=1}^T \beta_0^{(+)} = N_0 \cdot \sum_{i=1}^T (\beta_0^{(-)} - \beta_0^{(+)}).$$

При цьому,  $\beta_0^{(-)}$  та  $\beta_0^{(+)}$  розраховуватиметься за допомогою (9)–(22).

Розглянемо приклад його застосування. Нехай, угруповання військ “червоних” протягом 15 діб ( $T=15$ ) проводить оборонну операцію проти угруповання військ “синіх”. При цьому, розглядаються два варіанти (табл. 1): варіант 1 – “червоні” не мають системи забезпечення військ ОВТ; варіант 2 – “червоні” мають цю систему. “Сині” в обох варіантах її мають.

Таблиця 1

**Результати прогнозування величини збитку військ, який під час операції може бути відвернений унаслідок зростання вогневого впливу на противника, викликаного результатами функціонування системи забезпечення ОВТ**

Варіант 1 – за умови відсутності у “червоних” системи забезпечення військ ОВТ													
i-та доба	“червоні”							“сині”					
	$N_{i-1}^{(-)}$ од.	$\beta_{0i}^{(-)}$	$\Delta N_i^{(-)}$ од.	$N_i'$ од.	$N_{РЕЗ i}$ од.	$N_i^{(-)}$ од.	$\alpha_{i-1}^{(-)}$	$\tilde{N}_{i-1}^{(-)}$ од.	$\tilde{\beta}_{0i}^{(-)}$	$\Delta N_i^{(-)}$ од.	$\tilde{N}_i'$ од.	$\tilde{N}_{РЕЗ i}$ од.	$\tilde{N}_i^{(-)}$ од.
1	500,0	0,03	15,0	–	–	485,0	0,50	1000,0	0,03	30,0	10	–	980,0
2	485,0	0,03	14,9	–	–	470,1	0,49	980,0	0,03	28,8	10	–	961,2
3	470,1	0,03	14,8	–	–	455,4	0,49	961,2	0,03	27,5	10	–	943,7
4	455,4	0,03	14,7	–	–	440,6	0,48	943,7	0,03	26,3	10	–	927,4
5	440,6	0,03	14,7	–	–	425,9	0,48	927,4	0,03	25,0	10	–	912,5
6	425,9	0,03	14,8	–	–	411,1	0,47	912,5	0,03	23,7	10	–	898,8
7	411,1	0,04	14,9	–	–	396,2	0,46	898,8	0,02	22,3	10	–	886,5
8	396,2	0,04	15,1	–	–	381,2	0,45	886,5	0,02	21,0	10	–	875,5
9	381,2	0,04	15,3	–	–	365,8	0,44	875,5	0,02	19,6	10	–	865,9
10	365,8	0,04	15,7	–	–	350,2	0,42	865,9	0,02	18,2	10	30	887,7
11	350,2	0,05	17,3	–	–	332,8	0,39	887,7	0,02	16,1	10	–	881,5
12	332,8	0,05	18,1	–	–	314,8	0,38	881,5	0,02	14,6	10	–	876,9
13	314,8	0,06	19,0	–	–	295,7	0,36	876,9	0,01	13,1	10	–	873,9
14	295,7	0,07	20,2	–	–	275,5	0,34	873,9	0,01	11,5	10	–	872,4
15	275,5	0,08	21,8	–	–	253,6	0,32	872,4	0,01	9,9	10	–	872,5
ΔN <sup>(-)</sup> = 246,4 од.													
Варіант 2 – за умови наявності у “червоних” системи забезпечення військ ОВТ													
i-та доба	“червоні”							“сині”					
	$N_{i-1}^{(+)}$ од.	$\beta_{0i}^{(+)}$	$\Delta N_i^{(+)}$ од.	$N_i'$ од.	$N_{РЕЗ i}$ од.	$N_i^{(+)}$ од.	$\alpha_{i-1}^{(+)}$	$\tilde{N}_{i-1}^{(+)}$ од.	$\tilde{\beta}_{0i}^{(+)}$	$\Delta N_i^{(+)}$ од.	$\tilde{N}_i'$ од.	$\tilde{N}_{РЕЗ i}$ од.	$\tilde{N}_i^{(+)}$ од.
1	500,0	0,03	15,0	8	–	493,0	0,50	1000,0	0,03	30,0	10	–	980,0
2	493,0	0,03	14,6	8	–	486,4	0,50	980,0	0,03	29,8	10	–	960,2
3	486,4	0,03	14,2	8	–	480,2	0,51	960,2	0,03	29,6	10	–	940,6
4	480,2	0,03	13,8	8	–	474,4	0,51	940,6	0,03	29,5	10	–	921,1
5	474,4	0,03	13,4	8	–	469,1	0,52	921,1	0,03	29,4	10	–	901,7
6	469,1	0,03	12,9	8	–	464,1	0,52	901,7	0,03	29,4	10	–	882,3
7	464,1	0,03	12,5	8	–	459,6	0,53	882,3	0,03	29,5	10	–	862,8
8	459,6	0,03	12,1	8	–	455,5	0,53	862,8	0,03	29,6	10	–	843,2
9	455,5	0,03	11,6	8	–	451,9	0,54	843,2	0,04	29,8	10	–	823,4
10	451,9	0,02	11,1	8	20	468,8	0,55	823,4	0,04	30,1	10	30	833,4
11	468,8	0,02	11,0	8	–	465,8	0,56	833,4	0,04	32,1	10	–	811,3
12	465,8	0,02	10,4	8	–	463,4	0,57	811,3	0,04	32,6	10	–	788,7
13	463,4	0,02	9,9	8	–	461,5	0,59	788,7	0,04	33,3	10	–	765,4
14	461,5	0,02	9,3	8	–	460,2	0,60	765,4	0,04	34,1	10	–	741,3
15	460,2	0,02	8,7	8	–	459,5	0,62	741,3	0,05	35,1	10	–	716,1
ΔN <sup>(+)</sup> = 180,5 од.													
ΔП = ΔN <sup>(-)</sup> – ΔN <sup>(+)</sup> = 246,4 – 180,5 = 65,9 од.													

Для зручності прийемо такі вихідні дані:

до складу обох угруповань входять зразки ОВТ одного типу, при цьому  $N_0 = 500$  од.,

$$\tilde{N}_0 = 1000 \text{ од.}, K_{БП} = \tilde{K}_{БП} = 1;$$

базові відносні втрати зразків ОВТ протягом кожної доби операції складають  $\beta_{0i} = \tilde{\beta}_{0i} = 0,03$ ;

середньодобова кількість відновлених зразків ОВТ на кінець кожної доби операції залишатиметься незмінною і складатиме: для варіанта 1 –  $N_i' = 0$  од.,  $\tilde{N}_i' = 10$  од.; для варіанта 2 –  $N_i' = 8$  од.,  $\tilde{N}_i' = 10$  од.;

резервні зразки ОВТ надходять протягом 10-ої доби операції. Їх кількість складатиме: для варіанта 1 –  $N_{РЕЗ} = 0$  од.;  $\tilde{N}_{РЕЗ} = 30$  од.; для варіанта 2 –  $N_{РЕЗ} = 20$  од.;  $\tilde{N}_{РЕЗ} = 30$  од.;

значення коефіцієнтів (показників)  $K_{Ф i}$ ,  $Z_i$ ,  $\xi_i$ ,  $\psi_i$ ,  $K_{РiБ i}$ ,  $K_{ПММ i}$ ,  $K_{ЕК i}$  та відповідних коефіцієнтів стосовно противника протягом усієї операції

будуть незмінними і дорівнюватимуть 1,  $\alpha_{ТИП} = 0,5$ ,  $\tilde{\alpha}_{ТИП} = 1/0,5 = 2$ .

Розрахунки проводились послідовно для кожної доби операції. Як бачимо з табл. 1, у варіанті 1 відсутність системи забезпечення військ ОВТ у “червоних” зумовлює суттєве зниження показника  $\alpha_{i-1}^{(-)}$  і, як наслідок, зростання добових втрат “червоних”, тоді як у “синих” спостерігається їх зниження. У варіанті 2 функціонування системи забезпечення військ ОВТ у “червоних” дозволяє дещо підвищувати величину  $\alpha_{i-1}^{(+)}$ , а отже, знижувати величину добових втрат “червоних”, тоді як у “синих” спостерігається їх зростання.

Таким чином, за умови відсутності системи забезпечення військ ОВТ загальна кількість втрачених протягом операції зразків ОВТ у “червоних” складатиме  $\Delta N^{(-)} = 246,4$  од., тоді як за умови її наявності  $\Delta N^{(+)} = 180,5$  од. Отже, враховуючи (23), абсолютна величина відверненого збитку “червоних” унаслідок зростання вогневого впливу на “синіх”, викликаного результатами функціонування системи забезпечення військ ОВТ, складатиме  $\Delta П = 246,4 - 180,5 = 65,9$  од.

**Висновки й перспективи подальших досліджень**

У статті висвітлений можливий спосіб прогнозування величини збитку військ, який під час операції може бути відвернений унаслідок зростання вогневого впливу на противника, викликаного результатами функціонування системи забезпечення ОВТ. Особливість запропонованого способу полягає у тому, що величину втрат ОВТ, яких зазнаватимуть війська протягом тої чи іншої доби операції, пропонується розраховувати, зважаючи на досягнуту до початку цієї доби величину БП військ. При цьому, у статті розкривається формалізований взаємозв'язок величини БП військ та результатів функціонування системи їх забезпечення ОВТ, зокрема підсистем відновлення та резерву.

Указаний спосіб може використовуватися під час прогнозування стану ОВТ в операції, обґрунтування потрібного складу ремонтно-відновлювальних частин та підрозділів, а також потрібної величини резерву ОВТ.

Наведений у статті приклад свідчить про можливість практичного застосування описаного способу для вирішення відповідних завдань.

Перспективами подальших досліджень є розроблення методів обґрунтування раціонального складу сил і засобів технічного забезпечення для досягнення потрібної величини відверненого збитку військ під час операції.

### Література

1. Шуєнкін В. О. Метод оцінення ефективності матеріально-технічного забезпечення через рівень запобіжного збитку військ / В. О. Шуєнкін // Наука і оборона. – 2003. – № 2. – С. 34–37. 2. Павловський О. В., Прогнозування величини втрат озброєння та військової техніки під час операції / О. В. Павловський // Системи озброєння і військової техніки. – 2015. – № 4 (44). – С. 116–118. 3. Методика розрахунку бойових потенціалів військових формувань. – К.: ГШ ЗС України, 2013. – 30 с.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ПРЕДОТВРАЩЕННОГО УЩЕРБА ВОЙСК, ОБУСЛОВЛЕННОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ СИСТЕМЫ ИХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРУЖИЕМ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКОЙ

*Олег Владимирович Павловский (канд. воен. наук, с.н.с.)*

*Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина*

*В статье речь идет о возможном способе прогнозирования величины ущерба войск (в частности, потерь вооружения и военной техники), который в ходе операции может быть предотвращен вследствие возрастания огневого воздействия на противника, вызванного результатами функционирования системы обеспечения своих войск вооружением и военной техникой. Особенность предложенного способа состоит в том, что величину потерь в вооружении и военной технике, понесенных войсками на протяжении тех или иных суток операции, предлагается рассчитывать, исходя из достигнутой к началу этих суток величины боевого потенциала войск. При этом в статье раскрывается формализованная взаимосвязь величины боевого потенциала войск и результатов функционирования системы их обеспечения вооружением и военной техникой, в частности, подсистем восстановления и резерва. Это позволяет получать более надежные результаты прогнозирования, в том числе ожидаемой величины предотвращенного ущерба.*

*Предложенный способ может использоваться для прогнозирования состояния вооружения и военной техники в операции, а также при проведении исследований, направленных на обоснование необходимого состава ремонтно-восстановительных частей и подразделений, необходимой величины резерва вооружения и военной техники для поддержания заданного уровня боеспособности войск.*

*Ключевые слова:* предотвращенный ущерб; вооружение и военная техника; восстановление; резерв.

## FORECASTING OF MAGNITUDE OF A PREVENTED DAMAGE OF TROOPS CAUSED OF FUNCTIONING OF THE SYSTEM OF THEIR MAINTENANCE BY ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT

*Oleh V. Pavlovskiy (Candidate of Military Sciences, Senior Research Fellow)*

*The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*The article describes the forecast method of the forces damage value (particularly weaponry and military equipment losses) which can be avoided during the operation due to fire impact strengthening caused by results of the equipment and arming procuring system functioning. The specialty of the method is that incurred losses value of weaponry and military equipment during certain day of operation is proposed to be calculated considering reached value of the combat potential of troops in the beginning of the day. The article reveals the formalized interrelation of the magnitude between the combat potential of troops and results of the equipment and arming procuring system functioning, particularly reserve and recovery sub-systems. The method allows us to get more reliable forecast results, including the expectation regarding magnitude of the prevented damage.*

*Proposed method can be used for weaponry and military equipment condition forecast in operations; in researches aimed to substantiate the necessary structure of repair units and necessary quantities of weapons and military equipment to maintain a certain level of combat effectiveness.*

*Keywords:* prevented damage; weapons and military equipment; recovery; reserve.

### References

1. Shuenkin V.A. (2003), Method of an estimation of efficiency of material support through a level of the prevented damage of troops. [*Metod ocinennia efektyvnosti materialno-tekhnichnogo zabezpechennia cherez riven zapobijanogo zbytku viisk*], Science and Defense, No 2, pp. 34-37. 2. Pavlovsky O.V. (2015) Weapons and military equipment losses volume forecast during operations (combat operations) [*Prognozuvannia velychyny vtrat ozbroennia ta viiskovoi tehniky pid chas operacii (boiovyh dii)*], Weapons and military equipment systems, No 4, pp. 116-118. 3. Methods of counting of battle potentials of military formations (2013) [*Metodyka rozrahunku boiovyh potencialiv viiskovyh formuvan*]: GSH AF of Ukraine.

Отримано: 30.03.2016 року.

## ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО СКЛАДУ ХИБНИХ ПУСКОВИХ УСТАНОВОК РОЗМІЩЕНИХ НА ПОЗИЦІЯХ У СКЛАДІ ВІЙСЬКОВОГО ФОРМУВАННЯ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК

Стаття присвячена обґрунтуванню рекомендації щодо визначення оптимального складу хибних пускових установок розміщених на позиціях у складі військового формування ракетних військ в позиційних районах. Рекомендації обґрунтовані за допомогою використання розробленого математичного апарату, який базується на сутності біноміального розподілу дискретної випадкової величини. Сутність розрахунків полягає у визначенні мінімальної кількості хибних пускових установок, використання яких у складі змішаного військового формування ракетних військ, під час ведення бойових дій, забезпечить не перевищити допустимий рівень бойових втрат пускових установок. У статті також обґрунтовано залежність живучості військового формування ракетних військ від кількості хибних пускових установок розміщених на позиціях та їх оптимальної кількості. У статті визначено, що підвищення живучості військового формування ракетних військ через встановлення хибних пускових установок на позиції відбувається до певного значення після якого збільшення кількості хибних пускових установок несуттєво впливає на його приріст.

**Ключові слова:** військове формування ракетних військ; бойові втрати; хибна пускова установка.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Аналіз фізико-географічних умов території України дає можливість зробити висновки про наявність достатньо високої імовірності несприятливих умов для маскувannya позицій військових формувань ракетних військ за допомогою штучних масок (димопуск, маскувальні комплекти).

Із зазначеного можливо зробити висновок, що в умовах, в яких можуть вестися воєнні дії (метеорологічні, фізико-географічні) найбільш доцільним заходом щодо введення противника в оману може бути застосування засобів імітації, а саме застосування хибних пускових установок (ПУ) для укріття ПУ військового формування ракетних військ.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Існує думка [1] щодо недоцільності застосування хибних ПУ для приховування ПУ у зв'язку із тим, що виготовлення хибної ПУ потребує залучення певних витрат грошових коштів, а їх установа на позиції – залучення додаткових підрозділів. Однак досвід провідних у військовому відношенні країн світу свідчить про те, що питанню забезпечення військ хибними зразками озброєння (імітаторами) вони приділяють значну увагу [1]. До того ж, вартість однієї хибної ПУ [2], яка може бути втрачена під час удару противника та забезпечити живучість дійсної ПУ дозволяє оцінити необхідність та частку впливу застосування хибних ПУ у складі військового формування ракетних військ.

Незважаючи на наведені протиріччя, які склалися в поглядах щодо обладнання хибних позицій, висновки зроблені з аналізу результатів ведення воєнних дій останніх десятиріч дають можливість стверджувати, що питанню

обладнання хибних позицій приділялася увага, проте, не визначалася необхідна кількість таких позицій.

Зазначене говорить про те, що питанню наукового обґрунтування та визначення оптимального складу хибного ракетного озброєння розміщеного на позиціях у складі військового формування ракетних військ належна увага не приділялася.

В той же час в [3] запропоновано методику визначення оптимального складу авіаційних хибних цілей у складі змішаного угруповання авіації. Зазначена методика направлена на вирішення двокритеріальної задачі та ґрунтується на визначенні паретооптимального значення кількості хибних авіаційних цілей у складі змішаного угруповання авіації. Запропоновану методику можливо адаптувати та удосконалити для вирішення питань приховування ПУ на позиції. Суттєвим недоліком запропонованої методики є те, що вибір оптимальної кількості хибних авіаційних цілей визначається із найбільшого значення імовірності ураження певної кількості літальних апаратів (за умови використання хибних авіаційних цілей) у нальоті, проте різниця між цими значеннями незначна.

Враховуючи це **метою статті** є, обґрунтування рекомендацій щодо визначення оптимального складу хибних ПУ розміщених на позиціях у складі військового формування ракетних військ.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Бойове застосування військових формувань організуються певним способом. В той же час, важливими заходами способу бойового застосування військових формувань ракетних військ є заходи із забезпечення їх живучості.

Видом забезпечення бойових дій, який сприяє підвищенню живучості, досягненню раптовості дій військових формувань ракетних військ, збереженню їх боєготовності є маскуванню. До основних заходів маскуванню військових формувань ракетних військ слід віднести [4, С.9]:

- застосування штучних масок;
- укриття об'єктів за допомогою димомаскування (аерозольних утворень);
- застосування засобів і прийомів імітації (макетів озброєння, військової техніки і місцевих предметів, табельних маскувальних комплектів,

кутових відбивачів, теплових імітаторів, імітаційних патронів, димових шапок).

Проте, вибір для застосування відповідних заходів маскуванню потребує більш детального аналізу фізико-географічних умов району операції у зв'язку із тим, що вони можуть суттєво впливати на ефективність того або іншого заходу [4, С.16]. Так наприклад дослідження показали, що застосування штучних масок в умовах степу неефективне. Укриття об'єктів за допомогою аерозольних утворень потребує певних метеорологічних умов (табл. 1).

Таблиця 1

Характеристика метеорологічних умов димопуску

Елементи метеорологічної обстановки	Умови		
	Сприятливі	Середні	Несприятливі
Швидкість вітру	2-4 м/с	5-8 м/с	до 1,5 та більше 8 м/с
Характер вітру	Стійкий за напрямком і швидкістю		Нестійкий, поривчастий, штіль
Ступінь стійкості вітру по вертикалі	Відсутність висхідних потоків	Невеликі висхідні потоки	Сильні висхідні потоки

Зрозумілим є те, що вирішення поставленого завдання потребує наявності відповідного математичного апарату. Доцільність введення противника в оману за допомогою обладнання хибних позицій у межах дійсних позицій підрозділів можливо підтвердити положеннями курсу теорії імовірності [5]. Так відомо, що імовірністю події А є відношення суми елементарних подій, які сприяють події А, до загальної кількості n рівноможливих елементарних подій. Позначимо через А подію, яка полягає у тому, що у результаті завданого противником удару буде уражено ПУ, через В – хибну ПУ. Обидві елементарні події А і В є рівноможливими у силу того, що хибна ПУ у достатній мірі імітує дії дійсної ПУ. У прикладі, що розглядається імовірність події А буде залежати від кількості ПУ і хибних ПУ на позиції.

$$P(A) = \frac{m}{n} \quad (1)$$

де: m – кількість ПУ на позиції;  
n – загальна кількість ПУ і хибних ПУ, які розміщені на позиції.

Виходячи із цього та за умови встановленої кількості ПУ, які розміщені на позиції імовірність їх ураження P(A) буде тим меншою, чим більше хибних ПУ буде розміщено серед ПУ на позиції. Отже зазначене підкреслює доцільність введення противника в оману за допомогою встановлення на позиціях хибних ПУ.

Під час вирішення завдання укриття реальних цілей (якими виступають ПУ для противника) серед хибних необхідно мати оцінку оптимальної кількості хибних ПУ, які включаються до складу військового формування ракетних військ, а також оцінку рівня бойових втрат ПУ за умов використання хибних ПУ. З цією метою пропонується розглянути задачу визначення оптимального складу хибних ПУ у складі

військового формування ракетних військ, які розміщені на позиції.

Припустимо, що для вирішення завдань щодо завдання ракетних ударів по цілях противника, залучається підрозділ, який складається з  $n_{пу}$  ПУ.

Будемо вважати, що під час вирішення цього завдання даному підрозділу буде протидіяти деяка кількість однотипних засобів ураження противника, які спроможні одночасно завдавати удар по виявленому підрозділу військового формування ракетних військ  $n_p$  ракетами.

З метою прийняття рішення щодо кількісного складу змішаного підрозділу необхідно представити командиру військового формування ракетних військ оцінку кількості  $x_2$  хибних ПУ, включення яких до складу бойового порядку військового формування ракетних військ забезпечить рівень бойових втрат ПУ у, що не перевищить допустимий  $x_1$ . З [6] відомо, що надійність статистичних оцінок характеризує довірча імовірність вимоги до значення якої є  $P = 0,95$ . Отже в якості критерію пропонується використовувати мінімум  $x_2$ , який з імовірністю  $P \geq 0,95$  гарантує рівень втрат ПУ, що не перевищуватимуть допустимого значення.

Нехай зі складу військового формування ракетних військ у складі ( $n_{рк} + x_2$ ) ПУ і хибних РК засоби ураження противника навмання вибирають і уражають цілі за допомогою  $n_p$  ракет. При цьому припускається, що хибні ПУ з достатнім ступенем імітують розвідувальні (демаскуючі) ознаки [7] ПУ і в контурах цілерозподілу засобів ураження противника ПУ і хибні ПУ відображаються як однакові цілі. З зазначеного слідує, що за допомогою випущених  $n_p$  ракет буде знищено  $n_{пу}$  одиниць ПУ військового формування ракетних військ.

Загальна кількість випадків знищення  $n_p$  ракетами  $n_{пу}$  ПУ зі складу військового формування ракетних військ визначається числом сполучень  $C_{n_{пу}+x_2}^{n_p}$  [8]. Кількість сприятливих випадків, за яких пусками  $n_p$  ракет буде знищено кількість ПУ визначається як  $C_{n_{пу}}^y \cdot C_{x_2}^{n_p-y}$ .

Зазначений вираз представляє собою добуток числа випадків  $C_{n_{пу}}^y$  за яких буде знищено  $y$  ПУ, і числа випадків  $C_{x_2}^{n_p-y}$ , при яких решта уражених цілей  $(n_p - y)$  будуть хибними.

Виходячи із зазначеного, імовірність того, що під час ведення бойових дій зі складу військового формування ракетних військ, яке включає в себе  $x_2$  хибних ПУ бойові втрати ПУ не перевищать допустимого значення  $x_1$  буде визначатися функцією виду:

$$P(x_1, x_2) = \sum_{y=0}^{x_1} \frac{C_{n_{пу}}^y \cdot C_{x_2}^{n_p-y}}{C_{n_{пу}+x_2}^{n_p}} = \sum_{y=0}^{x_1} \frac{n_{пу}! \cdot x_2! \cdot n_p! \cdot (n_{пу} + x_2 - n_p)!}{y! \cdot (n_{пу} - y)! \cdot (n_p - y)! \cdot (x_2 - n_p + y)! \cdot (n_{пу} + x_2)!} \geq 0,95 \quad (4)$$

Метод розрахунку функції  $P(x_1, x_2)$  може включати в себе наступні етапи:

1. Для кожного фіксованого значення  $x_2$  вирішується задача знаходження значення функції  $P(x_1, x_2)$  по аргументу  $y$  при прийнятих обмеженнях (3).

2. Значення функції  $P(x_1, x_2)$  для кожного фіксованого  $x_2$  визначається як сума значень аргументу  $y$  від 0 до  $x_1$ .

В якості критерію доцільно використовувати мінімум кількості хибних ПУ у складі військового формування ракетних військ, який має вигляд:

$$K = x_2 \rightarrow \min \quad (5)$$

У зв'язку із тим, що шукані змінні задачі по своїй природі являються цілочисленними необхідно використовувати умови виду:

$$y \in \{0, 1, 2, \dots, x_1\}, \quad x_2 \in \{0, 1, 2, \dots, n\} \quad (6)$$

Особливостями запропонованої задачі є: дискретність і багатокритеріальність; суттєва нелінійність; алгоритмічність розрахунку функції (4).

З метою більш наочного представлення результатів дослідження пропонується розглянути приклад рішення задачі (4), (5).

Нехай до складу формування ракетних військ, яке розгорнуте на позиції для виконання бойових завдань щодо завдання ударів по об'єктах противника входять  $n_{пу} = 12$  ПУ. На етапі планування бойових дій командир (начальник) прийняв рішення щодо значення допустимих втрат ПУ, яке становить  $x_1 = 3$ . Рішення обґрунтоване

$$P(x_1, x_2) = \sum_{y=0}^{x_1} \frac{C_{n_{пу}}^y \cdot C_{x_2}^{n_p-y}}{C_{n_{пу}+x_2}^{n_p}} \quad (2)$$

Область існування зазначеної функції дискретних аргументів записується як:

$$0 \leq x_1 \leq n_{пу}, \quad 0 \leq x_2 \leq n_p, \quad x_2 \geq 0, \quad x_2 + n_{пу} \geq n_p \quad (3)$$

Ураховуючи прийняте обмеження щодо надійності розрахунків виходить, що імовірність того, що під час ведення бойових дій зі складу військового формування ракетних військ, яке включає в себе  $x_2$  хибних ПУ бойові втрати ПУ не перевищать допустимого значення  $x_1$  будуть визначатися як деяке значення  $x_2$ , яке є аргументом і доставляє значення функції  $P(x_1, x_2) \geq 0,95$  для фіксованого значення аргументу  $x_1$ .

тим, що за таких втрат формування ракетних військ буде спроможне продовжити ведення бойових дій.

Прийmemo, що засоби дальнього вогневого ураження противника представлені ракетним дивізіоном, який спроможний одночасно нанести груповий ракетний удар шістьма ракетами.

У результаті рішення задачі за відомих вихідних даних отримаємо множину рішень задачі, а саме імовірності допустимих бойових втрат ПУ при визначеній кількості хибних ПУ, яка представлена на рис.1 та у табл. 1.

Доцільним рішенням задачі, яке отримане за допомогою описаного вище методу є

$$x_1 = 3, \quad x_2 = 30 \quad (7)$$

Результати рішення зазначеної задачі, які представлені на рис.1 та у табл. 1. можливо трактувати таким чином:

1. Якщо під час планування бойового застосування військових формувань ракетних військ щодо ВУП допускається максимальний рівень бойових втрат до 3-х з 12 ПУ, то для забезпечення цього результату необхідно застосовувати 30 хибних ПУ.

2. За вказаних умов бойового застосування військових формувань ракетних військ з метою укриття однієї ПУ необхідно залучити 2...3 хибні ПУ.

Отримані результати являються оціночними залежностями рівня бойових втрат ПУ від кількості хибних ПУ у складі військового формування ракетних військ.

## Імовірність ураження пускових установок у залежності від кількості хибних пускових установок розміщених на позиції

Кількість хибних пускових установок ( $X_2$ )	Імовірність бойових втрати пускових установок				
	У				$X_1$
	0	1	2	3	до 3
6	5,38677E-05	0,003878474	0,053329024	0,237017884	0,294279
9	0,001547988	0,027863777	0,153250774	0,340557276	0,52322
16	0,021256039	0,139130435	0,31884058	0,327015979	0,806243
22	0,055478309	0,234966957	0,358977295	0,251913891	0,901336
30	0,113190855	0,325989661	0,344796757	0,170270003	0,954247
40	0,188539245	0,387852162	0,296275957	0,106766111	0,979433
50	0,258492466	0,413587945	0,247253663	0,070142883	0,989477
60	0,320431451	0,4194739	0,205991647	0,048185181	0,994082
70	0,374443987	0,414768724	0,172820302	0,0343921	0,996425

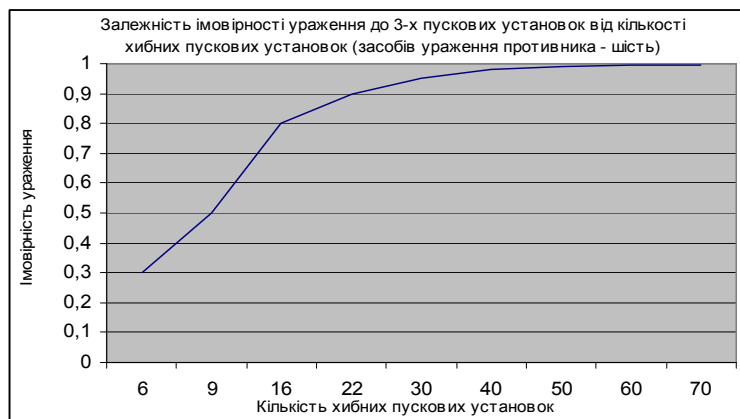


Рис. 1. Графік залежності імовірності ураження до трьох пускових установок в залежності від кількості хибних пускових установок розміщених на позиції

**Висновки, рекомендації та перспективи подальших досліджень**

У статті на основі сутності біноміального розподілу випадкової величини було розроблено математичний апарат за допомогою якого визначено оптимальний склад хибних ПУ, які необхідно розміщувати на позиціях у складі військового формування ракетних військ з метою введення противника в оману.

Результати проведених розрахунків дозволили зробити висновок про те, що, у аналогічних умовах ведення бойових дій, з метою надійного приховування дій однієї ПУ на позиції існує необхідність обладнання 2...3 хибних позицій.

Підвищення живучості військового формування ракетних військ через встановлення хибних ПУ на позиції відбувається до певного

значення після якого збільшення кількості хибних ПУ несуттєво впливає на його приріст (рис. 1).

Реалізація запропонованої рекомендації дозволить знаходити раціональні варіанти створення угруповань ракетних військ, збільшити їх вогневі можливості за рахунок підвищення живучості.

Перспективним напрямом подальших досліджень є удосконалення запропонованого математичного апарату шляхом визначення імовірності ураження ПУ високоточним боеприпасом як складної події, яка залежить від імовірності правильного виявлення ПУ, імовірності своєчасного завдання удару засобами ураження противника по виявленій ПУ та імовірності ураження ПУ виділеними для цього боеприпасом.

**Література**

1. РВСН впервые опробовали надувные макеты ракетных комплексов. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.sdelanounas.ru/blogs/48403> 2. Надувная армия. Інформаційний сайт [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.trasyy.livejournal.com/360498.html>.

3. Моисеев Г. В. Основы теории создания и применения имитационных беспилотных авиационных комплексов./ Моисеев Г.В., Моисеев В.С. – Казань, 2015. – 206 с. 4. Королёв А. Ю. Маскировка вооружения, техники и объектов./ Королёв А. Ю., Королёва А. А., Яковлев А. Д. – Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. – 155 с 5. Поддубный Г. В. Теория вероятности и ее

приложения / Поддубный Г. В. – М.: Военное издательство, 1976. – С. 9. **6. Справочник** по исследованию операций / [Абчук В.А., Матвейчук Ф.А., Томашевский Л.П.] ; под заг. ред. Матвейчука Ф. А. – М.: Военное издательство, 1979.– С.80. **7. Звіт** про науково-дослідну роботу. Розробка воєнного

енциклопедичного словника. Відбір і розроблення визначень термінів у воєнний енциклопедичний словник (проміжний звіт). – К.: НАОУ, 2007. – С.389. **8. Основи** моделювання бойових дій військ: Підручник. – Київ: НАОУ, 2005. – С.56.

## ОБОСНОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЛОЖНЫХ ПУСКОВЫХ УСТАНОВОК РАЗМЕЩЕННЫХ НА ПОЗИЦИЯХ В СОСТАВЕ ВОИНСКОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАКЕТНЫХ ВОЙСК

*Владимир Николаевич Примиринко*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

Статья посвящена обоснованию рекомендаций по определению оптимального состава ложных пусковых установок размещенных на позициях в составе воинского формирования ракетных войск в позиционных районах. Рекомендации обоснованы с помощью использования разработанного математического аппарата, который основывается на сущности биномиального распределения дискретной случайной величины. Сущность расчетов состоит в определении минимального количества ложных пусковых установок, использование которых в составе смешанного воинского формирования ракетных войск, во время ведения боевых действий, обеспечит не превысит допустимый уровень боевых потерь пусковых установок. В статье также обосновано зависимость живучести воинского формирования ракетных войск от количества ложных пусковых установок размещенных на позициях и их оптимального количества. В статье определено, что повышение живучести воинского формирования ракетных войск из-за установления ложных пусковых установок на позициях происходит до определенного значения после которого увеличение количества ложных пусковых установок несущественно влияет на его прирост.

**Ключевые слова:** воинское формирование ракетных войск; боевые потери; ложная пусковая установка.

## JUSTIFICATION OF RECOMMENDATIONS FOR DETERMINING THE OPTIMAL COMPOSITION OF FALSE LAUNCHERS PLACED IN POSITIONS AS PART OF MILITARY UNIT OF MISSILE TROOPS.

*Volodymyr M. Prymirenko*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

The article is devoted to the justification of recommendations for determining the optimal composition of false launchers placed in positions as part of military unit of missile troops in position areas. Recommendations are substantiated by using developed mathematical apparatus, which is based on the essence of the binomial distribution of a discrete random variable. The essence of the calculation is to determine the minimum number of false launchers, the use of which as part of a mixed military unit of missile troops, during the conduct of hostilities, which ensure not to exceed the allowable level of combat losses launchers. It is also included in the article the rationale based survivability of military unit of missile troops on the number of false launchers placed on the positions and their optimal amount. In the article it is determined the increasing survivability of military unit of missile troops due to the establishment of false launchers to positions takes place to a certain value, after that the increasing of the number of false launchers immaterial effect on its growth.

**Keywords:** military unit of missile troops; combat losses; false launcher.

### References

**1. RVSН** first tested the inflatable models of missiles. [RVSН *vpervye oprobovali naduvnye makety raketnykh kompleksov*], Informational site [Electron resource]. - Mode of access to the resource: <http://www.sdellanounas.ru/blogs/48403> **2. Inflatable army.** [Naduvnaia armia], Informational site [Electron resource]. - Mode of access to the resource: <http://www.trasyy.livejournal.com/360498.html>. **3. Moiseev G.V.,** Moiseev V.S. (2015), Fundamentals of the theory of creation and the use of unmanned aircraft systems simulation. [Osnovy teorii sozdania i primeneniia imitacionnykh bespilotnykh aviacionnykh kompleksov], Kazan, 206 p. **4. Koroliiov A.U.,** Koroliiova A.A., Iakovlev A.D. (2015), Disguise weapons, equipment and facilities. [Maskirovka voorusheniia, tehniky i obektov], UITMO,

Sankt-Peterburg, p. 155 **5. Poddubnyi G.V.** (1976), Probability theory and its applications. [Teoria veroiatnosti i eio priloshenia], Moskov, p. 9. **6. Abchuk V.A.,** Matveichuk F.A., Tomashevskiy L.P. (1979), Handbook of Operations Research. [Spravochnik po issledovaniiu operatsii], Moskov, p. 80. **7. The report** on the research work. Development of encyclopedia of martial law. Selection and development of definitions in wartime Encyclopedic Dictionary (interim report). (2007), [Zvit pro naukovo-doslidnu robotu. Rozrobka voennogo enciklopedychnogo slovnika. Vidbir i rozroblenniia vyznacheniia i terminiv u voennii enciklopedychniy slovnyk (promishnyi zvit)], NUOU, Kyiv, p. 389. **8. Based** simulation of fighting forces. (2005) [Osnovy modeluvannia boiyovykh diy viysk], NAOU, Kyiv, p. 56.

Отримано: 24.03.2016 року.



*В'ячеслав Віталійович Прокопенко (канд. техн. наук)*

*Євген Григорович Іваник (канд. фіз.-мат. наук)*

*Петро Іванович Ванкевич (д-р техн. наук, доцент)*

*Юрій Віталійович Щавінський (доцент)*

*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів, Україна*

## ОПИС РУХУ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ НА АКТИВНІЙ ДІЛЯНЦІ ТРАЄКТОРІЇ

Викладено основні аспекти вивчення руху керованого ракетного пристрою на різних ділянках траєкторії, які постають перед дослідниками з питань зовнішньої балістики. Подано перелік низки проблем, пов'язаних з математичним моделюванням даного науково-технічного явища, яке само по собі є комплексною проблемою, кінцевою метою вирішення якої є побудова балістичних таблиць і таблиць стрільби стосовно певного типу зарядного пристрою. Дано систематизацію підходу до вивчення руху літального апарату на різних ділянках траєкторії (в атмосфері та в умовах пасивного руху як балістичне тіло), а також математичний апарат та інструментарій вирішення даної проблеми. Рішення поставленої проблеми зведено до відшукування чотирьох невідомих функцій (кінематичні характеристики руху та змінна в часі маса об'єкта) з чотирьох диференціальних рівнянь руху. З використанням асиметричних одиничних функцій представлено аналітичним виразом зміну сили тяги в часі. Для пасивної ділянки траєкторії, де вважається, що рух ракети відбувається лише під дією сили тяжіння, записано проміжний інтеграл системи диференціальних рівнянь, які описують даний рух.

**Ключові слова:** зовнішня балістика; рух літального апарату; система диференціальних рівнянь; системи координат; аеродинамічні фактори; чисельне інтегрування диференціальних рівнянь руху.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Особливе місце в розвитку засобів військової техніки належить ракетному озброєнню різного призначення. При вивченні руху керованого ракетного пристрою чи літального апарату (ЛА) в атмосфері дослідники з питань зовнішньої балістики стикаються з низкою різноманітних проблем, пов'язаних з математичним моделюванням даного науково-технічного явища, яке само по собі є комплексною проблемою.

#### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

На сьогодні відома велика кількість джерел, на основі матеріалів яких можна розвивати математичні методи аналізу результатів вимірювань, спробувати виділити з загальних результатів вплив окремих з багаточисельної сукупності факторів, які так чи інакше впливають на перебіг розглядуваного явища.

Значну кількість публікацій проблем зовнішньої балістики складають технічні доповіді державних лабораторій або науково-дослідних установ військово-промислового комплексу, які в тій чи іншій мірі є секретними. Але відомі загальнодоступні відкриті джерела, в яких ще з минулого сторіччя започатковано дослідження в даній галузі, і які на сьогодні вже стали класичними. Зокрема, можна відзначити чотиритомну наукову працю К. Кранца [1], яка повною мірою охоплює майже всі питання балістики. Незважаючи на те, що дослідження, висвітлені у цій праці, повністю базуються на даних часів Першої світової війни, їх цінність не втрачає своєї актуальності; багатотомна праця рясніє величезним історичним матеріалом та детальним викладом обчислювальних методів, які

були використані на той час. Ще одна фундаментальна монографія, яка охоплює всі питання курсу “Зовнішня балістика” є праця Е. Макшейна та співавторів [2], в якій досконало, повно і всеохоплююче викладено всі аспекти даної науки. Можна також відзначити книгу Т. Гайеса [3], де в доступній формі подано вступ у зовнішню балістику.

Серед досліджень, присвячених розгляду математичних основ по рух бойових зарядів у просторі та принципам ведення артилерійського вогню, виданих на теренах України та на території СНД, за актуальністю, сучасністю, повнотою та детальністю викладу питань можна відзначити праці [4-8]. В серії робіт [9, 10] подано системний виклад способів визначення дериваційного відхилення літальних апаратів, досліджено вплив параметрів двигуна снарядів на траєкторію руху їх центра мас, дальність і кучність стрільби.

Відносно висока неушкодженість ракетного озброєння і результативність нанесених ним ударів обумовлюють його неперервне удосконалення і накладають жорсткі вимоги щодо розвитку наукових підходів з метою його подальшої модифікації. Особливістю ракетного озброєння є його практична необмежена дальність дії – від десятків до кількох тисяч кілометрів. Ефективність застосування ракетного озброєння в основному залежить від точності стрільби, потужності бойових частин, характеру цілей.

Розкриттю змісту математичного моделювання польоту ракет на різних стадіях траєкторії та розвитку математичних моделей руху в умовах програмованого маневру присвячено достатньо велика кількість досліджень, зображених в працях [9, 10]. На даний час універсальним, але

досить громіздким є метод чисельного інтегрування рівнянь, що описують траєкторію руху ракет за наперед визначеними даними [9, 10]. Тому подальший розвиток вивчення особливостей і закономірностей руху та систематизація відомих методів відкриває можливості удосконалення загальної теорії руху без урахування конструктивних особливостей того чи іншого класу ЛА.

Незважаючи на те, що задачі, які стосуються розрахунку траєкторій керованих літальних пристроїв, мають давню історію, однак загальний підхід і специфічні методи їх розв'язування, які відповідають особливостям їх фізичного змісту і математичного опису, неперервно розвиваються паралельно з розвитком теорії оптимального управління.

Всі пуски ракет включають етап, який починається зі старту, і завершується виведенням в задану точку простору. На цьому етапі виведення постає низка задач управління, основною з яких є керування рухом центра мас ракети. Відповідно система управління, яка вирішує цю задачу, має назву система управління виведенням або наведенням [11;12]. Основне призначення системи управління виведенням полягає у виробленні керуючих команд, які гарантують досягнення ракетою з необхідною точністю наперед встановлених кінцевих умов, такими можуть бути параметри траєкторії, всі або частина компонент вектора швидкості, часу виведення.

На етапі виведення ракета перетинає область великих швидкісних зустрічних потоків, при цьому аеродинамічні навантаження мають підтримуватись на достатньо низькому, наскільки це можливо, рівні. Тому до системи управління висуваються вимоги мінімізації кутів атаки на ділянці польоту з великими швидкісними опорами.

Якщо виходити з припущення про незначне відхилення збуреної траєкторії від номінальної, то багатократне використання наближених спрощених розв'язків в процесі управління, дає змогу забезпечити прийнятну точність виведення, такого роду керування центром мас має назву ітеративне згідно термінології, прийнятої в роботі [11].

Один з важливих етапів створення системи управління виведенням полягає у виборі алгоритму прогнозування кінцевого стану активної ділянки траєкторії. При цьому слід брати до уваги обмеження, що впливають з практичних можливостей.

**Постановка завдання.**

Основним завданням даної роботи визначимо систематизацію підходу до вивчення руху ЛА на різних ділянках траєкторії (в атмосфері та в умовах пасивного руху як балістичне тіло), а також математичний апарат та інструментарій вирішення даної проблеми.

**Виклад основного матеріалу дослідження**

При розгляді руху ЛА в керованому (програмному) режимі на деякому віддаленні від Землі зазвичай нехтується притяганням Сонця та інших планет Сонячної системи, а також рухом Землі навколо Сонця. Для опису руху ЛА візьмемо систему декартових координат з початком в центрі

Землі  $Ox_1x_2x_3$ , тобто в центрі її мас (геоцентрична прямокутна система), приблизно нерухому відносно віддалених небесних тіл. Нехтуючи опором атмосфери Землі і приймаючи керований літальний пристрій у вигляді матеріальної точки описуємо його рух трьома функціями часу  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$ ,  $x_3(t)$  – координатами ЛА в довільний момент часу  $t$ .

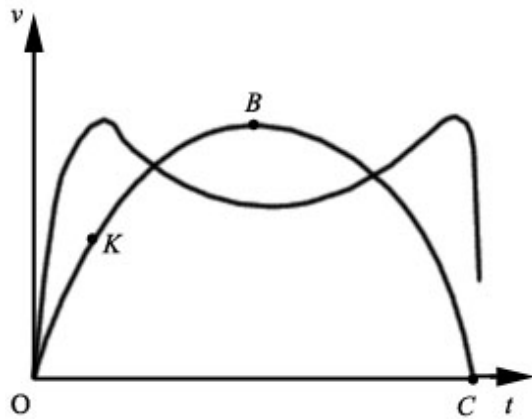
Поряд з геоцентричною системою координат слід також розглядати ще дві: топоцентричну прямокутну (стартова) систему координат  $O_cx_{1c}x_{2c}x_{3c}$ , та систему координат, жорстко зв'язану з характерними елементами конструкції ЛА  $O_e x_{1e}x_{2e}x_{3e}$  яка переміщується разом з ним.

Розглядаємо рух даної матеріальної системи, тобто ЛА, який характеризується зміною маси в цілому; ця зміна обумовлена витіканням продуктів згорання двигунної установки, яка входить в склад системи.

Траєкторія польоту ракети складається з активної і пасивної ділянок. На активній ділянці траєкторії ракета рухається з працюючим двигуном, а система керування забезпечує задані параметри руху. Далі двигун вимикається (за умови досягнення ракетою регламентованої швидкості або повного вигорання палива), бойова частина відділяється від ракети і рухається як вільно кинуте тіло (балістичне) під дією притягання Землі.

На активній ділянці траєкторії діють сила притягання Землі, сила тяги маршового ракетного двигуна, аеродинамічні сили, сили, створювані органами керування, а також низка інших додаткових сил [12]. Всі вони виявляють вплив на величину і характер зміни швидкості вздовж траєкторії, що відображено кривими на рис. 1, результати яких запозичені з роботи [12].

На активній ділянці траєкторії до вимкнення двигунів (точка К на кривій траєкторії) швидкість ракети збільшується. На пасивній ділянці (до її верхини – точка В) швидкість польоту бойової частини спадає внаслідок дії сили притягання Землі. На низхідній вітці траєкторії швидкість починає незначно збільшуватись, а потім різко спадати внаслідок зростання опору повітря, обумовленого збільшенням густини.



**Рис. 1. Зміна швидкості руху ракети на різних ділянках траєкторії**

Тоді, згідно другого закону Ньютона (основного рівняння динаміки), сума всіх сил, які діють на рухомий ЛА, має бути рівною вектору прискорення з компонентами  $(\ddot{x}_1(t), \ddot{x}_2(t), \ddot{x}_3(t))$ , помноженому на масу балістичного тіла. Отже, рівняння руху матимуть вигляд

$$m(t)\ddot{x}_i(t) = F_i + G(t) + F_i^{(d)} + P_i + R_i^{(r)} \quad (i = 1, 2, 3), \quad (1)$$

де  $m(t)$  – маса ЛА, змінна в часі;  $F_i$  – компоненти сили притягання балістичного тіла Землею;  $G(t) = G_p(t)\delta_{i2}$  – змінна в часі сила ваги ракети (сила тяжіння), завжди направлена вздовж осі  $Ox_2$ ;  $F_i^{(d)}$  – керуючі сили;  $P_i$  – компоненти сили тяги двигуна  $\vec{P}(P_1, P_2, P_3)$  ЛА;  $R_i^{(r)}$  сила лобового опору;  $\delta_{ij} = \begin{cases} 1, i = j, \\ 0, i \neq j \end{cases}$  – символ Кронекера.

Як відомо [17], компоненти сили притягання Землі визначаються співвідношеннями

$$F_i = -\frac{x_i}{r} g(x_2) \frac{R^2}{r^2} m(t), \quad r = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2}, \quad (2)$$

де  $R$  – радіус Землі.

При роботі реактивних двигунів маса ЛА зменшується тому візьмемо наступний закон зміни

$$\frac{dm(t)}{dt} = -\alpha P, \quad P = \sqrt{P_1^2 + P_2^2 + P_3^2}, \quad \alpha > 0. \quad (3)$$

Зазначимо, що у залежності (3) значення коефіцієнта  $\alpha$  залежить від багатьох факторів, серед яких основними є: вид палива, напрям сили тяги  $\vec{P} = (P_1, P_2, P_3)$  та її величина в технічно допустимих межах, які визначаються програмою польоту. Сила тяги завжди направлена вздовж конструктивної осі ракети, тобто має лише одну компоненту.

Сила ваги ракети  $G_p(t)$  змінюється на траєкторії як внаслідок вигорання палива, так і внаслідок зміни прискорення вільного падіння з висотою. За сталості секундних витрат  $\bar{G}$  палива вага одноступінчатої ракети в польоті змінюється за лінійним законом

$$G_p(t) = G_0 - \bar{G}g(x_2)t, \quad (4)$$

де  $G_0$  – стартова вага ракети. Зазначимо, що ракети з невеликим діапазоном дії по дальності польоту володіють особливістю стосовно траєкторій, яка полягає в тому, що максимальна висота траєкторії значно менша за радіус Землі, тобто  $h = x_2 - R \approx R$ . Тоді згідно закону тяжіння Ньютона отримується наближена залежність зміни прискорення  $g$  з висотою

$$g(x_2) = \frac{K}{(R+h)^2} = \frac{K}{x_2^2},$$

де  $K = 3,986 \cdot 10^{14}$ ,  $m^3/c^2$  – постійний коефіцієнт (гравітаційний параметр планети);  $h = x_2 - R$  – висота підймання над поверхнею Землі;  $R = 6371$  км – радіус Землі. Розрахунки свідчать, що прискорення  $g$  на 1 км підймання зменшується на  $0,0031$   $m/c^2$ , а на активній ділянці траєкторії (до висот 30-40 км) в розрахунках, що не вимагають високої точності, можна прийняти  $g(x_2) \approx g_0 = 9,78$   $m/c^2$ .

Згідно конструктивних особливостей ракетних двигунів [5] сила тяги є рівнодійною всіх сил, прикладених до камери під час її роботи, за виключенням сили ваги і реакцій опор. При визначенні траєкторії руху вважається, що тяга двигуна спрямована вздовж осі ракети і її центр мас лежить на цій осі. Тому складові тяги двигуна по поперечних осях зв'язаної системи координат рівні нулю. А це означає, що тяга визначається силами, які діють з боку газоподібного робочого тіла на внутрішню поверхню камери, і силами впливу навколишнього середовища на її зовнішню поверхню. Залежність для номінального значення величини сили тяги згідно [12] має вигляд:

$$P_{tm} = Gw_a + F_a(p_a - p_{at}), \quad (5)$$

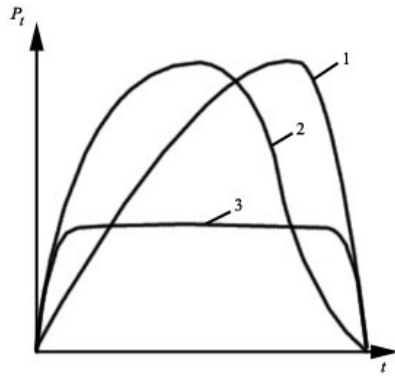
де позначено:  $G$  – витрати палива на одиницю маси (кг/с);  $w_a$  – швидкість газів на зрізі сопла (швидкість витікання газів, м/с);  $F_a$  – площа вихідного січення сопла ( $m^2$ );  $p_a$  – тиск газів на зрізі сопла ( $N/m^2$ );  $p_{at}$  – тиск оточуючого середовища ( $N/m^2$ ).

Залежність виду (5) для сили тяги отримано в припущенні, що напрям потоку газів, який виходить з сопла, паралельний осі сопла. Конструктивні особливості ЛА передбачають також можливість, за якої у вихідному січненні напрям стінки сопла не паралельний осі, тому швидкість потоку газів, направлена вздовж стінки, відхиляється від напрямку дії сили тяги; з урахуванням даної обставини вираз для сили тяги (5) підправляється відповідним коефіцієнтом втрати тяги на розсіювання. Графік залежності сили тяги двигуна від часу для різних схем горіння показано на рис. 2.

Зазначимо, що в ракетних двигунах керованих балістичних ракет намагаються забезпечити сталість тяги на всій активній ділянці траєкторії.

Використавши апарат узагальнених функцій [14] та одиничні функції відрізка [16] зміну сили тяги в часі у випадку горіння за сталої поверхні зручно подати у вигляді

$$P(t) = P_{tm} \frac{t}{t_0} [S_+(t) - S_+(t-t_0)] + P_{tm} [S_+(t-t_0) - S_+(t-t_1)] + P_{tm} \frac{t-t_k}{t_1-t_k} [S_+(t-t_1) - S_+(t-t_k)]. \quad (6)$$



**Рис. 2. Графік зміни сили тяги в часі для різних схем горіння: 1 – прогресивне горіння; 2 – дегресивне горіння; 3 – горіння за сталої поверхні**

В залежності (6) позначено:  $t_0$  – час виходу роботи двигунної установки на номінальний режим;  $t_1$  – час початку спадання величини сили тяги;  $t_k$  – час вимкнення двигунної установки і початку переходу польоту ракети в пасивну стадію;  $S_+(\xi) = \begin{cases} 0, \xi \leq 0, \\ 1, \xi > 0 \end{cases}$  – одинична функція Гевісайда [18].

Ракета може виконувати маневр відносно осей стабілізації і змінювати траєкторію польоту за умови, що до неї прикладена сила, направлена під кутом відносно положення дотичної до траєкторії (тобто до вектора швидкості). Складова цієї сили  $F_n^{(d)}$ , направлена по нормалі до траєкторії, а також по нормалі до сили тяги  $P_t$ , має назву керуючої сили.

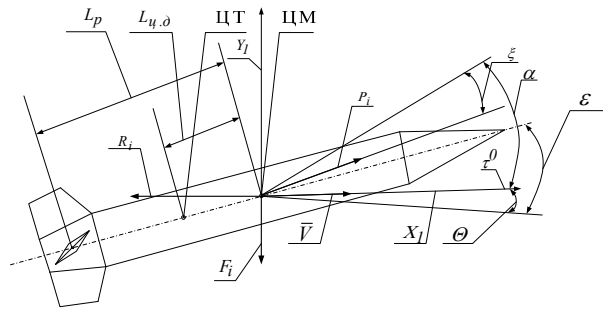
При складанні рівнянь руху центра мас ракети, представлені у вигляді (1), сили, які діють на неї, проектується спочатку на осі системи координат, жорстко зв'язаній з ЛА (зв'язана система координат), початок якої збігається з центром мас ракети, а осі спрямовані вздовж характерних елементів її конструкції (рис.3). Проекції  $R_i^{(rs)}$

сумарної аеродинамічної сили  $\vec{R}^{(rs)}$  на осі зв'язаної системи координат, мають назву відповідно сила лобового опору  $R_1^{(rs)}$ , підймальна сила  $R_2^{(rs)}$  і бокова сила  $R_3^{(rs)}$ ; їх розрахункові формули згідно праці [11], мають вигляд

$$R_i^{(rs)} = C_i q S, \quad (7)$$

де  $q = 0,5\rho v^2 = 0,5\rho(\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2 + \dot{x}_3^2)$  – швидкісний напір,  $H/m^2$ ;  $\rho$  – густина повітря;  $S$  – характерна площа ракети, до якої віднесено коефіцієнти  $C_i$  її аеродинамічних сил. Відзначимо, що для осесиметричних за конструктивним виконанням ракет значення  $S$  приймається як площа міделевого січення (для крилатих ракет значення

$S$  приймають як площу крил в плані). Аеродинамічна сила, тобто сила опору повітря, діє на ракету лише при її русі в щільних шарах атмосфери, а саме до висот біля 80 км. Вище цієї висоти опором повітря можна знехтувати і вважати, що ракета летить в пустоті [4].



**Рис. 3. Сили які діють на ракету під час польоту на активній ділянці траєкторії:  $\alpha$  – кут атаки;  $\epsilon$  – кут тангажу;  $\Theta$  – кут нахилу траєкторії;  $\tau^0$  – напрямок дотичної до траєкторії;  $\vec{V}$  – вектор швидкості ракети;  $P_t$  – сила двигуна;  $F_i$  – сила притягання ракети;  $R_i$  – сила лобового опору повітря;  $L_{ц.д}$  – відстань між центром маси і центром тиску;  $L_p$  – відстань від центру тиску керуючими органами до центру мас ракети; ЦТ – центр тиску; ЦМ – центр маси.**

Отже, вважаючи заданою силу  $\vec{P}(t) = (P_1, P_2, P_3)$ , яка діє на рухомий ЛА, визначення руху зводиться до відшукування чотирьох невідомих функцій  $x_1(t)$ ,  $x_2(t)$ ,  $x_3(t)$  та  $m(t)$  з чотирьох диференціальних рівнянь виду (1), (3) та урахування залежностей (2), які утворюють систему диференціальних рівнянь другого порядку.

Початковими умовами задачі є радіус-вектор  $\vec{r}(t_0)$ , компоненти якого задаються скалярними величинами в заданий момент часу  $t = t_0$ , та початкова маса ЛА:

$$x_i(t_0) = x_{Ci} \quad (i = 1, 2, 3); \quad m(t_0) = M_0. \quad (8)$$

Вважається, що поверхня Землі в межах траєкторії збігається з площиною горизонту в точці старту (кривизна Землі не враховується), внаслідок чого граничні умови (5) матимуть вигляд:

$$x_1(t_0) = R \cos \alpha_1,$$

$$x_2(t_0) = R \cos \alpha_2, \quad x_3(t_0) = R \cos \alpha_3,$$

де  $\cos \alpha_1, \cos \alpha_2, \cos \alpha_3$  – напрямні косинуси радіуса-вектора, який сполучає початок геоцентричної системи з точкою старту; напрямні косинуси пов'язані залежністю:

$$\cos^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_2 + \cos^2 \alpha_3 = 1.$$

У момент часу  $t = t_k$ , який відповідає розрахунковому часу вимкнення двигуна в певній

точці на активній ділянці траєкторії, маємо кінцеву масу ЛА  $M_k$  ("суха маса" конструкції) з урахуванням її змінності, пов'язаній витіканням продуктів згорання ракетного двигуна

$$m(t_k) = M_k = M_0 - \frac{1}{t_k - t_0} \int_{t_0}^{t_k} m(t) dt. \quad (9)$$

Кінцева точка активної ділянки траєкторії характеризується тим, що її положення, а також значення та напрямок вектора швидкості  $v_k(\dot{x}_1(t_k), \dot{x}_2(t_k), \dot{x}_3(t_k))$  має приймати такі величини, за яких траєкторія руху ЛА проходить через ціль ураження.

З урахуванням співвідношення (6) інтегрування рівняння (3) у межах для маси від  $M_0$  до  $M_k$  дає такий розв'язок

$$\begin{aligned} m(t) &= -\alpha \int_0^t P(\tau) d\tau + M_0 = \\ &= -\alpha P_{tm} \left\{ \frac{t^2}{2t_0^2} [S_+(t) - S_+(t-t_0)] + \frac{t}{2t_0} S_+(t-t_0) + \right. \\ &\quad + (t-t_0) S_+(t-t_0) - (t-t_1) S_+(t-t_1) + \\ &\quad + \frac{(t-t_k)^2}{2(t_1-t_k)} [S_+(t-t_1) - S_+(t-t_k)] + \\ &\quad \left. + \frac{t-t_k}{2} S_+(t-t_1) \right\} + M_0, \quad (10) \end{aligned}$$

який визначає масу ЛА з плином часу в процесі польоту. Зокрема, поклавши в співвідношенні  $t = t_k$ , дістанемо значення "сухої маси":

$$M_k = M_0 - \alpha P_{tm} \left( \frac{t_k}{2t_0} + t_1 - t_0 \right).$$

На пасивній ділянці руху, яка перебуває в сильно розріджених шарах атмосфери, нехтується опором повітря і вважається, що рух ракети відбувається лише під дією сили тяжіння, що характеризується залежностями

$$\vec{P}(t) = 0, \quad m(t) = M_k = \text{const};$$

тоді виходячи з системи рівнянь (1) та співвідношень (2), приходимо до трьох звичайних диференціальних рівнянь другого порядку

$$\ddot{x}_i(t) = -\frac{x_i}{r^3} gR^2 \quad (i = 1, 2, 3). \quad (11)$$

В умовах руху ЛА як балістичне тіло він перебуватиме в площині розміщення вектора швидкості  $(\dot{x}_1(t), \dot{x}_2(t), \dot{x}_3(t))$  і вектора прискорення  $(\ddot{x}_1(t), \ddot{x}_2(t), \ddot{x}_3(t))$ , який можна переписати у вигляді  $\frac{\vec{F}}{M_k} = -\left\{ \frac{x_1}{r^3}, \frac{x_2}{r^3}, \frac{x_3}{r^3} \right\} gR^2$  ( $i = 1, 2, 3$ ). Розміщуючи координатні осі  $x_1$  і  $x_2$  в цю площину отримуємо як частковий випадок систему двох рівнянь ( $x_3 = 0$ ):

$$\ddot{x}_i(t) = -\frac{x_i}{r^3} gR^2 \quad (i = 1, 2); \quad r = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}. \quad (12)$$

Помноживши послідовно кожне з рівнянь (12) на величини  $x_i$  та сумуючи їх приходимо до рівняння

$$\begin{aligned} \dot{x}_1(t)\ddot{x}_1(t) + \dot{x}_2(t)\ddot{x}_2(t) &= \\ &= -\frac{gR^2}{r^3} (x_1(t)\dot{x}_1(t) + x_2(t)\dot{x}_2(t)), \end{aligned}$$

яке можна переписати у вигляді

$$\begin{aligned} \frac{d}{dt} \left( \frac{\dot{x}_1^2(t) + \dot{x}_2^2(t)}{2} \right) &= -\frac{gR^2}{r^3} \frac{d}{dt} \left( \frac{x_1^2(t) + x_2^2(t)}{2} \right) = \\ &= gR^2 \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{r} \right), \end{aligned}$$

або надавши певного фізичного сенсу

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{M_k}{2} (\dot{x}_1^2(t) + \dot{x}_2^2(t)) - \frac{M_k g R^2}{r} \right) = 0. \quad (13)$$

Співвідношення (13) виражає закон збереження енергії на пасивній ділянці траєкторії: сума кінетичної енергії корабля  $U = \frac{m}{2} (\dot{x}_1^2(t) + \dot{x}_2^2(t))$  і

його потенціальної енергії  $V = -\frac{M_k g R^2}{r}$  стала.

З співвідношення (13) як наслідок отримується диференціальне рівняння першого порядку

$$\frac{\dot{x}_1^2(t) + \dot{x}_2^2(t)}{2} - \frac{gR^2}{r} = C = \text{const}. \quad (14)$$

Значимо, що залежність (14), згідно термінології [13;15-17], має назву проміжний інтеграл системи рівнянь (11). Стала  $C$  в залежності (14) може бути визначеною з умови, якщо в деякій точці траєкторії зафіксовано швидкість ЛА, тобто величина  $v(t_k) = \sqrt{\dot{x}_1^2 + \dot{x}_2^2}$ , та віддаль  $r = \sqrt{x_1^2 + x_2^2}$  від центра Землі.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Серед багатьох розгалужень балістики, ми зовсім не торкнулись питання теорії польоту ракет, розгляд якого приводить до появи нових і заплутаних ускладнень. Також важливою є проблема вимірювання різного роду аеродинамічних коефіцієнтів. В цій царині спостерігається широке поле діяльності для інженерів-дослідників, оскільки виникає нагальна необхідність будь-яким способом записати поведінку рухомого заряду в реальному або модельованому русі. Тому помітну роль в окресленій проблемі відіграє сучасна математика для інженера – при аналізі результатів вимірювань або спробах виокремити вплив з сукупності множини факторів кожного зокрема, а також дослідити їх взаємозв'язок.

В зв'язку з цим постає питання активного використання відповідних статистичних методів, оскільки специфіка досліджуваного явища вимагає

розгляду та урахування неточно вимірних величин або даних вимірювань, які відбуваються за змінних і неточно детермінованих фізичних умов; отже, щоб перевірити надійність і отримати максимум відомостей з деякого фіксованого набору даних, слід залучати статистичні методи.

Відомо, що основне завдання математичної статистики полягає в отриманні достовірних висновків про властивості досліджуваних об'єктів або процесів на основі математичних показників вибіркової статистичної сукупності [14-19]. Очевидно, що при цьому бажано, щоб вибіркова статистична сукупність мала б мати достатньо велике число спостережень, які давали б надійні висновки про властивості загальної сукупності. Однак специфіка експериментальних стрільб, полягає у значних труднощах, пов'язаних з їх організацією і проведенням, а також складністю оцінки кута нахилу головних осей розсіювання,

обумовленого достатньо невеликою кількістю числа випробувань (не більше десятка). Внаслідок цього ефективним є застосування методу найбільшої правдоподібності, хоча на практиці він вимагає великої кількості складних обчислень.

На завершення зазначимо, що систематичний аналіз проблем балістики передбачає використання такого математичного апарату, який дає змогу вирішити питання, чим саме без значної шкоди для остаточного результату вирішення проблеми можна знехтувати, а чим – тимчасово, маючи на увазі пізніше в результаті відповідних уточнень, внести відповідні поправки. Тому найбільш вагомим і суттєвим результатам можна досягнути, використовуючи методи математичного моделювання вкупі з апроксимаційними методами.

### Література

1. **Cranz K.J.** Lehrbuch der Ballistik / K. J. Cranz. – Berlin : Springer-Verlag, 1927. – 484 p. 2. **McShane E.J.** Exterior Ballistics / E.J. McShane, J.L. Kelley, P.V. Reno. – Denver: University of Denver Press, 1953. – 382 p. 3. **Hayes T.J.** Elements of Ordnance / T.J. Hayes. – New York: John Wiley, 1938. – 288 p. 4. **Дмитриевский А. А.** Внешняя баллистика / А. А. Дмитриевский, Л. Н. Лысенко. – М. : Машиностроение, 2005. – 607 с. 5. **Основи теорії польоту і конструкції ракет : навчальний посібник / П. І. Гайда, П. Є. Трофименко, М. М. Ляпа.** – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 248с. 6. **Коновалов А. А.** Внешняя баллистика / А. А. Коновалов, Ю. В. Николаев. – М.: ЦНИИ информации, 1979. – 228 с. 7. **Лисенко В. М.** Баллистика ствольных систем. Справочная библиотека разработчика-исследователя / Л. Н. Лисенко, В. В. Грабин. – М.: Машиностроение, 2006. – 461 с. 8. **Равдин И. Ф.** Внешняя баллистика неуправляемых реактивных снарядов / И. Ф. Равдин. – М.: ВАА, 1972. – 184 с. 9. **Розрахунок** дериваційного відхилення літальних апаратів, що обертаються / [В.І. Макеєв, В.І. Грабчак, П.Є. Трофименко, Ю.І. Пушкарєв] // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2008. – Вип. 3(7). – С.116-119. 10. **Исследование влияния** параметров работы реактивного двигателя на дальность и кучность

стрельбы реактивных снарядов / [В.И. Макеєв, В.И. Грабчак, П.Е. Трофименко, Ю.И. Пушкарєв] // Системи обработки информации. – 2008. – Вип. 6(73). – С.77-81. 11. **Физические основы** ракетного оружия / [Алексеев М. И., Жуков И. И., Савин Н. В. и др.]. – М.: Воениздат, 1972. – 312 с. 12. **Савкин Л. С.** Метеорология и стрельба артиллерии / Л. С. Савкин, Б. Д. Лебедев. – М.: Воениздат, 1974. – 144 с. 13. **Карташев А. П.** Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления / А. П. Карташев, Б. Л. Рождественский. – М.: Наука, 1980. – 288 с. 14. **Гельфанд И. М.** Обобщенные функции и действия над ними / И. М. Гельфанд, Г. Е. Шилов. – М.: Физматгиз, 1959. – 470 с. 15. **Градштейн И. С.** Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений / И. С. Градштейн, И. М. Рыжик. – М.: Наука, 1986. – 1108 с. 16. **Справочник** по специальным функциям с формулами, графиками и таблицами / Под ред. М. Абрамовиц, И. Стиган. – М.: Наука, 1979. – 832 с. 17. **Корн Г.** Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1975. – 831 с. 18. **Кеч В.** Введение в теорию обобщенных функций с приложениями в технике / В. Кеч, П. Теодореску. – М.: Мир, 1978. – 518 с.

### ОПИСАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАЛЬНОГО АППАРАТА НА АКТИВНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ

*Вячеслав Витальевич Прокопенко (канд. техн. наук)*

*Евгений Григорьевич Иваник (канд. физ.-мат. наук)*

*Петро Иванович Ванкевич (д-р техн. наук, доцент)*

*Юрий Витальевич Щавинский (доцент)*

*Национальная академия сухопутных войск имени гетмана Петра Сагайдачного, Львов, Украина*

*Изложено основные аспекты изучения движения артиллерийского снаряда или управляемого ракетного приспособления в атмосфере, возникающие перед исследователями по вопросам внешней баллистики. Приведено перечень проблем, связанных с математическим моделированием исследуемого научно-технического явления, которое по существу является комплексной проблемой, конечной целью решения которой есть построение баллистических таблиц и таблиц стрельбы для определенного типа зарядного приспособления. Дано систематизацию подхода к изучению движения летательного аппарата на разных участках траектории (в атмосфере и в условиях пассивного движения как баллистическое тело), а также математический аппарат и инструментарий решения данной проблемы. Решения поставленной проблемы сведено к отысканию четырех неизвестных функций (кинематические характеристики движения и переменная во времени масса объекта) из четырех*

дифференциальных уравнений движения. С использованием ассиметричных единичных функций представлено аналитическим выражением изменение силы тяги во времени. Для пассивного участка траектории, где полагается, что движение ракеты осуществляется лишь под действием силы тяготения, записано промежуточный интеграл системы дифференциальных уравнений, описывающих данное движение.

**Ключевые слова:** внешняя баллистика; движение летательного аппарата; система дифференциальных уравнений; система координат; аэродинамические факторы; числовое интегрирование дифференциальных уравнений движения.

## DESCRIPTION OF THE AERIAL VEHICLE MOTION ON THE ACTIVE TRAJECTORY LEG

*Viacheslav V. Prokopenko* (Candidate of Technical Sciences)  
*Yevhen H. Ivanyk* (Candidate of Physical and Mathematical Sciences)  
*Petro I. Vankevych* (Doctor of Technical Sciences, Associate Professor)  
*Yurii V. Shchavinsky* (Associate Professor)

*Hetman Petro Sahaidachny National Army Academy, Lviv, Ukraine*

There are outlined the main aspects of study of an artillery shell or missile, or managed devices in the atmosphere motion, facing by researchers on the external ballistics. There is the list of problems associated with the mathematical modeling of the studied scientific and technical phenomena, which is in fact a complex problem, ultimate solution of which will be construction of ballistic tables and firing tables for particular type of charger device. Given the systematization of approach to the study of aircraft movement at different phases of its trajectory (in atmosphere and during ballistic motion as a passive body), as well as the mathematical formalism and tools for this problem. The solution of problem is reduced to determination of the four unknown functions (kinematic characteristics of motion and time-variable mass of the object) of the four differential equations of motion. An analytical expression of traction changes with time, using asymmetric unit features were presented. For the passive part of the trajectory where movement of the rocket is supposed be carried out only under the influence of gravitation, written down an intermediate integral system of differential equations describing this movement.

**Keywords:** exterior ballistics; aerial vehicle movement; differential equation system; systems of coordinates; aerodynamic contributors; numerical integration of differential equations of motion.

## References

- 1. Cranz K.J.** (1927), Lehrbuch der Ballistik, Berlin: Springer-Verlag, 484 p.
- 2. McShane E.J.** (1953), Exterior Ballistics, Denver: University of Denver Press, 382 p.
- 3. Hayes T.J.** (1938), Elements of Ordnance, New York: John Wiley, 288 p.
- 4. Dmitrievskyy A.A.** (2005), External Ballistics, [*Vneshniaia ballistika*], A.A. Dmitrievskyy, L.N. Lysenko, Moscow: Mechanical engineering, 607 p.
- 5. Basic Theory of Flight and Rocket Construction:** Tutorial, [*Osnovy teorii polotu i konstruksii raket : navchalnyi posibnyk*], (2011), P.I. Gaida, P.Ye. Trofymenko, M.M. Lyapa, Sumy: Sumy State University, 248 p.
- 6. Konovalov A.A.** (1979), External Ballistics [*Vneshniaia ballistika*], A.A. Konovalov, Yu.V. Nikolaev - Moscow: CRI for Information, 228 p.
- 7. Lysenko V.M.** (2006), Ballistics barrel systems. Reference library for Developer-Researcher, [*Ballistika stvolnykh sistem. Spravochnaia biblioteka razrabotchika-issledovatel'ia*], L.N. Lysenko, V.V. Grabin, Moscow: Mechanical Engineering, 461 p.
- 8. Ravdin I.F.** (1972), External ballistics unguided missiles. [*Vneshniaia ballistiki neupravliaemykh reaktivnykh snariadov*], I.F. Ravdin, Moscow: BAA, 184 p.
- 9. Calculation of Derivational Rejection for Rotating Aircrafts,** (2008), [*Rozrakhunok deryvatsiinoho vidkhyleniia litalnykh aparativ, shcho obertaiutsia*], V.I. Makeev, V.I. Grabchak, P.E. Trofymenko, Yu.I. Pushkaryov, Systems of control, navigation and communication, Vol. 3 (7), pp.116-119.
- 10. Investigation of Effect of the Jet Engine Parameters on the Range and Accuracy of Rockets Fire,** (2008), [V.I. Makeev, V.I. Grabchak, P.E. Trofymenko, Yu.I. Pushkarev], [*Issledvanie vliianiia parametrov raboty reaktivnogo dvigatel'ia na dalnost i kuchnost strelby reaktivnykh snariadov*], Systems for information processing, Vol. 6 (73), pp.77-81.
- 11. Physical bases of missiles,** (1972), [*Fizicheskie osnovy raketnogo oruzh'ia*], [Alekseev M.I., Zhukov I.I., Savin N.V. et al.], Moscow, Military Publishing, 312 p.
- 12. Savkin L.S.** (1974), Meteorology and Artillery Fire, [*Meteorologiya i strelba artilerii*], L.S. Savkin, B.D. Lebedev, Moscow: Military Publishing, 144 p.
- 13. Kartashov A.P.** (1980), Ordinary Differential Equations and the Basics of Variational Calculus, [*Obyknovennye differentsialnye uravneniia i osnovy variatsionnogo ischisleniia*], A.P. Kartashov, B.L. Rozhdestvenskiy, Moscow: Nauka, 288 p.
- 14. Gelfand I.M.** (1959) Generalized Functions and Operations on Them, [*Obobshchennye funktsii i deistviia nad nimi*], I.M. Gelfand, G.E. Shilov, Moscow: Fizmatgiz, 470 p.
- 15. Gradshtein I.S.** (1986), Tables of Integrals, Sums, Series and Multiplications, [*Tablitsy integralov, summ, riadov i proizvedenii*], I.S. Gradshtein, I.M. Ryzhik, Moscow.: Nauka, 1108 p.
- 16. Handbook of Mathematical Functions with Formulas, Graphs and Tables** (1979), [*Spravochnik po spetsialnym funktsiiam s formulami, grafikami i tablitsami*], Ed. M. Abramowitz, I. Stegan, Moscow: Nauka, 832 p.
- 17. Korn G.** (1975), Mathematical Handbook for Scientists and Engineers, [*Spravochnik po matematike dlia nauchnykh rabotnikov i inzhenerov*], G. Korn and T. Korn, Moscow: Nauka, 831 p.
- 18. Kech V.** (1978), Introduction to the Theory of Generalized Functions with Applications in Engineering, [*Vvedenie v teoriyu obobshchennykh funktsii s prilozheniiami v tekhnike*], V. Kech, P. Teodorescu, Moscow: Mir, 518 p.

Отримано: 03.03.2016 року.

<sup>1</sup>Сергій Васильович Сальник<sup>1</sup>Володимир Васильович Сальник<sup>1</sup>Едуард Миколайович Бовда (канд. техн. наук)<sup>2</sup>Дмитро Анатолійович Міночкін (канд. техн. наук, с.н.с.)<sup>1</sup>Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна<sup>2</sup>Інститут телекомунікаційних систем Національного технічного університету України "Київський Політехнічний Інститут", Київ, Україна

## МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ В МОБІЛЬНІ РАДІОМЕРЕЖІ КЛАСУ MANET НА ОСНОВІ ГІБРИДНОГО НЕЙРО-НЕЧІТКОГО КЛАСИФІКАТОРА

В статті представлено гібридний нейро-нечіткий класифікатор виявлення вторгнень в мобільні радіомережі класу MANET, з використанням нечітких мереж на основі нейронів, які реалізують нечіткі операції. Розробка методу полягала в побудові алгоритму функціонування системи виявлення вторгнень в мобільній радіомережі, покращенні можливостей конкурування та навчання нейронів мережі та розробці алгоритму навчання нейро-нечіткої підсистеми виявлення вторгнень в мобільну радіомережу. Це забезпечило роботу методу виявлення вторгнень в режимі реального часу, при нечіткій мережевій активності, умовах мобільності, динамічній топології та умовах, що характеризують мобільні радіомережі військового призначення. Проведено експериментальні дослідження та з'ясовано рівень виявлення вторгнень розробленим методом. Визначені завдання, щодо подальших досліджень, в яких буде розроблено модель вторгнень в мобільні радіомережі класу MANET та метод навчання нечітких баз правил.

**Ключові слова:** мобільні радіомережі; MANET; забезпечення безпеки мобільної радіомережі; методи виявлення вторгнень; гібридний нейро-нечіткий класифікатор.

### Вступ

**Актуальність дослідження.** Останнім часом спостерігається динамічний розвиток та поширення мобільних радіомереж (МР) класу MANET, які стають більш вживаними у повсякденному житті та у військовій галузі, особливо в тактичній ланці управління військами [1]. Основними особливостями побудови та застосування МР є: мобільність усіх вузлів; динамічна топологія; децентралізоване управління МР; спільний доступ вузлів до середовища передачі даних; масштабованість; необхідність збору значної кількості інформації про стан мережі на різних рівнях мережевої моделі OSI. Зазначені особливості МР обумовлюють множинну вразливостей, які можуть бути використані для здійснення вторгнень у МР з метою порушення безпеки інформації, яка передається в МР, або організації деструктивного впливу на сам процес функціонування МР.

Тому, саме з метою забезпечення безпеки мережі застосовують системи виявлення вторгнень (СВВ), які ґрунтуються на роботі методів виявлення вторгнень (МВВ). Дані методи застосовуються з метою організації безпеки мережі, забезпечення безпеки даних та обмеження несанкціонованого входу в інформаційну систему або систему захисту. Робота даних методів вивчалася багатьма дослідниками та описана в [1–14]. Основними недоліками існуючих СВВ є обмежені можливості: самонавчання,

прогнозування подій, застосування при непередбачуваній та нечіткій мережевій активності; нерозвиненість технології прийняття рішень; погана пристосованість до роботи в реальному режимі часу [3].

Аналізуючи можливості існуючих МВВ, зазвичай пропонується метод, який не завжди задовольняє особливостям побудови МР, та не враховує вимоги, що висувуються до методів, які можуть бути використані в МР військової сфери. Тому одним із варіантів усунення вказаних недоліків є розробка методу для забезпечення роботи в умовах якими характеризується МР.

**Метою** статті є розробка гібридного нейро-нечіткого методу виявлення вторгнень для застосування в МР.

**Об'єктом** розгляду даної статті є процес забезпечення безпеки інформації, яка передається в МР.

**Предметом** дослідження є метод виявлення вторгнень в МР побудований на основі гібридного нейро-нечіткого класифікатора.

**Аналіз предметної області.** У зв'язку з тим, що СВВ потрібно виявляти вторгнення як у МР так і у систему управління нею [3], то СВВ повинна відслідковувати весь трафік, що циркулює в МР. Для цього СВВ повинна функціонувати на всіх рівнях моделі OSI, здійснюючи при цьому контроль з'єднань, аналіз структури та вмісту мережевих пакетів, контроль власного трафіка. Джерелом вхідних даних для



пошуку вторгнень СВВ може бути образ різних за своєю природою об'єктів: символів тексту, зображення, звуку, пакетів інформації, сигналів та інше. Ці дані надходять із підсистеми контролю та збору інформації, у вигляді векторів параметрів вхідного трафіка, які відображають щільність передачі даних, кількість пакетів, об'єм даних, тривалість з'єднання, кількість з'єднань тощо.

На відміну від стаціонарних мереж, середовищем передачі інформації в МР є радіоканал, а елементами МР є мобільні вузли, які можуть взаємодіяти, як між собою, так і з вузлами стаціонарної мережевої інфраструктури. У зв'язку з цим, з одного боку, кількість варіантів здійснення вторгнень (атак) у МР суттєво збільшується в порівнянні з стаціонарними мережами [2], а з іншого боку, обмежені обчислювальні можливості мобільних вузлів не дозволяють проводити аналіз мережевої активності в режимі реального часу, використовуючи при цьому множину параметрів, якими описується вхідний трафік.

Враховуючи зазначене, можливо виділити наступні вимоги до методів, які будуть використовуватися при побудові СВВ у МР класу MANET: здатність до самонавчання; забезпечення роботи у режимі реального часу; скорочення часу пошуку вторгнень; збільшення швидкості навчання; можливість прогнозування вторгнень в мережу; невисока обчислювальна складність. Таким чином, для побудови СВВ необхідно враховувати значну кількість параметрів функціонування МР, які відносяться до різних рівнів моделі OSI, мають різну фізичну природу та можуть містити у собі неточні, неповні або нечіткі данні вхідного трафіка [4].

Одним із варіантів вирішення даного завдання є використання апарату нейронної мережі, сформованої на основі нечітких нейронів з нечіткими входами, а також чіткою активаційною функцією. Зазвичай подібний підхід називається гібридним. Враховуючи необхідність проведення методом класифікації вхідних образів, оснований на попередній кластеризації навчаємих прикладів та віднесення їх до заданих класів, надає підстави називати даний метод – гібридним нейро-нечітким класифікатором (ГНК). Даний підхід застосовується для додатків, які характеризуються нечіткими межами між класами, та забезпечує досить просте подання складного розподілу простору ознак. Крім того ГНК характеризується можливістю навчання при отриманні нової інформації (параметрів). Завдання нечіткої класифікації полягає у виконанні відповідного нечіткого розподілу ознакового простору. При цьому кількість помилково класифікованих образів буде наближуватись до мінімуму у зв'язку з тим, що база нечітких правил буде оптимізована шляхом проведення самонавчання [5].

Існуючі СВВ передбачають прийняття рішень, щодо виявлення вторгнень на основі навчання. Інформація під час проходження СВВ,

аналізується за відповідними параметрами на предмет виявлення вторгнень. У результаті чого на виході СВВ з'являється ознака рішення щодо відсутності, або наявності вторгнення у мережу.

На тренуванні на множині даних з відповідної бази даних мережа здатна узагальнювати отриману інформацію, виявляти вторгнення, знаходити нові види вторгнень, що в свою чергу задовольняє вимогам щодо розробки та застосування МВВ в МР класу MANET [6].

**Позначення вихідних даних:** Розглядається ситуація рівноімовірнісного знаходження системи у стані протікання вторгнення в МР. В один і той же час відбуваються, як вторгнення у трафік так і у компоненти вузла зв'язку. Для моделювання такої ситуації слід побудувати навчальну вибірку, яка має в собі 20 % нормальних з'єднань та 80% аномальних, які містять зазначені типи вторгнень (атак). Так як кожен тип атак характеризує множину цілей при проведенні вторгнень у МР, дії яких направлені на відповідні рівні мережевої моделі OSI, то при проведенні навчання кожному типу атаки присвоюється характеристична терма  $t$ , що характеризує вплив атак на рівнях мережевої моделі OSI.

Вхідний трафік, який несе в собі (мову, відео, передачу даних тощо) складається з параметрів мережевого трафіка. В якості вхідних даних застосовується параметри бази даних (БД) KDD Cup 1999 Data, які характеризують вищевказані параметри [7].

Тобто при подачі на вхід першого шару мережі, вектору  $(x_1, \dots, x_m)$ , відбувається розподіл його на три рівнозначні потоки. Дані потоки являються вхідними даними для другого шару, якій аналізує ці данні на предмет нечіткості, та визначає її повноту виходячи з нечіткої відповідності {висока, середня, низька} вхідних даних. На виході другого та третього шару формується значення нечіткої повноти вхідних параметрів.

Виходи нейронів нечіткого шару застосовуються у якості входів нейронного шару. Кількість нейронів нечіткого шару визначається кількістю кластерів, тобто відповідає категоріям вторгнень, та становить шість.

Кожен з нейронів нейронного шару навчений виявленню вторгнень, розпізнаванню їх у відповідності до їх типів та характеристичних можливостей впливу на МР та її компоненти. Нейронний шар складатиметься з прихованих шарів, які за своєю функцією проводять: класифікацію та кластеризації вхідного простору, конкурентний спосіб навчання та виявлення вторгнень, облік активності нейронів на основі підрахунку їх потенціалу, визначення “нейрона-переможця” та надання значенню параметра відповідної характеристичної терми.

Під час виявлення вторгнень у нейронному шарі буде застосовуватись механізм нечіткого логічного виводу для опису бази вхідних параметрів. На підставі співставлення вхідних

параметрів, у системі правил буде формуватись рішення, щодо нейро-нечіткої класифікації. Вихідним значенням системи правил може бути:

значення проаналізованої поведінки у вигляді  $Y_n = 1(t)$  – “аномальне” з’єднання, або  $Y_n = 0$ , “нормальне” з’єднання. Також на виході отримуються класифікаційні параметри виявленого вторгнення та пропозиції для підсистеми реалізації рішень (на основі присвоєної терми  $t$ ) відносно варіантів реагування на виявлене вторгнення.

**Обмеження та допущення:** В роботі розглядаються штучні вторгнення (атаки), що є загрозами для МР. Пошукова вибірка вторгнень обмежена кількістю навчальної вибірки, тому практичне знаходження нових видів вторгнень проводитись не буде. Однак в можливостях мережі передбачене фіксування кожної аномальної поведінки, як нововиявленого вторгнення. Вважатимемо, що у складі кожного мобільного вузла функціонує система управління (СУ), що складається з множини підсистем, які виконують функції управління вузловими та мережевими ресурсами відповідно до рівнів моделі OSI [11]. Вказана СУ здатна проводити виявлення нечіткості, неточності та неповноти даних вхідного трафіка та направляти його через підсистему контролю до підсистеми формування рішень, де і відбуватиметься виявлення вторгнень.

**Необхідно:** Провести розробку МВВ, який побудований на основі гібридного нейро-нечіткого класифікатора, та матиме можливість використання в МР тактичної ланки управління військами.

Суть розробки методу: В якості навчальної множини існуючі СВВ використовують конкретні різновиди вторгнень (атак), представлені в базі даних [7]. Ця БД налічує близько 5000000 записів щодо аномальних з’єднань та близько 1000000

відомостей про нормальний тип з’єднання. Кожен запис являє собою образ мережевого з’єднання, включає 41 параметр мережевого трафіка, серед яких міститься три типи ознак: символні, логічні та числові. У загальному вигляді вони містять інформацію про тривалість з’єднання, тип протоколу, кількість спроб реєстрації тощо [4,8].

На основі вхідних параметрів з’єднання відбувається перевірка на наявність заборонених з’єднань та маркування їх як “вторгнення” або “не вторгнення”. Вказаний запис складається з 42 полів. Перші 41 поле описує ознаки мережевого трафіка, а останнє 42-е поле вказує на тип трафіка, який описується. Вказане поле може приймати значення “normal”, якщо дане мережеве з’єднання відноситься до “нормального” стану трафіка, або найменування типу вторгнення (наприклад, “ipsweep”). Дане поле також необхідне для навчання та аналізу ефективності роботи методу. Процес побудови та тестування МВВ на основі навчальної вибірки атак розглядалося у [4,8,9]. Так як кожен тип атак характеризує множину цілей при проведенні вторгнень у МР, дії яких направлені на відповідні рівні мережевої моделі OSI, то при проведенні навчання кожному типу атаки присвоюється терма, що характеризує вплив атак на рівнях мережевої моделі OSI.

В процесі навчання та вирішуючи задачу кластеризації, мережа буде ставити у відповідність параметри мережевого трафіка, тобто 22 типи найбільш часто застосованих атак, які поділяються на 4 категорії, вказані у таблиці 1. Виходячи з цього 22 типам атак будуть відповідати нейрони (класифікатори) та додатково один класифікатор для фіксації нових типів виявлених вторгнень та один еталонний класифікатор, який визначає параметри “нормального” впливу на мережу [4,10].

Таблиця 1

Категорії та типи найбільш часто застосованих атак

№ з/п	Категорії атак	Типи атак
1	DoS	back, land, neptune, pod, smurf, teardrop
2	U2R	buffer_overflow, loadmodule, perl, rootkit
3	R2L	ftp_write, guess_passwd, imap, multihop, phf, spy, warezclient, warezmaster
4	Probe	ipsweep, nmap, portsweep, satan

Також, з метою виконання вимог до МВВ та покращення можливостей конкурування та навчання нейронів мережі пропонується проведення підрахунку потенціалу кожного нейрона, що буде представлено введенням відповідного блоку до алгоритму навчання.

Таким чином, функціонування СВВ в МР можливо представити у вигляді алгоритму, який складається з наступних етапів [11].

Етап 1. Підсистемою контролю (збору, обробки, аналізу і зберігання даних) відбувається

збір, вимірювання та розпізнавання параметрів встановленого з’єднання, аналіз розпізнаних параметрів та направлення їх до підсистеми формування рішень.

Етап 2. Підсистемою формування рішень, яка складається з ГНК, відбувається перевірка виконання умов для встановлення аномальної поведінки на основі нечітких правил та шляхом відповідності вихідних параметрів навчальній вибірці.

Після проходження підсистеми формування рішень, до підсистеми реалізації рішень буде надсилатися повідомлення щодо виявлення впізаного вторгнення, його класифікації та пропозицій для підсистеми реалізації рішень (на основі присвоєної терми) відносно варіантів реагування на виявлене вторгнення.

У даній роботі приділяється увага розробці методу, який забезпечує роботу даної підсистеми.

Етап 3. Підсистема реалізації рішень надає данні, щодо стану захищеної системи, параметрів трафіка, виду виявленого вторгнення, та вживає відповідних заходів щодо виявленого вторгнення.

**Побудова архітектури та алгоритму навчання нейро-нечіткої підсистеми виявлення вторгнень в МР.**

З метою вирішення задачі класифікації, найбільш часто застосовуються нейронні мережі та системи з нечіткою логікою, які здатні доповнювати один одного в рішенні складно обчислювальних завдань. Тому буде розглядатися модель нейро-нечіткої мережі ANFIS (Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System), яка була запропонована Янгом (Jang). Дана мережа за своєю структурою являє собою багатоваршіву нейронну мережу прямого поширення сигналу особового типу.

Основна ідея, яка покладена в основу ANFIS, полягає у використанні навчальної вибірки даних

для визначення параметрів функцій належності, які найкраще відповідають системі нечітких міркувань. При цьому для знаходження параметрів функцій належності використовуються відомі процедури навчання нейронної мережі. Це дозволяє застосовувати для налаштування нейро-нечітких мереж швидкі алгоритми навчання нейронних мереж, засновані на методі зворотного поширення помилки.

Гібридна мережа адаптивної нейро-нечіткої системи виведення ANFIS являє собою нейронну мережу з одним виходом та кількома входами, які є нечіткими лінгвістичними змінними. При цьому терми вхідних лінгвістичних змінних описуються стандартними функціями належності, а терми вихідних змінних представляються лінійним виразом або константною функцією належності [5].

Для рішення задачі класифікації вторгнень в МР у статті запропонована модифікація моделі ANFIS, яка входить до складу підсистеми формування рішень та представлена на (рис. 1). Зазвичай модель ANFIS реалізує систему нечіткого виводу Сугено, у вигляді відповідної кількості шарів нейронної мережі прямого поширення. Враховуючі необхідність пошуку мережею нововиявлених вторгнень та проведення навчання мережі в алгоритм методу буде адаптовано зворотне поширення похибки (виявленого нового вторгнення).

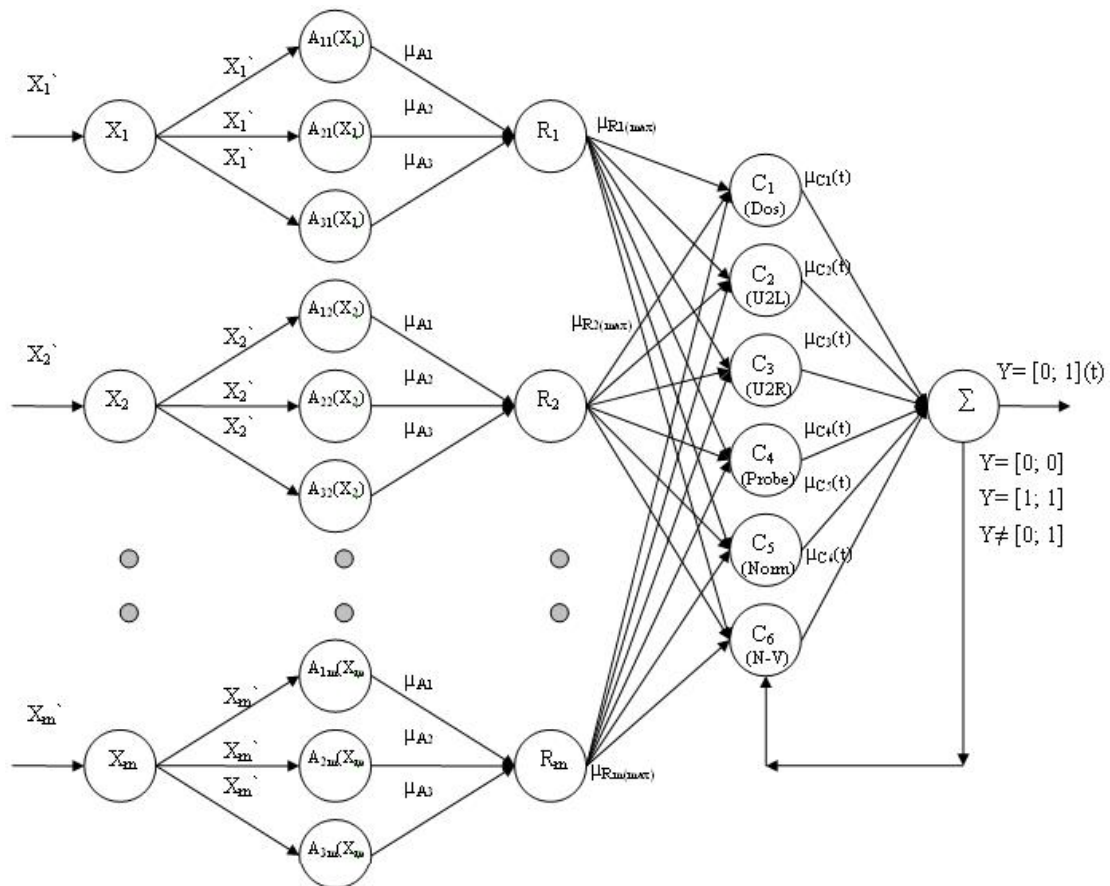


Рис. 1. Структура гібридного нейро-нечіткого класифікатора

Розроблена адаптована модель гібридного нейро-нечіткого виводу складатиметься з п'яти шарів:

– **перший шар** – представляє собою вхідний шар, якій отримує вектор вхідних значень, якій характеризує параметри трафіка. Тобто з системи контролю надходять вхідні данні  $x = (x_1, \dots, x_m)$ , де  $m$  - кількість параметрів мережі, яка дорівнює 41. Після чого нейронний елемент розподіляє та надсилає вхідне значення трьома рівнозначними потоками на другий шар мережі.

– **другий шар** – представляє собою розподіл кожного вхідного значення на лінгвістичні вхідні терми. Кожна терма відповідає повноті отриманих значень вхідних параметрів у нечіткій відповідності {висока, середня, низька}, тобто відповідатиме  $(A_1, A_2, A_3)$ , нейронам шару. Кожен з нейронів отримує вхідні значення та визначає ступень належності їх нечіткій множині. Вихід кожного  $(A_1, A_2, A_3)$ , нейрона  $m$ -го параметру має вигляд:

$$A_{im}(x_m) = \mu_{Ai}(x_m), \quad (1)$$

де  $x_m$  – вхідний сигнал  $m$ -го елемента,  $A_i$  – лінгвістична змінна, яка відповідає нечіткій відповідності,  $\mu_{Ai}$  – функція належності.

Кожен нейрон шару відповідає одному нечіткому правилу, а вихідне значення з  $m$  нейронних елементів являє собою завершення та визначатиметься:

$$R_m = \mu_{A1}(x_1) \times \dots \times \mu_{Am}(x_m), \quad (2)$$

Сумарне значення термів лінгвістичних змінних вузла відповідає вхідному значенню параметра та визначається:

$$M = X_m = \sum_{i=1}^3 A_{im}, \quad (3)$$

– **третій шар** – являє собою процедуру збору ступенів належності вхідних параметрів відповідним нечітким правилам та визначення переможного значення рівня відповідності {висока, середня, низька}. Кількість нейронів шару  $R_m$  відповідає кількості вхідних значень параметрів. Заключення нечітких правил з визначенням переможних термів параметрів направляються на кожен нейрон четвертого шару. Переможний лінгвістичний терм параметру визначається, як оптимальне значення переможних параметрів або максимальних переможних значень:

$$R_m = \text{opt} \{ \max \mu_{Am}; x_m \}, \quad (4)$$

– **четвертий шар** (класифікаційний) – складається з  $C_j$  нейронів, де  $j$  дорівнює 6 та має у своєму складі:

$C_1, C_2, C_3, C_4$  нейрони, які відповідають 4 категоріям вторгнень (DoS, U2R, R2L, Probe) вторгнень (атак) –  $f$ ;

$C_5$  нейрон нормальних видів поведінки (Norm) – 1;

$C_6$  нейрон нововиявлених вторгнень (N-V) –  $v$ .

Цей шар навчений виявленню вторгнень, він відіграє ключову роль в класифікації даних та здійсненні кластеризації вхідного простору образів. Кількість нейронів шару відзначатиметься:

$$C_K = f + l + v, \quad (5)$$

У зв'язку з тим, що в шарі використовується поділ нейронів, які характеризують або нормальне з'єднання, або вторгнення, то коректна класифікація відбувається, якщо:

при подачі на вхід мережі параметрів вторгнення переможцем буде один чи декілька з  $f$  нейронів шару та  $v$  нейрон;

при подачі на вхід мережі параметрів нормального з'єднання переможцем буде 1 нейрон шару.

В інших випадках відбувається некоректна класифікація та визначається нововиявлена (N-V) поведінка  $v$ .

Для навчання шару використовується конкурентний метод навчання [12]. Суть даного методу полягає в тому, що в процесі навчання відбувається конкуренція між нейронними елементами, в результаті чого визначається нейронний елемент-переможець, який і характеризує параметри вторгнень. З метою пошуку аномальних значень у багатомірних даних та проведення аналізу ступеня подібності об'єктів на основі міри відстаней, а також для визначення „нейрона-переможця” використовується Евклідова відстань (ЕВ) між вхідним і ваговими векторами  $C_j$ -го нейронного елемента шару. В основі визначення ЕВ є оцінка відстані між усіма спостереженнями у  $n$ -му просторі даних. ЕВ між пошуковими точками є геометричною відстанню та визначається наступним чином:

$$d_j = |X - \mu_j|, \quad (6)$$

де  $\mu_j$  – ваговий коефіцієнт параметру, якій відповідає значенню функції належності;  $X = (x_1, \dots, x_m)$  – вхідний образ.

При виявленні аномальних значень мережею, може виникати проблема так званих “мертвих нейронів”. Одне з обмежень будь якого конкуруючого шару полягає в тому, що деякі нейрони можуть бути не задіяні. Тобто, нейрони, які мають початкові вагові вектори, значно віддалені від векторів входу та ніколи не виграють конкуренції, не залежно від терміну навчання. Як наслідок, такі вектори не використовуються при навчанні та відповідні нейрони ніколи не перемагають (мертві). Тому з метою надання можливості перемогти іншим нейронам, в алгоритмі навчання передбачена можливість втрати “нейроном-переможцем” своєї активності. З цією метою проводиться облік активності нейронів на основі підрахунку потенціалу  $p_i$  кожного нейрону в процесі виявлення вторгнення та навчання нейрона [13]. Перш за все нейронам другого шару надається потенціал  $p_i(0) = \frac{1}{c}$ ,

де  $c$  – кількість нейронів (кластерів).

якщо значення потенціалу  $p_i$  опускається нижче рівня  $p_{\min}$ , то нейрон виключається з розгляду.

якщо  $p_{\min} = 0$  то нейрони не виключаються з розгляду.

якщо  $p_{\min} = 1$  то нейрони перемагають по черзі, так як в кожен цикл пошуку тільки один з них готов до розгляду.

В  $k$ -му циклі навчання потенціал обчислюється за правилом:

$$p_i(k) = \begin{cases} p_i(k-1) + \frac{1}{c}, & i \neq j \\ p_i(k-1) - p_{\min}, & i = j \end{cases} \quad (7)$$

де  $j$  – номер “нейрона-переможця”.

Після надання рівних можливостей для перемоги нейронів, та підрахунку похибки нейронний елемент переможець з номером  $k$  визначатиметься:

$$d_k = \min_j d_j. \quad (8)$$

Нейрони цього шару являють собою нечіткі множини, які використовуються у наслідок нечітких правил. Вихідним значенням шару буде сукупна потужність визначених (переможних) параметрів на основі нечітких значень.

Нейрон шару обраховує переможні параметри шару  $C_m = (C_1, \dots, C_6)$  тобто внесок нечітких правил у класифікування, що визначається:

$$C_m = 1 \Leftrightarrow \exists \text{opt} \{ \mu_{R_m} \} = 1, \quad (9)$$

або

$$C_m = 0 \Leftrightarrow \exists \text{opt} \{ \mu_{R_m} \} = 0, \quad (10)$$

При виявленні параметрів які характеризують вторгнення у  $C_j$  нейроні, нейрон який здійснив виявлення надає значенню параметра відповідну характеристичну терму, яка свідчить про характеристики атаки (параметри, види впливу на МР на рівнях мережевої моделі OSI). Надалі дане вихідне значення надсилається до наступного шару мережі.

– **п'ятий шар** – представлений одним елементом – суматором, який обраховує відповідність виявлених значень нейронами (категорій атак) нейрону (нормальної поведінки).

Вихідна змінна з суматора буде направлена до підсистеми реалізації рішень у вигляді:

якщо вихідне значення суматора, яке отримане з класифікаторів вторгнень  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_6$  рівне  $Y_n = 1$ , то встановлене з'єднання оцінюється як – “аномальне”.

якщо вихідне значення суматора, яке отримане з класифікатора вторгнень  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_6$  рівне  $Y_n = 0$ , то встановлене з'єднання оцінюється як – “нормальне”.

якщо вихідне значення суматора, яке отримане з класифікатора нормальної поведінки рівне  $Y_n \neq 1$ , або з класифікатора виявлення вторгнень рівне

$Y_n \neq 0$ , то з суматора надсилаються параметри нового виду вторгнень на нейрон (N-V) для їх фіксації. Таким чином відбувається навчання шару нейронної мережі, в наслідок чого на виході класифікатора нововиявлених аномалій буде отримане значення щодо виявлення нового вторгнення  $Y_n = 1$ .

Вихідне значення множин підраховується, як повне вихідне значення мережі  $Y$ , та являє собою окремих підрахунок значень множин  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_6$  класифікації вторгнень та виконання вищевказаної відповідності до значення  $C_5$  – нормального виду поведінки, та має вигляд:

$$\Sigma = \begin{cases} 1, & \text{вторгнення} \\ 0, & \text{нормальна поведінка} \\ N-V, & \text{нововиявлене вторгнення} \end{cases} \quad (12)$$

Вихідне значення даної системи матиме вигляд:

$$Y = 1 \Leftrightarrow \exists C_m = 1, \quad (13)$$

або

$$Y = 0 \Leftrightarrow \exists C_m = 1, \quad (14)$$

При виявленні вторгнення (атаки), на виході суматора буде з'являтися відповідне значення щодо виявлення впізнаного вторгнення, його класифікації та пропозицій для підсистеми реалізації рішень (на основі присвоєної терми), відносно варіантів реагування на виявлене вторгнення (атаку) на підставі характеристичної терми.

#### Результати експериментальних досліджень.

В ході імітаційного моделювання побудови запропонованого методу було сформовано навчальну вибірку, яка має в собі 20% нормальних з'єднань та 80% аномальних, які містять зазначені типи вторгнень (атак). Результати досліджень щодо виявлення вторгнень показали, що:

отримані результати підтверджують той факт, що якість класифікації залежить від кількості еталонів окремих класів в навчальній вибірці. Також при невеликій кількості еталонів помилки виявляються, однак даний показник не перевищує 10 %;

виявлення вторгнень в класах DoS, Probe, R2L, U2R атак в порівнянні з методами розробленими [9,14,15] покращились.

#### Висновки й перспективи подальших досліджень

У статті представлено розроблений МВВ в МР класу MANET на основі гібридного нейро-нечіткого класифікатора. Суть розробки методу, яка визначає його новизну та відмінність від існуючих методів, полягає у: використанні гібридного нейро-нечіткого класифікатора, покращенні можливостей конкурування та навчання нейронів мережі завдяки проведенню підрахунку потенціалу нейронів мережі, що дозволило застосовувати розроблений метод у МР військового призначення.

Вказана розробка була застосована вперше, та на відміну від існуючих МВВ дозволила

покращити швидкість навчання нейронної мережі, підвищити точність та швидкість виявлення вторгнень у МР, що задовольняє меті даної роботи.

У ході подальших досліджень буде розроблено

модель вторгнення в МР класу MANET та метод навчання нечітких баз правил, що дозволить проводити аудит, аналіз ситуацій та прогнозування вторгнень в МР, та підвищить ефективність запропонованого МВВ.

### Література

1. Романюк В. А. Мобильные радиосети - перспективы беспроводных технологий / Сети и телекоммуникации, 2003. № 12. С. 62-68. 2. Міночкін А. І., Романюк В. А., Шацко П. В. Виявлення атак в мобільних радіомереж / Збірник наукових праць № 1. – К.: ВІПІ НТУУ „КПІ”, 2005. С. 102-111. 3. Платонов В. В. Программно - аппаратные средства защиты информации: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. В. Платонов. - М.: издательский центр “Академия”, 2013.- 336 с. 4. Сова О. Я., Міночкін Д. А., Сальник С. В. Аналіз методів виявлення вторгнень у мобільні радіомережі класу MANET / науковий журнал “Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони” № 1(22)2015 – К.: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського – 2015. – С. 103-112. 5. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечеткие модели и сети. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 284 с. 6. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.: ил. 7. KDD Cup 1999 Data / The UCI KDD Archive, Information and Computer Science. – University of California, Irvine, 1999. 8. B. Sun, K.Wu, and U. W. Pooch. “Alert Aggregation in Mobile Ad Hoc Networks”. The 2003 ACM Workshop on Wireless Security in

conjunction with the 9th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'03), pp. 69-78, 2003. 9. Комар М. П., Боднар Д. І., Саченко А. О. Интеллектуализована інформаційна технологія виявлення комп'ютерних атак / Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2010. – № 2. – С. 133-137. 10. Лукацкий А. В. Обнаружение атак. 2-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 11. Романюк В. А. Интеллектуальні мобільні радіомережі: збірник матеріалів V науково-технічної конференції [“Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення”] / – К.: ВІПІ НТУУ „КПІ”, 2010. – С. 28–36. 12. Головка В. А. Нейронные сети: обучение, организация, применение / Нейрокомпьютеры и их применение: учеб. пособие – М., 2001 - 256 с. 13. Вежневцев А. Популярные нейросетевые архитектуры/ Компьютерная Графика и Мультимедиа. Сетевой журнал – 2004. – №2 (1). 14. W.S. Sharafat, R. Naoum, Development of Genetic-based Machine Learning for Network Intrusion Detection (GBML-NID).World Academy of Science, Engineering and Technology, 2009, 20-24. 15. MS. Abadeh, J. Habibi, A hybridization of evolutionary fuzzy systems and ant colony optimization for intrusion detection. The ISC International Journal of Information Security 2010, 2(1): 33

## МЕТОД ОБНАРУЖЕНИЯ ВТОРЖЕНИЙ В МОБИЛЬНЫЕ РАДИОСЕТИ КЛАССА MANET НА ОСНОВЕ ГИБРИДНОГО НЕЙРО-НЕЧЕТКОГО КЛАССИФИКАТОРА

<sup>1</sup>Сергей Васильевич Сальник

<sup>1</sup>Владимир Васильевич Сальник

<sup>1</sup>Едуард Николаевич Бовда (канд. техн. наук)

<sup>2</sup>Дмитрий Анатольевич Миночкин (канд. техн. наук, с.н.с.)

<sup>1</sup>Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Киев, Украина

<sup>2</sup>Институт телекоммуникационных систем Национального технического университета Украины “Киевский Политехнический Институт”, Киев, Украина

В статье представлен гибридный нейро-нечеткий классификатор обнаружения вторжений в мобильные радиосети класса MANET, с использованием нечетких сетей на основе нейронов, которые реализуют нечеткие операции. Разработка метода заключалась в построении алгоритма функционирования системы обнаружения вторжений в мобильной радиосети, улучшении возможностей конкурентирования и обучение нейронов сети и разработке алгоритма обучения нейро-нечеткой подсистемы обнаружения вторжений в мобильную радиосеть. Это обеспечило работу метода обнаружения вторжений в режиме реального времени, при нечеткой сетевой активности, условиях мобильности, динамичной топологии и условиях, характеризующие мобильные радиосети военного назначения. Проведены экспериментальные исследования и выяснено уровень обнаружения вторжений разработанным методом. Определены задачи, для проведения дальнейших исследований, в которых будет разработана модель вторжений в мобильные радиосети класса MANET и метод обучения нечетких баз правил.

**Ключевые слова:** мобильные радиосети; MANET; обеспечение безопасности мобильной радиосети; методы обнаружения вторжений; гибридный нейро-нечеткий классификатор.

## A METHOD OF INTRUSION DETECTION IN MOBILE RADIO CLASS MANET BASED ON A HYBRID NEURO-FUZZY CLASSIFIER

<sup>1</sup>Serhii V. Salnyk

<sup>1</sup>Volodymyr V. Salnyk

<sup>1</sup>Eduard M. Bovda (Candidate of Technical Sciences)

<sup>2</sup>Dmytro A. Minochkin (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)

The article presents a hybrid neuro-fuzzy classifier of intrusion detection in mobile radio class MANET using fuzzy-based networks of neurons, which implement fuzzy operation. Development method was building the algorithm of functioning of intrusion detection system in the mobile radio network, improving the capabilities of competing and training a network of neurons and developing algorithm study of neuro-fuzzy intrusion detection subsystem in a mobile radio network. This ensured the work method of intrusion detection in real time, with fuzzy network activity, conditions, mobility, dynamic topologies and conditions that characterize mobile radio network for military purposes. Experimental study and determined the level of intrusion detection developed method. Defined tasks for further research, which will be the model of intrusion in mobile radio network class of MANET and method study of fuzzy rule bases.

**Keywords:** mobile radio network; MANET; security of mobile radio network; methods of detection of intrusions; a hybrid neuro-fuzzy classifier.

### References

- 1. Romanyuk V.A.** (2003), The mobile radio network - wireless technology prospects. [*Mobilnyie radioseti – perspektivni bezprovodnyih tehnologiy*], Seti i telekommunikatsii, № 12, pp. 62–68.
- 2. Minochkin A.I., Romanyuk V.A., Shatsilo P.V.** (2005), Attack detection in mobile radio networks. [*Viyavlennya atak v mobilnyih radiomerezhah*], Zbirnyk naukovih prats VITI NTUU "KPI", № 1 pp. 102–111.
- 3. Platonov V.V.** (2013), Hardware and software data protection. [*Programmno - apparatnyie sredstva zaschityi informatsii*], Moscow, Izdatelskiy tsentr "Akademiya", 336 p.
- 4. Sova O.Y., Minochkin D.A., Salnik S.V.** (2015), Analysis methods for intrusion detection in mobile radio class MANET [*Analiz metodov obnaruzheniya vtorzheniy v mobil'nyye radioseti klassa MANET*], Nauchnyy zhurnal "Sovremennyye informatsionnyie tekhnologii v sfere bezopasnosti i oborony" № 1 (22), Natsional'nyy universitet oborony Ukrainy, pp. 103-112.
- 5. Borisov V.V., Kruglov V.V., Fedulov A.S.**, (2007), Fuzzy models and networks [*Nechetkie modeli i seti*], Moscow, Goryachaya liniya, Telekom, 284 p.
- 6. Osovskiy S.** (2002), Neural network for processing information [*Neyronnyie seti dlya obrabotki informatsii*], Per. s polskogo I.D. Rudinskogo, Moscow, Finansy i statistika, 344 p.
- 7. KDD Cup** (1999), Data, The UCI KDD Archive, Information and Computer Science, University of California, Irvine.
- 8. B. Sun, K.Wu, and U. W. Pooch.** (2003) "Alert Aggregation in Mobile Ad Hoc Networks". The ACM Workshop on Wireless Security in conjunction with the 9th Annual International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom'03), pp. 69-78.
- 9. Komar M.P., Bodnar D.I., Sachenko A.O.** (2010), Intelligent Information technology detect computer attacks [*Intelektualizovana informatsiyna tehnologiya viyavlennya komp'yuternih atak*], Vimiryuvalna ta obchislyuvalna tehnika v tehnologichnih protsesah, №2, pp. 133-137.
- 10. Lukatskiy A.V.** (2003) Detection of attacks [*Obnaruzhenie atak*], 2-e izd., pererab. i dop, SPb.: BHV-Peterburg.
- 11. Romanyuk V.A.** (2010) Intelligent mobile radio network [*Intelektualni mobilni radiomerezh*], Zbirnik materialiv v naukovu-tehnichnoyi konferentsiyi [Prioritetni napryamki rozvitku telekomunikatsiynih sistem ta mrezh spetsialnogo priznachennya], Kyiv: VITI NTUU „KPI”, pp. 28–36.
- 12. Golovko V.A.** (2001) Neural network: Learning, organization, application [*Neyronnyie seti: obuchenie, organizatsiya, primenenie*], Neyrokompyutery i ih primenenie: ucheb. posobie, Moscow, 256 p.
- 13. Vezhnevets A.** (2004), Popular neural network architecture [*Populyarnyye neyrosetevyye arhitektury*] Kompyuternaya Grafika i Multimedia. Setevoy zhurnal, №2 (1).
- 14. W.S. Sharafat, R. Naoum,** (2009) Development of Genetic-based Machine Learning for Network Intrusion Detection GBML-NID. World Academy of Science, Engineering and Technology, pp. 20-24.
- 15. MS.Abadeh, J. Habibi,** (2010), A hybridization of evolutionary fuzzy systems and ant colony optimization for intrusion detection. The ISC International Journal of Information Security, 2(1): 33.

Отримано: 14.02.2016 року.

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕРМІНІВ СЛУЖБИ АВТОМОБІЛЬНИХ ЗАСОБІВ РУХОМОСТІ ОЗБРОЄННЯ

У статті запропонована математична модель прогнозування термінів служби автомобільних засобів рухливості озброєння тривалого терміну перебування в експлуатації з використанням положень теорії надійності.

Математична модель прогнозування розширює можливості отримання динамічної оцінки зміни технічного стану зразка автомобільних засобів рухливості озброєння тривалого терміну перебування в експлуатації з урахуванням впливу основних чинників.

Приведені аналітичні вирази для обліку основних показників моделі. Використовуються показники безвідмовності, через які виражена похідна від надійності – довговічність, що визначає доцільний термін експлуатації технічної системи, залежний від динаміки морального старіння системи і від витрат на підтримку її надійності в період експлуатації.

Розроблена поліноміальна модель дозволяє прогнозувати терміни служби для автомобільних засобів рухливості озброєння тривалого терміну перебування в експлуатації, задаючи умови і тривалість експлуатації.

**Ключові слова:** автомобільні засоби рухомості озброєння; технічний стан; експлуатація; технічна готовність.

### Вступ

Одним з основних напрямів розвитку озброєння і військової техніки є проведення заходів продовження термінів служби виробів військового призначення тривалого терміну перебування в експлуатації, а також модернізація як існуючих так і перспективних зразків озброєння і військової техніки, у тому числі автомобільних засобів рухомості озброєння.

**Постановка проблеми.** Питання теорії надійності при експлуатації виробів військового призначення є актуальними при вирішенні проблеми прогнозування рівня довговічності автомобільних засобів рухомості озброєння тривалого терміну перебування в експлуатації [1, 3-5].

Етап реформування Збройних Сил вимагає перегляду застарілих та недостатньо обґрунтованих підходів до прогнозування технічного стану зразків озброєння. Але перш ніж удосконалювати систему модернізації озброєння і техніки необхідно розробити математичну модель, вибрати показники та критерії її оцінки і удосконалити методіку прогнозування термінів служби зразків озброєння з метою встановлення її відповідності умовам сучасної збройної боротьби.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналізуючи дослідження в області теорії надійності та експлуатації озброєння і військової техніки, як правило, обмежується використанням статистичних підходів і не завжди враховують динаміку зміни показників надійності, вплив стану елементної бази, під якою розуміється вплив окремих елементів на стан зразка і їх взаємозв'язок в цілому [1, 3,4,6].

Аналізуючи подібні моделі [1, 3-6] встановлено, що основна увага приділялась дослідженню питань технічного стану,

експлуатації та ремонту, але такому показнику, як термін служби (ресурс) приділялась часткова увага.

**Мета статті** полягає в розробці математичної моделі прогнозування термінів служби автомобільних засобів рухомості озброєння тривалого терміну перебування в експлуатації.

### Методи дослідження

Дослідження проводиться в рамках НДР шифр "Ремонт". Для досягнення поставленої мети обрані математичні методи оцінки та прогнозування технічних показників експлуатаційних якостей складних технічних систем. Дані методи дозволяють раціонально підійти до виконання завдання щодо обґрунтування продовження термінів служби автомобільних засобів рухомості озброєння.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Запропонуємо модель прогнозування термінів служби автомобільних засобів рухомості озброєння тривалого терміну експлуатації і можливостей отримання динамічної оцінки зміни технічного стану зразка в цілому [3-4].

Довговічність певною мірою є похідною від надійності (довговічність визначає, зрештою, доцільний термін експлуатації технічної системи, який залежить як від динаміки морального старіння системи, так і від витрат на підтримку її надійності протягом її життєвого циклу) [3-4].

Відомо також, що надійність залежить не лише від чисельних значень чинників [3-4], але і від того, яким чином ці чинники змінювалися в процесі експлуатації, у тому числі від календарної тривалості експлуатації виробу. Чисельні значення обраного набору чинників  $\varphi_1(t), \varphi_2(t), \dots, \varphi_m(t)$  в певний момент часу для кожного виробу складають вектор-функцію:



$$\Phi(t) = (\phi_1(t), \phi_2(t), \dots, \phi_m(t)) \quad (1)$$

При цьому процес експлуатації автомобільних засобів рухливості озброєння може бути [4] поданий вектором віку  $\Phi(t)$  в так званому факторному просторі. У окремому випадку вектор віку може бути одновимірним.

Зробимо математичне формулювання завдання оцінки і прогнозування надійності автомобільних засобів рухливості озброєння.

Відомо [3-5], що вірогідність безвідмовної роботи зразка озброєння в заданому інтервалі часу, за умови, що у момент часу  $t_0$  зразок озброєння справний, визначається співвідношенням:

$$P(t_0, t) = e^{-\int_{t_0}^t \omega(t) dt} \quad (2)$$

де  $\omega(t)$  - параметр потоку відмов.

Це співвідношення називається функцією надійності виробу. Вважатимемо, що надійність залежить від значення компонент вектору віку. Тоді функція надійності може бути записана таким чином:

$$P(t_0, t) = e^{-\int_{t_0}^t \omega(\Phi(t)) dt} \quad (3)$$

для обчислення значення вірогідності  $P(t_0, t)$  необхідно і достатньо знати значення параметра потоку відмов  $\omega(\Phi(t))$  в довільний момент часу.

Введемо функцію

$$\hat{\omega}(\Phi(t)) \equiv \omega(\underline{B}, \Phi(t)) \quad (4)$$

що може бути визначене набором параметрів

$$\underline{B} = (b_1, b_2, \dots, b_n) \quad (5)$$

і що якнайкраще апроксимує закон зміни параметра потоку відмов  $\omega(\Phi(t))$ . Функція  $\hat{\omega}(\Phi(t))$  називається моделлю надійності. Число чинників  $T$ , які враховуються в моделі надійності, називаються розмірністю моделі по чинниках. Число параметрів моделі надійності  $T$  назвемо розмірністю моделі за параметрами.

Вектор параметрів моделі  $\underline{B}$  може бути лише приблизно оцінений у вигляді вектору оцінок  $\underline{B} = (b_1, b_2, \dots, b_n)$  за результатами періодичних контролів надійності автомобільних засобів рухливості озброєння. При цьому

$$\hat{P}(t_0, t) = e^{-\int_{t_0}^t \hat{\omega}(\underline{B}, \Phi(t)) dt} \quad (6)$$

де  $\hat{\omega}(\underline{B}, \Phi(t))$  - функція, випадкового векторного аргументу  $\underline{B}$ , який приблизно описує параметр потоку відмов, тобто

$$\hat{\omega}(\underline{B}, \Phi(t)) \equiv \hat{\omega}(\hat{\underline{A}}, \Phi(t)) \equiv \hat{\omega}(\Phi(t)) \quad (7)$$

Іноді, користуючись термінологією факторного аналізу, функцію  $\hat{\omega}(\underline{B}, \Phi(t))$  називають поверхнею відгуку. Таким чином, проблема обліку умов експлуатації автомобільних засобів рухливості озброєння при оцінці і прогнозуванні їх надійності і її похідної - довговічності, зводиться по суті до вибору виду апроксимуючої функції  $\hat{\omega}(\underline{B}, \Phi(t))$ , і знаходження способу отримання оцінки  $\hat{\underline{B}}$  вектору параметрів  $\underline{B}$  цієї функції [3-4]. При цьому будемо багатфакторну поліноміальну модель:

$$\hat{\omega}(\underline{B}, \Phi) = b_0 + \sum_{i=1}^m b_i \phi_i + \sum_{i_1=1}^m \sum_{i_2=1}^m b_{i_1 i_2} \phi_{i_1} \phi_{i_2} + \dots + \sum_{i_1=1}^m \sum_{i_2=1}^m \dots \sum_{i_d=1}^m b_{i_1 i_2 \dots i_d} \phi_{i_1} \phi_{i_2} \dots \phi_{i_d} \quad (8)$$

у разі використання апарату регресійного аналізу цей поліном утворює так зване рівняння регресії. Через відомі переваги поліноміальної апроксимації, запропонована модель є найбільш зручною багатфакторною моделлю надійності автомобільних засобів рухливості озброєння. Коефіцієнти  $b_i, i = 1, 2, \dots, m$ , у функції, при належному нормуванні вектору віку, характеризують міру впливу відповідного чинника на надійність зразка озброєння. Коефіцієнти визначають міру впливу на надійність виробів взаємодій другого і вищих порядків.

Для отримання оцінок параметрів багатфакторної поліноміальної моделі можуть бути використані добре відпрацьовані статистичні методи, зокрема метод найменших квадратів [2].

Для визначення терміну служби автомобільних засобів рухливості озброєння тривалого періоду експлуатації необхідно задати допустиме значення параметра потоку відмов, який характеризує стан технічної готовності виробів.

Розроблена поліноміальна модель дозволяє прогнозувати терміни служби автомобільних засобів рухливості озброєння, задаючи умови, тривалість експлуатації та технічний стан зразків.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

В результаті, який є найбільш важливим в теоретичному плані, за допомогою запропонованої моделі забезпечується можливість прогнозувати раціональні терміни служби автомобільних засобів рухливості озброєння тривалого терміну експлуатації, а також проводити заходи по їх відновленню до стану технічної готовності, здійснюючи подальшу модернізацію існуючих перспективних зразків.

Подальшим напрямом досліджень в цій галузі може бути розгляд закономірності зміни технічного стану зразків озброєння і військової техніки.

### Література

1. Крижний А. В. Комплексне обґрунтування вимог щодо оновлення парку зенітних ракетних комплексів (систем) / А. В. Крижний, П. В. Опенько, С. А. Новіцький // Збірник наукових праць НУОУ "Труди університету". – 2011. – вип. №6 (105). – С. 51-62.  
2. Линник Ю. В. Метод наименьших квадратов и

основы теории обработки наблюдений. / Юрий Владимирович Линник. – М.: ГИФМЛ, 1962. – 350 с.  
3. Ковтуненко А. П. Математическое моделирование в задачах исследования надежности технических систем / Ковтуненко А. П., Зубарев В. В., Ланецкий Б. Н., Зверев А. А. – К.: Книжное изд-во НАУ, 2006. – 236 с.

4. Ковтуненко А. П. Математические методы оценки и прогнозирования технических показателей эксплуатационных свойств радиоэлектронных систем / Ковтуненко А. П., В. В. Зубарев Л. Г. Раскин. - К.: Книжное изд-во НАУ, 2005. – 184 с. 5. Барлоу Р. Статистическая теория надежности и испытания на

безотказность / Р. Барлоу, Ф. Прошан; пер. с англ. И. А. Ушакова. – М.: Наука, 1985. 328 с. 6. Воронин А. Н. Многокритериальные решения: модели и методы монография / Воронин А. Н., Зиятдинов Ю. К., Куклинский М. В. – К.: НАУ, 2011. – С.30-50.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СРОКОВ СЛУЖБЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПОДВИЖНОСТИ ВООРУЖЕНИЯ

Вячеслав Иванович Семенцов

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*В статье предложена математическая модель прогнозирования сроков службы автомобильных средств подвижности вооружения длительного периода пребывания в эксплуатации с использованием положений теории надежности.*

*Математическая модель прогнозирования расширяет возможности получения динамической оценки изменения технического состояния образца автомобильных средств подвижности вооружения длительного периода пребывания в эксплуатации с учетом влияния основных факторов.*

*Приведены аналитические выражения для учета основных показателей модели. Используются показатели безотказности, через которые выражена производная от надежности – долговечность, определяющая целесообразный срок эксплуатации технической системы, зависящий от динамики морального старения системы и от затрат на поддержание ее надежности в течении эксплуатации.*

*Разработанная полиномиальная модель позволяет прогнозировать сроки службы для автомобильных средств подвижности вооружения длительного периода пребывания в эксплуатации, задавая условия и продолжительность эксплуатации.*

**Ключевые слова:** автомобильные средства подвижности вооружения; техническое состояние; эксплуатация; техническая готовность.

## MATHEMATICAL MODEL FOR PREDICTING THE SERVICE LIFE OF WEAPONS MOBILITY MEANS

Viacheslav I. Sementsov

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine*

*A mathematical model for predicting the service life of weapons mobility means of extended-period stay in operation based on the theory of reliability was proposed in this article.*

*The mathematical model for predicting expands the opportunities for dynamic assessment of changes in the technical condition of weapons mobility means of extended-period stay in operation, taking into account the main factors' influence.*

*The analytic expressions for accounting the basic model parameters are given. Used Reliability indexes, which express the derivative of reliability - durability, determining the appropriate service life of the technical system, which depends on the dynamics of the system obsolescence and on the costs for maintaining its reliability during operation, are used.*

*The developed polynomial model allows to predict the service life of weapons mobility means of extended-period stay in operation, specifying the conditions and operation time.*

**Keywords:** weapons mobility means; technical condition; operation; technical readiness.

### References

1. Kryzhnyi A.V., Openko P.V., Novitskiy S.A. (2011) Integrated explanations of requirements for renewing the anti-aircraft missile systems. [Kompleksne obhruntuvannia vntoh shchodo onovlennia parku zenitnykh raketnykh kompleksiv (system)], Kyiv, №6 (105), pp. 51-62. 2. Lynnyk Iu.V. (1962) The method of the least squares and the basis of observations processing theory. [Metod naymshnykh kvadratov y osnovy teoryy obrabotky nabliudenyi], Moscow, p. 350. 3. Kovtunencko A.P., Zubarev V.V., Lanetskiy B.N., Zverev A.A. (2006) Mathematical modeling in problems of technical systems reliability study. [Matematycheskoe modelyrovanye v zadachakh yssledovaniya nadezhnosti tekhnicheskyykh

system], Kyiv, p. 236. 4. Kovtunencko A.P., Zubarev V.V., Raskyn L.H. (2005) Mathematical methods of assessment and prediction of the technical indexes of operational properties of electronic systems. [Matematycheskiye metody otsenky y prohnozyrovaniya tekhnicheskyykh pokazatelei ekspluatatsyonnykh svoistv radyoelektronnykh system], Kyiv, p.184. 5. Barlou R., Proshan F. (1985) Statistical theory of reliability and reliability test. [Statystycheskaia teoryia nadezhnosti y yspytaniya na bezotkaznost], Moscow, p. 328. 6. Voronin A.N. (2011) Multicriteria decision: Models and Methods: Monograph. [Mnogokriterialnie resheniya: modeli i metody], NAU, Kyiv. pp. 30-50.

Отримано: 08.04.2016 року.

<sup>1</sup>Валерій Дмитрович Сергієнко (канд. техн. наук, доцент)

<sup>1</sup>Людмила Володимирівна Дрок

<sup>2</sup>Сергій Сергійович Родіонов (канд. техн. наук, доцент)

<sup>3</sup>В'ячеслав Вікторович Богучарський (канд. техн. наук, с.н.с.)

<sup>3</sup>Павло Миколайович Федоров (канд. техн. наук, с.н.с.)

<sup>1</sup>Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

<sup>2</sup>Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна

<sup>3</sup>Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, Київ, Україна

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗАСОБІВ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ ОЛЬФАКТРОНІКИ В УМОВАХ ВЕДЕННЯ НЕ КОНВЕНЦІЙНИХ ВОЄННИХ ДІЙ

Розглянуті аспекти використання засобів інструментальної ольфактроніки (ІО) в індикаторно-сигналізаційних пристроях (ІСП) для добування даних загальновійськової обстановки у районах (зонах) ведення воєнних дій, а також в умовах ведення не конвенційних воєнних дій. Визначені основні напрямки розвитку і розробки перспективних ІСП у сучасних війнах і збройних конфліктах для військових і добровольчих формувань. Наведені основні способи бойового застосування ІСП, що використовують датчики ольфактору. Визначені у статті аспекти застосування ольфакторних ІСП дозволяють сформулювати вимоги до архітектури (принципів) побудови перспективних комплексів розвідки, а також визначити напрямки розроблення заходів і засобів зменшення (виключення) демаскуючих ольфакторних ознак у разі застосування потенційним противником аналогічних пристроїв ІО, тобто визначити способи захисту від виявлення такими пристроями.

**Ключові слова:** не конвенційні воєнні дії; контроль пересування противника; ольфактроніка; запахи; запахові сліди; спектр пахучих речовин.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Аналізуючи збройні конфлікти сучасності з урахуванням досвіду проведення антитерористичних операцій (АТО), у тому числі АТО на Сході України, можна зробити висновок, що військовим частинам та підрозділам Збройних Сил України, формуванням силових структур і добровольчим підрозділам (батальйонам) все частіше доводиться вести боротьбу з загонами бойовиків і регулярними військами Російської Федерації, що використовують тактику не конвенційних (гібридних) воєнних дій (терор, провокування, інформаційне викривлення подій і фактів, залякування, партизанські дії тощо).

При цьому бойові дії відбуваються як на пересічених ділянках, так і в урбанізованій місцевості (населених пунктах), що неодмінно приводить до необґрунтованих втрат серед мирних мешканців.

Це спонукає до пошуку способів застосування і створення зразків озброєння, призначених для вирішення бойових (спеціальних) завдань з мінімальною шкодою, яка може бути спричинена цивільним особам, - тобто зброї нелетальної дії (ЗНД) [1]. Особливу актуальність у сфері ЗНД набувають наукові дослідження і розроблення перспективних індикаторно-сигналізаційних пристроїв (ІСП) для добування даних

загальновійськової обстановки у районах (зонах, смугах) ведення бойових дій, а також при проведенні АТО.

Важливу увагу в ході досліджень слід приділити визначенню ролі і місця ЗНД при веденні воєнних дій у ході сучасних війн, збройних конфліктів і особливо під час проведення АТО, де повною мірою простежуються риси не конвенційних (гібридних) воєнних дій з боку усіх конфлікуючих сторін.

Визначені у статті аспекти застосування засобів ІО можуть бути покладені в основу розроблення перспективних і модернізації існуючих ІСП для вирішення широкого кола завдань при веденні воєнних дій, як на території України так і за її межами.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

На теперішній час існують декілька напрямків одорології (розділу науки, яка займається аналізом відчуттів запахів (лат. odor)): медичний, криміналістичний і психологічний [2-12, 16, 17]. Найбільш наближеним до вирішення воєнних завдань доцільно вважати криміналістичний напрямок.

В залежності від способів добування, аналізу і реєстрації запахів криміналістичну одорологію поділяють на кінологічну (з використанням спеціально підготовлених тварин, (в основному, собак) і інструментальну – ольфактроніку (від лат.

olfactus – запах). “Ольфактроніка” - означає розрізнення (визначення, ідентифікацію) конкретного запаху за допомогою ольфакторного гену [2, 3, 8-10].

Дослідження спеціальної літератури надає докази можливого використання запаху для виявлення (визначення місцезнаходження) будь-якого індивіда, оскільки ольфакторна індивідуальність є генетично обумовленою і практично неповторна для кожної людини [2-8]. Це також стосується і озброєння та військової техніки (ОВТ): кожен вид ОВТ має свої (принадні тільки цьому виду техніки) специфічні ольфакторні ознаки, наприклад, по запаху можливо розрізнити гусеничні і колісні транспортні засоби.

Саме засоби ІО можуть бути використані для виявлення, визначення місцеположення, ідентифікації і класифікації (ОВТ), транспортних засобів і особового складу воєнних формувань у русі в межах всієї зони їх дії, а також передачі отриманих відомостей про противника у реальному часі на пункти збору і обробки даних загальновійськової обстановки.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

У ІО як аналізатори запахів застосовуються фізико-хімічні пристрої, які здатні виділяти спектр пахучих речовин, реєструвати його у вигляді ольфактограми і детектувати з високою чутливістю окремі компоненти виділень людини. Ці аспекти можуть бути використані для виявлення, фіксації і аналізу запахів від особового складу, одягу, амуніції, ОВТ тощо [2, 5, 9, 10, 13-15].

Однією з основних задач ІО є розроблення методів і створення обладнання, здатного реєструвати спектр летючих речовин, що визначають запах, і документально записувати його у вигляді, який дозволяє проводити математичну обробку, а також з високою точністю фіксувати окремі компоненти запахових виділень.

У перспективі можна очікувати появу штучних детекторів запаху на основі методів аналізу (мас-спектрометрії, газової і паперової хроматографії, хроматомас-спектрометрії, інфрачервоної спектрометрії та інших). Не за горами також створення пристроїв (засобів), які дозволять проводити найтонші аналітичні дослідження газоподібних утворювань [2, 9].

В арміях провідних країн світу (США, Великої Британії, Німеччині, Ізраїлі, Китаї, Російської Федерації та інших) велика увага приділяється розробленню та створенню надійних технічних засобів добування відомостей про противника, спроможних функціонувати у будь-яких умовах (фізико-географічних, метеорологічних, часових), вважаючи це одним із пріоритетних шляхів забезпечення ефективного управління військами на полі бою [18].

На думку американських воєнних фахівців, важливість їх застосування визначається тим, що розвідка поля бою (смуги, операційного району, зони) на оперативну глибину є необхідною умовою ефективних дій по ізоляції наземних сил противника, які ведуть бій. У теперішній час таке завдання виконується в основному різноманітними повітряними засобами, але, як відмічається в іноземних джерелах, ефективність повітряної розвідки значно знижується в умовах сильно пересіченої місцевості, при наявності густої рослинності, а також при вмілому і широкому застосуванні противником засобів і способів маскуванню та заходів уведення в оману [10].

Такі труднощі повітряної розвідки особливо виявились під час війни США у Індокитаї, особливо, при веденні воєнних дій у В'єтнамі (1964-1973р.р.), внаслідок чого американське командування дійшло висновку про необхідність створення принципово нових засобів наземної розвідки – розвідувально-сигналізаційних пристроїв (РСП).

За даними зарубіжної преси, ефективність їх бойового застосування була дуже високою, і на початку 1970 року командуванням армії США було прийняте рішення розпочати розробку нового покоління РСП на основі останніх науково-технічних досягнень. Головною метою було створення таких розвідувальних засобів, які були би спроможні працювати в умовах будь-якого театру воєнних дій і у збройних конфліктах будь-якого масштабу.

Відмінність від існуючих засобів добування відомостей про пересування імовірного противника (в аспекті, що надається) інформація від РСП передається на підставі аналізу “картини”, яка відтворена не за допомогою відеокамери літака-розвідника, або “безпілота”, а за рахунок використання датчиків ольфактору.

З 1982 року у підрозділі армії США почали надходити дистанційно керовані РСП поля бою REMBaSS (Remotely Monitored Battlefield Sensor System). Засобами цієї системи у першу чергу були оснащені батальйони розвідки і радіоелектронної боротьби у дивізіях сухопутних військ США.

Зазвичай електронні системи виявлення противника (ЕСВП) складаються з сукупності електронних засобів розвідки і сигналізації – автоматичних дистанційних датчиків (сейсмічних, хімічних - ольфакторних, акустичних тощо), ретрансляторів, пристроїв управління системою і апаратури центру обробки розвідувальних даних з метою відображення обстановки у зоні дії системи. Датчики, що розкидані на території противника, надсилають інформацію на ретранслятори, які виконують функції селекторів та підсилувачів і передають інформацію по радіоканалах у центр обробки. Зібрана інформація обробляється і використовується для постановки завдань бойовим підрозділам на знищення виявлених цілей. Після надходження у центр управління сигналів, що свідчать про наявність

особового складу (або зосередження техніки) противника у районі розміщення датчиків, - контрольна зона негайно піддається повітряному бомбардуванню або артилерійському (ракетному) обстрілу. Пошкоджені при цьому датчики одразу замінюються новими.

Основними способами бойового застосування ЕСВП слід вважати [10]:

спостереження за певним районом площею декілька квадратних кілометрів, у яких очікується переміщення військ противника або їх зосередження (при розширенні масштабів бойових дій (операцій), або при необхідності (в залежності від оперативної обстановки, що склалася), розміри площі спостереження можуть бути збільшені);

спостереження за можливими маршрутами висування військ противника з визначенням інтенсивності і напрямку їх руху;

охорона мінних полів і районів, які не зайняті своїми військами;

спостереження за підходами до мостів, тунелів, споруд, переправ через водні перешкоди;

контроль за відсутністю військ противника у районах, визначених для десантування або форсування водних перешкод (за певний час до проведення заходів);

розвідка цілей та отримання даних цілевказівки з точністю, що забезпечує відкриття вогню для їх ураження;

цілевказівка іншим розвідувальним засобам з більш широкими можливостями, наприклад літакам-розвідникам або "безпілотникам".

Під час війни у В'єтнамі дистанційні датчики широко застосовувались у тактичній ланці. Вони дозволяли виявляти висування військ противника та визначати їх дислокацію. Крім того, можливо використовувати ІСП для спостереження за переміщенням противника, для визначення місць зосередження військ, для оцінки результатів вогневого ураження (бомбардування, артилерійських і ракетних ударів) тощо.

Однак засоби електронної розвідки і сигналізації не спроможні повністю замінити традиційні джерела отримання розвідувальних даних, наприклад, таких як розвідувальна авіація або спостерігачі підрозділів Сил спеціальних операцій, що знаходяться поруч з маршрутами пересування противника.

У воєнних конфліктах останнього десятиріччя застосування ЕСВП набуло дуже широкого розмаху. Так, американська армія масовано

використовувала ЕСВП як технічні засоби розвідки (в тому числі і хімічні датчики – датчики ольфактору), наприклад, у війні з Іраком і в Афганістані. Дещо більш обмежено такі засоби застосовувала армія Російської Федерації у бойових діях під час Чеченських кампаній.

До речі, хімічні чутливі елементи, що реагують на запахи, тримаються у повній таємниці. Такий стан справ у аспекті, що розглядається, спонукає до більш прискіпливого аналізу існуючого стану систем електронного спостереження, зокрема, засобів ІО.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

1. Розглянуті аспекти використання засобів інструментальної ольфактроніки у системах розвідки загальновійськової обстановки та ІСП у сучасних війнах і збройних конфліктах.

2. Засоби ІО можуть розглядатися як перспективний засіб забезпечення бойових дій у майбутніх війнах і збройних конфліктах, у тому числі, в умовах ведення не конвенційних воєнних дій, АТО та у гібридних війнах.

3. Доцільно спланувати проведення наукових досліджень для оцінки переваг застосування ІСП у сучасних та майбутніх війнах (воєнних діях) і збройних конфліктах.

4. У подальшому доцільним можна вважати розроблення способів і тактичних прийомів бойового застосування засобів ІСП у зонах (районах, смугах) ведення воєнних дій з урахуванням досвіду проведення АТО на Сході України.

5. Розглянуті у статті аспекти застосування ольфакторних засобів ІСП дозволяють сформулювати вимоги до архітектури структури (принципів функціонування побудови) перспективних розвідувальних комплексів, а також визначити напрямки розроблення заходів і засобів зменшення (виключення) демаскуючих ольфакторних ознак у разі застосування потенційним противником пристроїв ІО, тобто визначити способи захисту від такого виду озброєння.

6. Наведені дані можуть бути враховані у ході коригування Державної програми розвитку ОВТ, а також під час розроблення перспективних засобів наземної розвідки і радіоелектронної боротьби для частин і підрозділів Збройних Сил України та інших воєнних формувань.

### Література

1. **Зброя** на нетрадиційних принципах дії (стан, тенденції, принцип дії та захист від неї) / [Ковтуненко О. П., Богучарський В. В., Слюсар В. І., Федоров П. М.] . – Полтава.: Видавництво ПВІЗ, 2006. – 247 с. 2. **Кулієва Р. О.** Современная криминалистика: одорология или ольфактроника?. – Баку.: Труды Бакинского Государственного университета, № 1, 2011. - genakulieva@rambler.ru . 3. **Аверьянова Т. В.**, Белкин Р. С., Корухов Ю. Г., Российская Е. Р. Криминалистика: Учебник для вузов / Под ред.

Р. С. Белкина. 3-е изд., перераб. и доп. Изд.: НОРМА. М.: 2007, 944 с. 4. **Бак Л.**, Эксел Р. Новый мультигенный род может кодировать запаховые рецепторы: молекулярный базис для признания одорологии. Отдел биохимии и молекулярной биофизики. Том 65, выпуск 1, США. Элсевер ЛТД, 1991, 328 с. 5. **Безруков В.**, Винберг А., Майоров М., Тодоров Р. Новое в криминалистике // Соц. Законность, 1965, № 10, с. 74-75. 6. **Гросс Г.** Руководство для судебных следователей, чинов общей и жандармской

- полиции / Пер. с нем. Вып.1. Смоленск, 1895. 940 с.
7. Кондильяк Э. Б. Трактат об ощущениях. М.: Мысль, 1982. Т.2, 472 с.
8. Панфилов П. Б. Основные принципы обеспечения достоверности исследований запаховых следов человека с использованием собак-детекторов в судебной экспертизе: Учебное пособие. – М.: Юрлитинформ, 2007, 264 стр.
9. Старовойтов В. И., Шамонова Т. Н. Запах и ольфакторные следы человека. М.: Лекс Эст, 2003. 128 с. <http://pravorub.ru/articles/9864.html>.
10. Невидимова Т. И. Ольфактометрия в психиатрии // Современные технологии психиатрического и наркологического сервиса / под науч. ред. В. Я. Семке. – Томск : Издательство “Иван Федоров”, 2011. - т. 4. – С. 64-65.
11. Невидимова Т. И., Пономарев Ю. Н., Агеев Б. Г., Филиппенко М. Л., Ветлугина Т. П., Батухтина Е. И., Бохан Н. А., Симуткин Г. Г., Аксенов М. М. Исследование ольфакторных стимулов, значимых для оценки риска формирования и течения психических расстройств. Сибирский вестник психиатрии и наркологии. 2013. №1 (76). – С. 22-25.
12. Большая медицинская энциклопедия, 3 - издание, (1974–1989). Т. 18 – 1982. – 528 с.: Под ред. акад. Б. В. Петровского. Издательство: “Советская энциклопедия”.
13. Синельников Р. Д., Синельников Я. Р., Синельников А. Я. Атлас анатомии человека. Издательство: “Медицина”. т. 4. – 1996. – 315 с.
14. Анатомия нервной системы: Учебное пособие для студентов/ В. И.Козлов, Т. А. Цехмистренко. – М.: Мир: ООО “Издательство АСТ”, 2004. – 206 с.
15. Клиническая психиатрия - Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 432 с. Под ред. Л. М. Барденштейна, Б. Н. Пивня, В. А. Молодецких.
16. Напреснюк О. К. Психиатрия. К. Здоров'я, 2001. – 584 с.
17. Конотопець М. М. Аналіз сучасного стану розвитку засобів радіоелектронної боротьби виробництва Республіки Білорусь./ М. М. Конотопець, М. Я. Павлушко, А. О. Попов // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони, НУОУ. – 2015. – № 3(24). (215).– С. 56–62.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ОЛЬФАКТРОНИКИ В УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ НЕ КОНВЕНЦИОННЫХ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ

<sup>1</sup>Валерий Дмитриевич Сергиенко (канд. техн. наук, доцент)

<sup>1</sup>Людмила Владимировна Дрок

<sup>2</sup>Сергей Сергеевич Родионов (канд. техн. наук, доцент)

<sup>3</sup>Вячеслав Викторович Богучарский (канд. техн. наук, с.н.с.)

<sup>3</sup>Павел Николаевич Федоров (канд. техн. наук, с.н.с.)

<sup>1</sup>Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

<sup>2</sup>Государственный университет телекоммуникаций, Киев, Украина

<sup>3</sup>Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

Рассмотрены аспекты использования средств инструментальной ольфактроники (ИО) в индикаторно-сигнализационных устройствах (ИСУ) для добывания данных общевойсковой обстановки в районах (зонах) ведения военных действий, а также в условиях ведения не конвенционных военных действий. Определены основные направления развития и разработки перспективных ИСУ в современных войнах и вооруженных конфликтах для военных и добровольческих формирований. Приведены основные способы боевого применения ИСУ, использующие датчики ольфактора. Рассмотренные в статье аспекты применения ольфакторных ИСУ позволяют сформулировать требования по архитектуре (принципам) построения перспективных разведывательных комплексов, а также определить направления разработки способов и устройств снижения (исключения) демаскирующих ольфакторных признаков в случае применения потенциальным противником аналогичных устройств ИО, то есть определить способы защиты от обнаружения такими устройствами.

**Ключевые слова:** не конвенционные военные действия; контроль перемещения противника; ольфактроника; запах, запаховые следы; спектр ароматических веществ.

## SOME ASPECTS OF APPLICATION OF INSTRUMENTAL OLFACTRONICS FACILITIES IN UNCONVENTIONAL MILITARY OPERATIONS

<sup>1</sup>Valerii D. Serhiienko (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)

<sup>1</sup>Liudmyla V. Drok

<sup>2</sup>Serhii S. Rodionov (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)

<sup>3</sup>Viacheslav V. Bohucharskyi (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)

<sup>3</sup>Pavlo M. Fedorov (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)

<sup>1</sup>National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyy, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup>State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine

<sup>3</sup>Central Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Some aspects of instrumental olfactronics facilities using in indicating-signaling devices (ISD) for acquisition of data about general situation in combat areas and in unconventional military operations are

considered. The main trends of ISD development for their using in modern wars and armed conflicts by military and volunteer units are defined. The basic ways of combat employment of ISD with olfactory sensors are stated. The aspects of ISD using, considered in the paper, enable to formulate requirements to architecture of perspective intelligent systems, as well as to determine the development ways of methods and devices for diminishing (eliminating) of disclosing olfactory marks, in the case of adversary using similar instrumental olfactronics equipment, i.e. to determine the methods of protection from being detected by such devices.

**Keywords:** unconventional military operations; adversary movement control; olfactronics; odor; olfactory signals; odorous substances spectrum.

### References

- 1. Kovtunenکو O.P.**, Bohucharsky V.V., Slyusar V.I., Fedorov P.M. (2006), Weapons on non-traditional principles of action (status, tendencies, and principle of action and protection). [Zbroya na netradytsiynnykh pryntsyakh diyi (stan, tendentsiyi, pryntsyakh diyi ta zakhyst vid neyi)], Poltava, PVIZ, 247 p. (in Ukrainian).
- 2. Kulieva R.O.**, (2011), Modern forensic science: odorologia or olfactronics? [Sovremennaya kriminalistika: odorologiya ili olfaktronika?], Baku, Trudy Bakinskogo Gosudarstvennogo Universiteta, No.1 - renakulieva@rambler.ru (in Russian).
- 3. Averyanova T.V.**, Belkin R.S., Korukhov Yu.G., Rossiyskaya E.P. (2007), Forensic science: manual for students. [Kriminalistika: Uchebnik dlya vuzov], Ed. RS Belkin, 3<sup>rd</sup> ed., revised and updated, Moscow, NORMA, 944 p. (in Russian).
- 4. Buck L.**, Axel R. (1991), A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. [Novyyi multigennyiy rod mozhet kodirovat zapakhovyye retseptory: molekulyarnyy bazis dlya priznaniya odorologii], Department of Biochemistry and Molecular Biophysics, Vol.65, Issue 1, USA, Alsafer Ltd, 328 p. (in English).
- 5. Bezrukov V.**, Vinberg A., Mayorov M., Todorov R. (1965), New in Forensics. [Novoe v kriminalistike], Sots.Zakonnost, No.10, pp. 74-75 (in Russian).
- 6. Gross G.** (1895), Guide for forensic investigators, gendarmes and general police. [Rukovodstvo dlya sudebnykh sledovateley, chinov obschey i zhandarmnskoj politsii], translation from German, Issue 1, Smolensk, 940 p. (in Russian).
- 7. Condillac E.B.** (1982), Treatise on the Sensations. [Traktat ob oschuscheniyakh], Moscow, Misl, Vol.2, 472 p. (in Russian).
- 8. Panfilov P.B.** (2007), The basic principles to ensure the reliability of human olfactory traces studies using detector dogs in forensics. [Osnovnyie printsipy obespecheniya dostovernosti issledovaniy zapakhovykh sledov cheloveka s ispolzovaniem sobak-detektorov v sudebnoy ekspertize], Manual, Moscow, Yurlitiform, 264 p. (in Russian).
- 9. Starovoytov V.I.**, Shamanova T.N. (2003), Odor and human olfactory traces. [Zapakh i olfaktornyie sledy cheloveka], Moscow, Leks Est, 128 p. (in Russian).
- 11. Nevidimova T.I.** (2011), Olfactometer in psychiatry. Modern technologies of psychiatric and narcological services. [Olfaktometriya v psikhiiatrii. Sovremennyye tekhnologii psikhiiatricheskogo i narkologicheskogo servisa], Ed. Semke V.Ya., Tomsk, izdatelstvo Ivan Fedorov, Vol.4, pp. 64-65 (in Russian).
- 12. Nevidimova T.I.**, Ponomarev Yu.N., Ageev B.G., Filippenko M.L., Vetlugina T.P., Batukhtina E.I., Bokhan N.A., Simutkin G.G., Aksenov M.M. (2013), Study of olfactory stimuli that are relevant for risk assessment of development and course of mental disorders. [Issledovanie olfaktornykh stimulov, znachimykh dlya otsenki riska formirovaniya i techeniya psikhicheskikh rasstroystv], Sibirsky Vestnik, No.1(76), pp. 22-25 (in Russian).
- 13. The Great Medical Encyclopedia** (1974-1989). [Bolshaya meditsinskaya entsiklopediya], 3rd edition, Ed. Acad. Petrovsky B.V., Sovetskaya Entsiklopediya, Vol. 18, 1982, 528 p. (in Russian).
- 14. Sinelnikov R.D.**, Sinelnikov Ya.R., Sinelnikov A.Ya. (1996), The Atlas of Human Anatomy. [Atlas anatomii cheloveka], Meditsina, Vol.4, 315 p. (in Russian).
- 15. Kozlov V.I.**, Tsekhmistrenko T.A. (2004), Neuroanatomy. Manual for students. [Anatomiya nervnoy sistemy. Uchebnoe posobie dlya studentov], Moscow, Mir, Izdatelstvo AST, 206 p. (in Russian).
- 16. Bardenshtein L.M.**, Pivnya B.N., Molodetskikh V.A. (2014), Clinical psychiatry. Manual for students. [Klinicheskaya psikhiiatriya. Uchebnoe posobie], Moscow, INFPA, 432 p. (in Russian).
- 17. Napreenko O.K.** (2001), Psychiatrics. [Psikhiiatriya], Kiev, Zdorovya, 584 p. (in Ukrainian).
- 18. Konotopets M.M.**, Pavlunko M.Ya., Popov O.O. (2015), Current status of development of electronic warfare capabilities produced in the Republic of Belarus. [Analiz suchasnoho stanu rozvytku zasobiv radioelektronnoyi borotby vyrobnytstva Respubliki Bilorus], Suchasni informatsiyni tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony [Modern information technologies in security and defense], NUOU, No.3 (24), (214), 56-62 pp. (in Ukrainian).

Отримано: 11.03.2016 року.

Андрій Леонідович Фурманюк  
Ігор Віталійович Ушаков  
Роман Володимирович Дужий

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## ВИБІР ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ СЕРЕДОВИЩА КОЛЕКТИВНОЇ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНО- ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІЙ МЕРЕЖІ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ “ДНІПРО”

*Розглянуто підхід до вибору поштового серверу та його налаштування в інформаційно-телекомунікаційній мережі (ІТМ) Збройних Сил України “ДНІПРО”. Забезпечення високої надійності пошти всередині підрозділу та швидкого доступу до пошти ззовні при умові захисту локальної мережі від несанкціонованого доступу. Вести прямий обмін інформацією між посадовими особами (військовими частинами, підрозділами) за умови встановлення спеціального програмного забезпечення, що виконує функції комунікацій або електронної пошти. Колективно виконувати певну роботу, користуючись спільним фізичним або віртуальним робочим простором, тобто базою даних електронних документів загального доступу, при цьому для територіально розподілених організацій повинен існувати механізм синхронізації копій однієї і тієї ж бази даних документів. На основі аналізу програмних продуктів з організації поштових серверів, їх порівняння, запропонована раціональна поштова архітектура, яка відповідає вимогам та завданням локальних мереж військових підрозділів.*

**Ключові слова:** поштовий сервер; аналіз програмних продуктів; поштова архітектура.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Сучасному етапу розвитку Збройних Сил України притаманне зростання ролі інформаційних технологій, адже вони активно впливають на всі без винятку складові безпеки держави (політичну, економічну, воєнну, соціальну та інші). Використання новітніх інформаційних технологій дозволяє підвищити ефективність роботи, вирішує проблему доступу до джерел різноманітної за змістом і формами подання інформації.

Сьогодні в якості оперативного, недорогого і, головне, ефективного засобу зв'язку в Збройних Силах України може використовуватися електронна пошта. Вона дозволяє:

по-перше, вести прямий обмін інформацією між посадовими особами (військовими частинами, підрозділами) за умови встановлення спеціального програмного забезпечення, що виконує функції комунікацій або електронної пошти;

по-друге, колективно виконувати певну роботу, користуючись спільним фізичним або віртуальним робочим простором, тобто базою даних електронних документів загального доступу, при цьому для територіально розподілених організацій повинен існувати механізм синхронізації копій однієї і тієї ж бази даних документів;

по-третє, координацію пересилання документів за допомогою спеціального програмного забезпечення, яке включає вбудовані засоби координації або автоматизації та документообігу.

Одним з важливих питань запровадження електронної пошти у ЗС України є вибір поштового серверу, який буде визначати конфігурацію, вартість, надійність та ефективність роботи мережі електронного документообігу.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

На даний момент на ринку ІТ технологій представлений великий вибір поштових серверів на різні платформи – від рішень зі світовим ім'ям до продуктів Open Source. [1] Розробники програмного забезпечення часто діють за принципом “чим більше, тим краще”, тому вибір серверу постає як доволі важке завдання. Що потрібно знати при виборі поштового серверу в першу чергу:

1. Поштовий сервер повинен бути безпечним і легкокерованим інструментом.

2. Неусвідомлений вибір поштового сервера є ризикованим і може спричинити непередбачені витрати.

3. Встановлення та налаштування поштового сервера потребує довгої і трудомісткої роботи системного адміністратора.

4. Управління поштовим сервером не обмежується налаштуванням, далі необхідно стежити за “бекапом” і робити резервне копіювання даних.

Враховуючи велику кількість пропозицій на ринку та аналіз завдань, які виконують системи електронного документообігу в Збройних Силах України, проблема вибору поштового серверу залишається досить актуальною. Крім того, вибір сервера повинен враховувати умову щодо його захищеності від проникнення ззовні в локальну мережу підрозділу (військової частини).

**Мета статті.** На основі аналізу підходів до поштової інфраструктури та завдань, що виконуються поштовим сервером, вибрати середовище колективної роботи для військових частин і підрозділів Збройних Сил України за умови обміну даними, що не містять інформації з обмеженим доступом.



**Методи дослідження.** У ході дослідження використовувалися наступні методи: аналіз теоретичних джерел; порівняльного аналізу та системного аналізу.

**Виклад основного матеріалу дослідження**

Критеріями, згідно з якими може проводитися вибір поштового рішення, можна розглянути наступні.

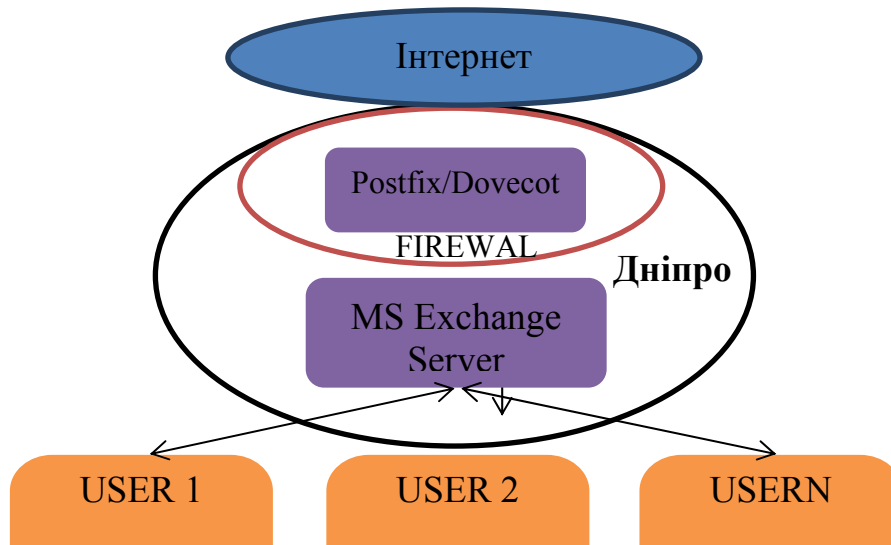
У першу чергу, поштовий сервер повинен мати функції, які відповідають тим завданням, які ставляться перед поштовою системою (Рис.1.). Треба зважити і на те, що перевантаженість рішення інколи може бути гіршим за відсутність вичерпного функціоналу, при цьому раціональне рішення має бути доступне за ціною, яка до того ж

буде зменшуватися в залежності від кількості робочих станцій.

По-друге, програмний продукт повинен відрізнятися простотою у використанні, а налаштування програми не повинно вимагати високої кваліфікації ІТ-спеціаліста.

Зазначені критерії вибору дозволять порівняти програмні продукти, які є на ринку, і знайти найбільш раціональне рішення.

Аналіз програмних продуктів з організації поштових серверів дозволив виділити з їх числа найбільш впроваджені, надійні та підтримувані, на яких ми зупинимося для подальшої деталізації, а саме: рішення на базі Exchange для організації обміну інформацією всередині підрозділу (військової частини) і Postfix/Dovecot для передачі даних між підрозділами та реалізація протоколів SMTP/POP3.



**Рис.1. Організація внутрішньої та зовнішньої пошти**

Обмін поштою здійснюється завдяки двом основним протоколам:

SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) – це мережевий протокол, призначений для передачі електронної пошти в мережах TCP/IP, причому передача повинна бути обов'язково ініційована самою передавальною системою.

POP3 (Post Office Protocol) – розроблений для доставки пошти користувачу з центрального mail-сервера, її видалення з нього і для ідентифікації користувача по імені/пароллю. POP включає в себе SMTP, який використовується для передачі пошти, що надсилається користувачем. Поштові повідомлення можуть бути отримані у вигляді заголовків, без отримання повністю листа.

Microsoft Exchange Server (MES) це масштабна платформа для обміну повідомленнями, електронною поштою, планування роботи груп, колективної роботи, а також для управління документообігом і маршрутизації документів [2]. Служба каталогу Active Directory дозволяє створювати єдиний структурний каталог підприємства, що містить дані про користувачів, групи і системні ресурси.

Нова архітектура MES була розроблена з урахуванням побажань і вимог щодо зниження вартості інфраструктури, що обслуговує поштові системи, забезпечення захисту від пожеж, затоплення, вимкнення електрики та будь-яких

інших загроз, які виводять з ладу дата-центр, забезпечення підтримки великої кількості копій кожної бази та наявність швидкої активації резервної копії, спрощення системи і спрощення доступу за рахунок зниження інтенсивності технічних відмов.

Exchange поміняв підхід і тепер замість витрат на відмовостійкі мережі зберігання даних (МЗД), пропонує кращий доступ за рахунок розгалуження мережі серверів з низько швидкісними інтерфейсами для обміну даними SATA/SAS в конфігурації JBOD (дисківий масив, що послідовно поєднує жорсткі диски в єдиний логічний диск) з використанням самих звичайних контролерів. Тобто, для забезпечення швидкого доступу пропонується розгортати кілька недорогих серверів Exchange, кожен з яких має копію даних і повністю функціональний. Все це дозволяє забезпечити захист від падіння будь-якого сховища і при цьому забезпечити великі по об'єму поштові скриньки користувачам при розумній ціні рішення.

В результаті детального аналізу MES [2] можна дійти наступних висновків: кластеризація Exchange це дешево і просто; Exchange використовує прості 2U (U – одиниця вимірювання висоти спеціального обладнання) сервера; сервера Exchange дублюються і взаємозамінні; можна використовувати один мережевий адаптер для кластерів.

Тобто, Exchange дозволяє організувати надійну пошту в локальній мережі, при цьому продублювавши дані з використанням простих і доволі дешевих рішень, що є найбільш раціональним для організації роботи всередині підрозділів [3].

Тепер розглянемо передачу даних між підрозділами. На сьогоднішній день найбільш надійними і продуктивними системами для розгортання серверів є Unix-подібні системи – FreeBSD і Linux. Вони дозволяють швидко готувати стабільні мережеві рішення будь-якого рівня складності для будь-яких вимог і завдань. В якості платформи для потужного поштового сервера може бути обрана система FreeBSD, Debian (дистрибутив Linux) або Ubuntu (дистрибутив Linux), до яких з самого початку входить MTA (Mail Transfer Agent) sendmail, exim і postfix відповідно.

Postfix – є вільним програмним забезпеченням, який створювався як альтернатива Sendmail. Він відрізняється продуманою модульною архітектурою, яка дозволяє створити дуже надійну і швидко поштово систему. Так, наприклад, привілеєї root потрібні тільки для відкриття порту (TCP 25 порт), а демони, які виконують основну

роботу, можуть працювати звичайним користувачем в ізольованому (chroot) оточенні, що дуже позитивно позначається на безпеці. Під час простою поштової системи непотрібні демони можуть припинити свою роботу, вивільняючи тим самим пам'ять, а за потреби знову запускаються master-демоном.

Надавати можливість користувачам за допомогою поштових клієнтів збирати свою пошту по протоколах POP3 або IMAP цим буде займатися Dovecot. це вільний сервер для Unix / Linux систем, при розробці якого, безпеці приділяється багато уваги. Також хорошими перевагами даного сервера є: швидкість, простота установки і мале споживання пам'яті. Підтримує велику кількість механізмів зберігання аутентифікаційної інформації (включаючи LDAP) і самої аутентифікації (підтримується SSL). Також його можливо розширити за допомогою плагінів.

Забезпечення безпеки локальної мережі досягається шляхом встановлення Postfix та Dovecot на базі FreeBSD із додатковими програмами захисту: від вірусів clamav та від спаму spamassassin. Таким чином ми створимо надійну систему з високим рівнем безпеки.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика поштових серверів

Показники	Microsoft Exchange Server	Postfix/Dovecot
Вартість продукту	724.02 у.о. (стандартна ліцензія)	безкоштовно
Можливість модифікації коду і створення нового функціоналу	відсутня	відкритий системний код
Самодостатність	присутня	потребує інших програм для нормального функціонування
Складність налаштування та управління	Мінімально необхідна підготовка	потребує спеціальних навичок
Прив'язка до платформи відповідного виробника (гнучкість)	прив'язка до ОС Windows	можливість використання в будь-яких Unix системах
Безпека	MS FireWall	iptables
Локалізація та підтримка українською мовою	присутня	відсутня
Потрібний ресурс, Гб	не менш ніж 30 Гб вільного простору на диску	вимоги відсутні через убудованість у дистрибутив
Тип процесора	сервер на основі процесора Intel с архітектурою x64	бажано процесор не гірше Intel x64 та AMD 64

Таким чином, користуючись запропонованими пропозиціями щодо організації поштових мереж всередині підрозділів та між ними, ми описали певну задачу, а саме:

організувати поштову мережу між посадовими особами всередині підрозділу та між підрозділами з виходом в мережу Internet, при цьому забезпечити функціонування багато доменної структури на базі Microsoft Active Directory, захист внутрішньої пошти на серверах MS Exchange Server, яку не бажано виставляти в Internet, та можливість приймання / пересилання пошти назовні.

Рішення зазначеної задачі є наступним: налаштувати Postfix/Dovecot на пересилання пошти з Internet в Exchange і назад, з урахуванням вимог щодо адекватного захисту від спаму і вірусів; максимальної інтеграції в Active Directory (AD); обслуговування багатьох поштових доменів

і доменів AD; ведення SMTP AUTH за обліковими записами домену. При цьому шлюзи в Internet організувати на базі FreeBSD з добре налаштованим мережевим екраном (FIREWALL) для запобігання “хакерських” атак.

Якщо реалізувати зазначені рішення можливо отримати універсальний сервер з повним захистом від шкідливих програм і стабільною роботою, яка гарантує безпеку даних.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, в статті було розглянуто підхід до вибору поштового серверу для налаштування в локальних мережах підрозділів (військових частин) ЗС України ІТМ “Дніпро”, в яких циркулює відкрита інформація. Враховуючи специфіку задач, які виконують підрозділи, та чутливість певних даних, навіть несекретних та без обмеження доступу, які зберігаються в мережі,

важливими умовами у виборі є: забезпечення високої надійності пошти всередині підрозділу та швидкого доступу до пошти ззовні при умові захисту локальної мережі від несанкціонованого доступу.

### Література

1. **Вільна** енциклопедія Вікіпедія [Електронний ресурс].– Режим доступу: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_почтовых\\_серверов](http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_почтовых_серверов).
2. **Інформаційний** ресурс по MES [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://maximumexchange.ru>.
3. **Сайт про MES** та електронну пошту [Електронний

ресурс].– Режим доступу: <http://www.exchangerus.ru/>.

4. **Ричард Блам** Система електронної пошти на основі Linux / Ричард Блам // – ВДТУ “Вільямс”.– 2001.– 456 с.

5. **Майкл Лукас**, FreeBSD. Подробное руководство, 2-е издание / Майкл Лукас //.– ВДТУ СимволПлюс.– 2009.– 864 с.

## ВЫБОР ПРОГРАМНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ СРЕДЫ КОЛЛЕКТИВНОЙ РАБОТЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ “ДНІПРО”

*Андрей Леонидович Фурманюк  
Игорь Витальевич Ушаков  
Роман Владимирович Дужий*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*Рассмотрен подход к выбору почтового сервера и его настройки в информационно-телекоммуникационной сети Вооруженных Сил Украины “ДНІПРО”. Обеспечение высокой надежности почты внутри подразделения и быстрого доступа к почте извне при условии защиты локальной сети от несанкционированного доступа. Вести прямой обмен информацией между должностными лицами (воинскими частями, подразделениями) при установке специального программного обеспечения, выполняющего функции коммуникаций или электронной почты. Коллективно выполнять определенную работу, пользуясь общим физическим или виртуальным рабочим пространством, то есть базой данных электронных документов общего доступа, при этом для территориально распределенных должен существовать механизм синхронизации копий одной и той же базы данных документов. На основе анализа программных продуктов по организации почтовых серверов, их сравнение, предложенная рациональная почтовая архитектура, которая соответствует требованиям и задачам локальных сетей военных подразделений.*

*Ключевые слова:* почтовый сервер; анализ программных продуктов; почтовая архитектура.

## SELECTION OF THE ENVIRONMENT PLATFORM FOR TEAMWORK INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORK OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE “DNIPRO”

*Andrii L. Furmaniuk  
Ihor V. Ushakov  
Roman V. Duzhyi*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*An approach to choosing a mail server and its settings in the local networks of military units of Ukrainian Armed Forces “DNIPRO” with unclassified data has been considered. Ensuring high reliability in mail subdivision and quick access to the address provided protection outside the local network from unauthorized access. Maintain direct exchange of information between officials (military units, units) with the installation of special software, which serves as a communication or email. Collectively perform some work, using the common physical and virtual workspace that is a database of electronic documents sharing, while for geographically distributed organizations should be synchronization mechanism copies of the same database documents. Based on analysis of available software for the organization of mail servers and their comparison, a rational mail architecture which satisfies the requirements and tasks of the local networks of military units, has been proposed.*

*Keywords:* mail server; analysis of available software; mail architecture.

### References

1. **Wikipedia Free Encyclopedia** [Electronic resource], Access mode: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Список\\_почтовых\\_серверов](http://ru.wikipedia.org/wiki/Список_почтовых_серверов).
2. **Information resource on MES** [Electronic resource], Access mode: <http://maximumexchange.ru>
3. **The site of MES and email** [Electronic resource], Access mode: <http://www.exchangerus.ru/>.
4. **Richard Blam** (2001), e-mail system based on Linux, [Sistema elektronnoi pochty na osnove Linux], 456 p.
5. **Michael Lucas** (2009), FreeBSD, Detailed guidance, [FreeBSD. Podrobnoe rukovodstvo], VDTU SimvolPlius, 864 p.

Отримано: 06.03.2016 року.

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗАМОВЛЕНЬ В РОЗПОДІЛЕНІЙ БАЗІ ДАНИХ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ В УМОВАХ ВПЛИВУ КІБЕРАТАК

В статті запропоновано удосконалену математичну модель процесу обслуговування замовлень в розподіленій базі даних інформаційної системи, яка враховує вплив кібератак на доступність інформації. Досліджується розподілена інформаційна система, що має клієнт-серверну архітектуру. Розглянуті найбільш небезпечні кібератаки, що впливають на ефективність функціонування розподілених баз даних, їх об'єкти впливу та можливі наслідки. Проаналізовані існуючі підходи до математичного моделювання інформаційного обміну в розподілених базах даних. Обґрунтовано застосування математичного апарату, який базується на теорії масового обслуговування та теорії ймовірностей. Запропонована модель дозволяє визначити залежність середнього часу обслуговування замовлень в розподіленій базі даних від інтенсивності потоку шкідливих замовлень з урахуванням частки реплікованих даних на локальному вузлі.

**Ключові слова:** розподілена база даних; процес обслуговування замовлень; реплікація даних; кібератака.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Автоматизація процесу управління в Збройних Силах (ЗС) України є одним з пріоритетних напрямків розвитку. Це здійснюється за рахунок впровадження комп'ютерних та телекомунікаційних систем (ТКС), але це також відкриває додаткові можливості для навмисних деструктивних дій на об'єкти інформаційної інфраструктури ЗС України. База даних (БД) є основою використання інформаційних ресурсів в системі управління ЗС України. Але, не зважаючи на впровадження різноманітних рішень, спрямованих на підвищення рівня захищеності інформаційних ресурсів в інформаційних системах (ІС), динаміка та наслідки кіберзагроз залишаються достатньо високими [1]. Загрозами об'єктам інформаційної інфраструктури ЗС України є кібератаки, несанкціонований доступ до інформаційних ресурсів та шкідливе програмне забезпечення [1-4], метою впливу яких є порушення доступності, цілісності та секретності (конфіденційності) інформації. Але найбільшу небезпеку представляють атаки, які направлені на порушення доступності інформації, до таких відносяться атаки типу "відмова в обслуговуванні" (DoS-атаки) та порушення маршрутизації пакетів в комутаційному обладнанні [2-4]. Інформаційна інфраструктура ЗС України представляє розподілену інформаційну систему (РІС), в якій інформація зберігається в БД. Актуальним є питання оцінювання кількісних та якісних показників процесу функціонування розподіленої БД (РБД) ІС в умовах впливу кібератак. Одним з таких показників є середній час обслуговування замовлень РБД.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Дослідженням та розробкою моделей інформаційних процесів в РІС присвячено багато сучасних вітчизняних та

зарубіжних робіт. Певні складнощі рішення цієї задачі пояснюються відсутністю універсальних методів та моделей, які б давали змогу враховувати усі особливості функціонування. Так, в дослідженнях [5], модель функціонування РІС військового призначення представлена у вигляді графа, а задача оптимізації зводиться до пошуку такої структури РІС, яка буде функціонувати в умовах впливу дестабілізуючих внутрішніх та зовнішніх факторів (в тому числі і кіберзагроз) за рахунок надмірності зв'язків між вершинами графу. Ця модель не враховує реплікацію даних та оперативність надходження інформації до посадових осіб в умовах інформаційного протистояння.

Інший підхід для математичного опису функціонування РБД розглянутий в роботах [6,7] в межах теорії ймовірності та теорії масового обслуговування. РБД представлена як сукупність деякої множини незалежних файлів із заданими до них підмножинами замовлень на оновлення та отримання даних. При цьому обсяг даних залежать від вузлів-джерел. Дана модель описує особливості замовлень на рівні транзакцій, але не враховує зміну характеристик телекомунікаційної мережі (ТКМ), що впливають на властивості РБД, та особливостей реплікації даних. В роботі [8] модель враховує процес реплікації, але основним недоліком є припущення, що середній час проходження повідомлення в каналах передачі даних є постійною величиною.

Отже, розглянуті існуючі підходи моделювання процесу функціонування РБД не враховують вплив кібератак на доступність інформації в БД РІС.

**Метою статті** є удосконалення математичної моделі процесу обслуговування замовлень в розподіленій базі даних в умовах впливу кібератак.

## Виклад основного матеріалу дослідження

Для побудови математичної моделі процесу обслуговування замовлень РБД обраний математичний апарат теорії масового обслуговування, що використовується при аналізі та проектуванні комп'ютерних мереж [8-10]. Для повного опису такої системи вказуються імовірнісні процеси, що описують вхідний потік замовлень на обслуговування, час обслуговування замовлень, структуру системи та дисципліну обслуговування.

Визначимо вихідні дані та обмеження для побудови математичної моделі. В межах даного дослідження, РІС складається з центрального вузла та  $N$  локальних вузлів, що об'єднують ТКМ. Центральний вузол містить сервер з основним (еталонним) екземпляром РБД, яка отримує всі оновлення з інтенсивністю  $\lambda_u$ . Кожний вузол представляє собою локальну обчислювальну мережу із сервером БД та сукупністю автоматизованих робочих місць із спеціальним програмним забезпеченням, що мають прямий зв'язок лише з цим сервером РБД, до інших серверів РБД зв'язок здійснюється через ІТМ. Кожний локальний сервер РБД містить деяку частку  $h \in [0,1]$  центральної БД. Рівень відповідності репліки (копії) оригіналу виразимо через коефіцієнт  $d \in [0,1]$ , якщо  $d = 1$ , то репліка відповідає оригіналу на 100%. Кожний з  $N$  локальних серверів РБД приймає від АРМ замовлення на вибірку даних з інтенсивністю  $\lambda_q$ . Передбачається, що для окремо взятого вузла інформаційні потреби користувачів мають чітку направленість, яка враховується під час формування локальної БД. Щоб кількісно виразити більш високу імовірність звернення до локальної БД, вводиться додатковий параметр  $f \in [1; 1/h]$ . З урахуванням вказаного параметру імовірність локальної обробки замовлення на вибірку даних дорівнює  $h \cdot f$ , а відправка замовлення для обробки в центральній БД здійснюється з імовірністю  $1 - h \cdot f$ .

Кожний сервер РБД має один процесор, який відповідає за обробку замовлень як на вибірку даних, так і на оновлення даних, з дисципліною обслуговування FIFO ("перший прийшов, перший вийшов"). В якості джерел замовлень на обслуговування виступають замовлення до серверів РБД від АРМ, які надходять з інтенсивністю  $\lambda$ . Нехай вихідний потік замовлень класифікується за ознаками стаціонарності, ординарності та відсутності післядії, тобто тривалість інтервалу між замовленнями розподілена по експоненційному закону із щільністю  $f(t) = \lambda e^{-\lambda t}$ . Тоді ймовірність надходження  $k$  замовлень до РБД складатиме:

$$P(k) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t}, \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

Значення часу

перебування замовлення в РБД випадкове і залежить від багатьох незалежних факторів, таких як: пріоритет і тип замовлення, місце розміщення даних для його обробки, обсягу даних що передаються, кількості релевантних (достовірних) даних, завантаженість і працездатність серверів РБД та елементів ТКС, а саме непередбачуваних – моменти та наслідки впливу кіберзагроз. В моделі розглядаються лише кібератаки направлені на порушення доступності інформації. Кожна підсистема РБД, яка бере участь в обробці замовлень, представляє окремий тип СМО. До таких підсистем можна віднести: фрагменти локальної мережі інформаційно-телекомунікаційного вузла із сервером РБД – СМО 1-го типу, комунікаційне обладнання (КО) – СМО 2-го типу, канали передачі даних (КПД) – СМО 3-го типу (Рис. 1).

При моделюванні складних динамічних систем, в яких підсистеми можуть бути представлені системами масового обслуговування, їх необхідно представляти у вигляді мереж масового обслуговування (МеМО) [9,10].

Так як, розглядається РБД з можливістю реплікації даних, тоді загальна інтенсивність надходження замовлень  $\lambda = \lambda_q + \lambda_u$  складається із замовлень на вибірку даних –  $\lambda_q$  та на оновлення даних або реплік даних –  $\lambda_u$ . У випадку впливу кібератак (розглядаються лише атаки направлені на порушення доступності інформації) зменшується пропускна спроможність комутаційного обладнання та каналів передачі даних. Тому кібератаки будуть представлені інтенсивністю шкідливих замовлень  $\lambda_{cyb}$ , які надходять до СМО, і будуть враховуватися в загальній інтенсивності надходження замовлень до конкретного вузла  $\lambda_j = \lambda_{qj} + \lambda_{uj} + \lambda_{cybj}$ , де  $j \in \{1, \dots, N\}$  – номер вузла, при відсутності кібератаки на вузол,  $\lambda_{cybj} = 0$ .

Одним з основних показників ефективності МеМО є середній час перебування замовлення в системі, тому в нашому випадку – це середній час обслуговування замовлення в розподіленій базі даних  $\bar{T}_{obc}$ , який розраховується за формулою:

$$\bar{T}_{obc} = \frac{1}{I_{in}} \left( \sum_j^N \lambda_j \cdot \bar{T}_{obc_j} \right), \quad (1)$$

де:  $I_{in} = \sum_{j=1}^N \lambda_j$  – загальна інтенсивність вихідного

потоків замовлень;

$\bar{T}_{obc_j}$  – середній час перебування замовлення в  $j$ -ої СМО.

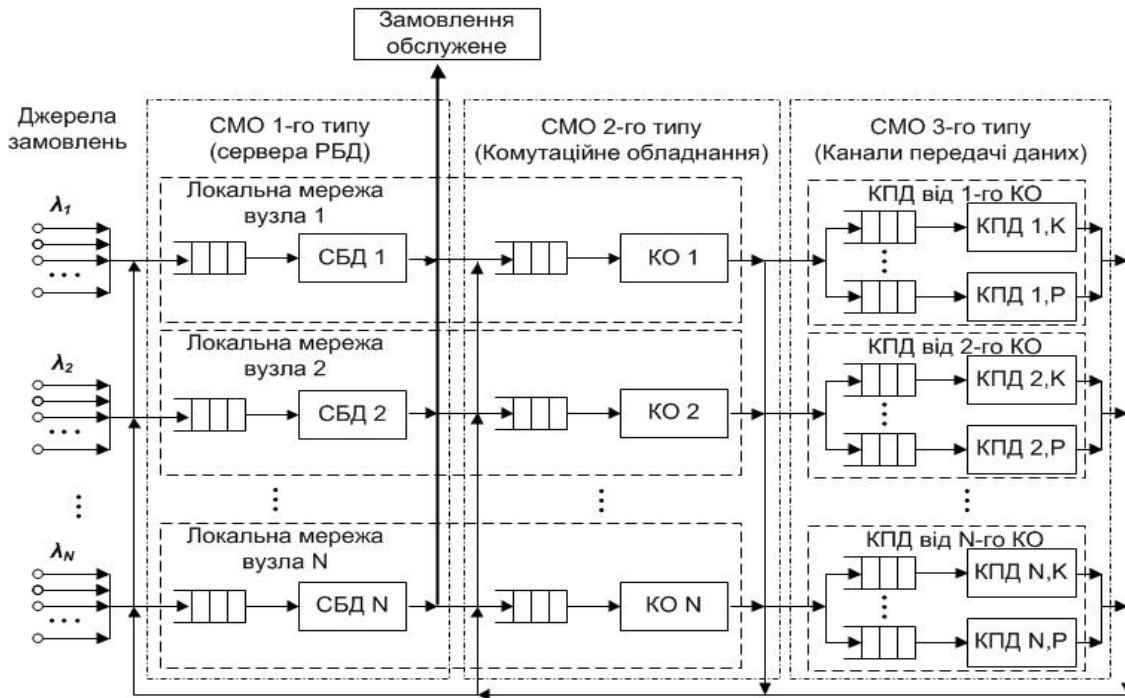


Рис. 1. Узагальнена структура модель процесу обслуговування замовлень в РБД

Загальна формула розрахунку середнього часу перебування замовлення в СМО з очікуванням має вираз:

$$\bar{T}_{\text{обс}_j} = W_j + M[\tau_j], \quad (2)$$

де:  $W_j$  – середній час очікування обробки замовлення,  $M[\tau_j]$  – середній час обробки замовлення у відповідній СМО, який дорівнює своєму математичному сподіванню (МС).

Час обробки замовлень  $\tau$  в кожній підсистемі РБД визначається відповідно до технічних характеристик та алгоритмів роботи обладнання, що використовуються. А середній час очікування обробки замовлення  $W$  в кожній СМО розраховується відповідно до її типу, тому потребує більш детального огляду. Модель роботи серверів РБД представлена як СМО типу M/G/1 з очікуванням [9] і в нашому випадку визначається за формулою Поллачека-Хінчина. В моделі розглядаються два типи серверів РБД: центральний і локальний (клієнтський).

Розглянемо локальний сервер РБД, він обробляє два типи замовлень:

замовлення на вибірку даних з інтенсивністю  $\lambda_{qr} = h \cdot f \cdot \lambda_q$  ( $h$  – частка реплікованих даних,  $f$  – додатковий параметр звернення до локальної БД) та МС часу обробки замовлення  $M[\tau_{qr}]$ ;

замовлення на оновлення локальної БД з інтенсивністю  $\lambda_{ur} = h \cdot d \cdot \lambda_u$ , ( $d$  – коефіцієнт відповідності реплік) та МС часу обробки замовлення  $M[\tau_{ur}]$ .

Середній час очікування обробки замовлення на локальному сервері  $W_r$  буде дорівнювати:

$$W_r = \frac{\lambda_{qr} M^2[\tau_{qr}] + \lambda_{ur} M^2[\tau_{ur}]}{1 - (\lambda_{qr} M[\tau_{qr}] + \lambda_{ur} M[\tau_{ur}])}, \quad (3)$$

де  $M^2[\tau_{qr}]$  – другий момент випадкового часу обробки замовлення у відповідності до кожного приладу обробки, при умові, що  $0 < \lambda_{qr} M[\tau_{qr}] + \lambda_{ur} M[\tau_{ur}] < 1$ .

Центральний сервер РБД обробляє три типи замовлень:

замовлення на оновлення центральної БД від локальних серверів РБД з інтенсивністю  $\lambda_u$  та МС часу обробки  $M[\tau_{ug}]$ ;

вимоги на відправлення повідомлень про оновлення локальних БД з інтенсивністю  $\lambda_{ur} = h \cdot d \cdot \lambda_u$  та МС часу обробки замовлень  $n \cdot M[\tau_{ugr}]$ , де  $n$  – кількість серверів локальних БД в яких знаходиться відповідні репліки центральної БД,  $M[\tau_{ugr}]$  – МС часу для відправлення одного повідомлення з центрального серверу РБД на оновлення локальної БД;

замовлення на вибірку даних для  $n$  віддалених локальних серверів БД з інтенсивністю  $n \cdot (\lambda_q - \lambda_{qr})$  та МС часу обробки замовлення  $M[\tau_{qg}]$ .

Середній час очікування обробки замовлення на центральному сервері РБД  $W_g$  дорівнює:

$$W_g = \frac{\lambda_u M^2[\tau_{ug}] + \lambda_{ur} \cdot n^2 \cdot M^2[\tau_{ugr}] + n(\lambda_q - \lambda_{qr}) M^2[\tau_{qg}]}{1 - (\lambda_u M[\tau_{ug}] + \lambda_{ur} \cdot n \cdot M[\tau_{ugr}] + n(\lambda_q - \lambda_{qr}) M[\tau_{qg}])}, \quad (4)$$

при умові, що

$$0 < \lambda_u M[\tau_{ug}] + \lambda_{ur} \cdot n \cdot M[\tau_{ugr}] + n(\lambda_q - \lambda_{qr}) M[\tau_{qg}] < 1.$$

Функціонування комутаційного обладнання та каналів передачі даних доцільно розглядати, як єдину ТКС. СМО, яка моделює роботу ТКС між локальним сервером РБД та центральним, дозволяє оцінити середній час очікування передачі замовлення.

Розглянемо ділянку ТКС від локального серверу до центрального. В такій СМО існує два типи замовлень:

вимоги на передачу замовлень на вибірку даних на центральному сервері з інтенсивністю  $\lambda_q - \lambda_{qr}$  та МС часу обробки замовлення  $M[\tau_{qrg}]$ . У випадку дії впливу кібератак інтенсивність надходження замовлень до ТКС буде складати  $\lambda_q - \lambda_{qr} + \lambda_{cyb}$ .

вимоги на передачу замовлень на оновлення центральної БД з локального серверу з інтенсивністю  $\frac{\lambda_{ur}}{n}$  та МС часу обробки замовлення  $M[\tau_{urg}]$ . У випадку дії впливу кібератак інтенсивність надходження замовлень до ТКС буде складати  $\frac{\lambda_{ur} + \lambda_{cyb}}{n}$ .

Середній час очікування обробки замовлення в ТКС у напрямку центральної БД з урахуванням впливу кібератак визначається наступним чином:

$$W_{rg} = \frac{(\lambda_q - \lambda_{qr} + \lambda_{cyb})M^2[\tau_{qrg}] + \frac{(\lambda_u + \lambda_{cyb})}{n}M^2[\tau_{urg}]}{1 - \left( (\lambda_q - \lambda_{qr} + \lambda_{cyb})M[\tau_{qrg}] + \frac{(\lambda_u + \lambda_{cyb})}{n}M[\tau_{urg}] \right)}, \quad (5)$$

при умові, що

$$0 < (\lambda_q - \lambda_{qr} + \lambda_{cyb})M[\tau_{qrg}] + \frac{(\lambda_u + \lambda_{cyb})}{n}M[\tau_{urg}] < 1.$$

Тепер розглянемо ділянку ТКС від центрального серверу РБД до локального. В такій СМО існує також два типи замовлень:

вимоги на передачу замовлень на оновлення реплік в локальній БД з центрального серверу РБД з інтенсивністю  $\lambda_{ur}$  та МС часу обробки замовлення  $M[\tau_{ugr}]$ . У випадку дії впливу кібератак інтенсивність надходження замовлень до ТКС буде складати  $\lambda_{ur} + \lambda_{cyb}$ ;

вимоги на передачу відповіді на замовлення з центрального серверу РБД на локальний з інтенсивністю  $\lambda_q - \lambda_{qr}$  та МС часу обробки замовлення  $M[\tau_{qgr}]$ . У випадку дії впливу кібератак інтенсивність надходження замовлень до ТКС буде складати  $\lambda_q - \lambda_{qr} + \lambda_{cyb}$ .

Середній час очікування обробки замовлення в ТКС у напрямку до локальної БД з урахуванням впливу кібератак визначається наступним чином:

$$W_{gr} = \frac{(\lambda_u + \lambda_{cyb})M^2[\tau_{ugr}] + (\lambda_q - \lambda_{qr} + \lambda_{cyb})M^2[\tau_{qgr}]}{1 - \left( (\lambda_u + \lambda_{cyb})M[\tau_{ugr}] + (\lambda_q - \lambda_{qr} + \lambda_{cyb})M[\tau_{qgr}] \right)}, \quad (6)$$

при умові, що

$$0 < (\lambda_u + \lambda_{cyb})M[\tau_{ugr}] + (\lambda_q - \lambda_{qr} + \lambda_{cyb})M[\tau_{qgr}] < 1.$$

Таким чином, виведена загальна формула розрахунку значення середнього часу перебування замовлень в РБД з урахуванням процесу реплікації даних та впливу кібератак:

$$\bar{T}_{obc} = h \cdot f \cdot (W_r + M[\tau_{qr}]) + (1 - h \cdot f) \cdot (W_{rg} + M[\tau_{qrg}] + W_g + M[\tau_{qg}] + W_{gr} + M[\tau_{qgr}]), \quad (7)$$

де  $W_r$  – середній час очікування обробки замовлення на локальному сервері;  $W_g$  – середній час очікування обробки замовлення на центральному сервері РБД;  $W_{rg}$  – середній час очікування обробки замовлення в ТКС у напрямку центральної БД;  $W_{gr}$  – середній час очікування обробки замовлення в ТКС у напрямку до локальної БД.

Для отримання оцінки залежностей у досліджуємої РБД ІС виберемо в якості умовної одиниці часу (уоч) величину  $M[\tau_{qg}]$  – МС часу обробки замовлення на вибірку даних на центральному сервері РБД. Тоді формула (7) перетвориться до наступного вигляду:

$$\bar{T}_{obc}^* = \frac{\bar{T}_{obc}}{M[\tau_{qg}]} \quad (8)$$

Під час моделювання були отримані залежності середнього часу обслуговування замовлень в РБД від ступеню реплікації даних та від інтенсивності надходження шкідливих замовлень під час дії кібератак. В графічному виді результати моделювання для РБД з урахуванням процесу реплікації даних представлені на рис. 2

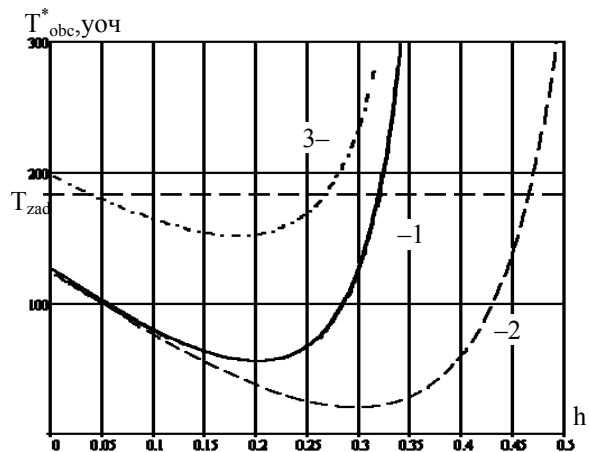


Рис. 2. Залежність середнього часу обслуговування замовлення від частки реплікованих даних (криві 1 та 2) та від інтенсивності впливу кібератак (крива 3).

З графіка видно, що при значенні  $h=0$  на локальних серверах база даних відсутня, тобто всі замовлення на вибірку даних обробляються на центральному сервері БД – архітектура “тонкий клієнт”. Якщо  $h=0,2$ , то кожний локальний сервер РБД містить 20% даних зі складу центральної БД – “товстий клієнт”. При  $d=1$  (крива 1) репліки даних відповідають оригіналу, тобто дані достовірні та актуальні, при  $d=0,6$  (крива 2) – відповідність актуальних даних

60%. Зокрема, при збільшенні  $h \rightarrow 1$  навантаження, яке створюється обслуговуванням замовлень на вибірку даних, поступово переноситься з центрального сервера РБД на локальні. Проте при цьому на центральному сервері збільшується обсяг роботи по розсилці оновлень даних в локальних БД. Так при  $h = 0,2$  (крива 1) починає виникати ефект перевантаженості каналів передачі даних та локальних серверів БД, які окрім обслуговування замовлень на вибірку даних від своїх користувачів повинні ще проводити оновлення локальних реплік даних. При моделюванні кібератаки на комутаційне обладнання одного локального вузла, збільшується загальна інтенсивність замовлень, які відправлені на обслуговування до центрального серверу РБД із середнім часом обслуговування в каналі передачі даних. Відповідно до формули (5) збільшується середній час очікування обробки замовлення. З графіка (крива 3) видно що при  $h = 0$  (відсутність локальної бази даних), середній час перебування замовлення в РБД збільшився і став перевищувати заданий час  $T_{zad}$ , тобто ефективність функціонування РБД не відповідає

висунутим вимогам. У випадку застосування технології реплікації даних при раціональному  $h = 0,25$  середній час перебування замовлення в РБД збільшився, але він не перевищує  $T_{zad}$ .

### Висновки

Таким чином, удосконалена математична модель процесу обслуговування замовлень в розподіленій базі даних інформаційної системи враховує вплив кібератак на доступність інформації. Запропонована модель, базується на методах теорії масового обслуговування, але відрізняється новим диференційованим підходом до визначення середнього часу обслуговування замовлень в РБД в залежності від частки реплікованих даних та інтенсивності кібератак.

Напрямок подальших досліджень може бути широке коло питань щодо оцінювання ефективності функціонування РБД ІС спеціального призначення в умовах впливу кіберзагроз та розробка методик підвищення їх ефективності функціонування.

### Література

1. Звіт CERT-UA за 2014 рік [Електронний ресурс] / CERT-UA – Режим доступу до ресурсу: <http://cert.gov.ua/?p=2019>. 2. Радько Н. М. Риск-модели информационно-телекоммуникационных систем при реализации угроз удаленного и непосредственного доступа. / Н.М. Радько, И.О. Скобелев. – М.: Радиософт, 2010 – 232с. 3. Есин В. И. Безопасность информационных систем и технологий / В.И. Есин, А.А. Кузнецов, Л.С. Сорока – Х.: ООО “ЭДЭНА”, 2010. – 656 с. 4. Рубан І. В. Аналіз основних аспектів впливу DoS-атак на працездатність комп’ютерної мережі. / І. В. Рубан, С. С. Лошаков, Д. В. Прибыльнов // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – К.: НУОУ, 2013. – №3(18). – С. 90-92. 5. Барабаш О. В. Построение функционально устойчивых распределенных информационных систем. / О.В. Барабаш К.: НАОУ, 2004. 226 с. 6. Цегелик Г. Г.

Системы распределенных баз данных. / Г. Г. Цегелик – Львов: Свит, 1990. – 168 с. 7. Телятников О. О. Динамическая модель распределенной базы данных компьютерной информационной системы. / О.О. Телятников, С.В. Лаздынь // Наукові праці ДонДТУ Випуск 38 –Донецьк: РВА ДонДТУ, 2002. – С. 115–121. 8. Мейкшан Л. И. Анализ двухуровневой информационной системы с репликацией данных / Л. И. Мейкшан / Инфокоммуникационные технологии. 2009. – №2 С. 56-60. 9. Довгий С. О. Сучасні телекомунікації: мережі, технології, безпека, економіка, регулювання. Видання друге (доповнене). / С.О. Довгий, П.П. Воробієнко, К.Д. Гуляєв За загальною ред. Довгого С.О. – К.: “Азимут-Україна”. – 2013. – 608 с. 10. Ложковский А. Г. Теория массового обслуживания в телекоммуникациях: учебник / А.Г. Ложковский. – Одесса: ОНАС им. А. С. Попова, 2012. – 112 с.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЗАЯВОК В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ БАЗЕ ДАННЫХ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИИ КИБЕРАТАК

Владимир Николаевич Чернега

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье предложена усовершенствованная математическая модель процесса обслуживания заявок в распределенной базе данных информационной системы, которая учитывает воздействие кибератак на доступность информации. Исследуется распределенная информационная система с клиент-серверной архитектурой. Рассмотрены наиболее опасные кибератаки, которые влияют на эффективность функционирования распределенных баз данных, их объекты воздействия и возможные последствия. Проанализированы существующие подходы математического моделирования информационного обмена в распределенных базах данных. Обосновано применение математического аппарата, основанного на теории массового обслуживания и теории вероятности. Предложенная модель позволяет определить зависимость среднего времени обслуживания заявок в распределенной базе данных от интенсивности потока “вредоносных” заявок с учетом доли реплицированных данных на локальном узле.

**Ключевые слова:** распределенная база данных; процесс обслуживания заявок; репликация данных; кибератака.



THE MATHEMATICAL MODEL OF QUERY PROCESSING IN DISTRIBUTED DATABASE INFORMATION SYSTEM UNDER CYBERATTACKS

Volodymyr M. Cherneha

National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The paper gives an improved mathematical model of service process in a distributed information system database that takes into account the impact of cyberattacks on the availability of information. The distributed information system with client-server architecture is researching. It is considered the most dangerous cyberattacks, which affect the efficiency of the distributed databases, their objects of the impact, and the possible consequences. The existing approaches of mathematical modeling of information exchange in distributed databases are analyzed. The application of mathematical apparatus, based on the queuing theory and probability theory is provided. The article represent the dependence of the average service time of requests in a distributed database on the malicious requests flow rate by means of replicating data to local sites. Direction of further researches is on the efficiency evaluation of information system distributed database operating under cyberthreats and methodologies development for its efficiency increasing.

**Keywords:** distributed database; request processing; data replication; cyberattack.

References

1. **Zvit** CERT-UA za 2014 rik [Elektronnyi resurs], Rezhym dostupu do resursu: <http://cert.gov.ua/?p=2019>.
2. **Rad'ko N.M.** (2010), Risk model information and telecommunication systems in the implementation of remote access and direct threats. [*Risk-modeli informacionno-telekominikacionnyh sistem pri realizacii ugroz udalennogo i neposredstvennogo dostupa*], N.M. Rad'ko, I.O. Skobelev, Moscow, Radiosoft, 232 p.
3. **Esin V.I.** (2010), Security of information systems and technologies. [*Bezopasnost' informacionnyh sistem i tehnologij*], V.I. Esin, A.A. Kuznecov, L.S. Soroka, Kharkov: OOO "JeDJeNA", 656 p.
4. **Ruban I.V.** (2013), Analysis of the main aspects of the impact of DoS-attacks on the performance of a computer network. [*Analiz osnovnykh aspektiv vplyvu DoS-atak na pratsezdatnist kompiuternoj merezhi*], I.V. Ruban, Ye.S. Loshakov, D.V. Prybyl'nov, Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony, Kyiv, NUOU, No 3(18), pp. 90-92.
5. **Barabash O.V.** (2004), Construction of functional stability of distributed information systems. [*Postroenie funkcional'no ustojchivyh raspredelennyh informacionnyh sistem*], O.V. Barabash, Kyiv, NAOU, 226 p.
6. **Cegelik G.G.** (1990), Systems Distributed Databases. [*Sistemy raspredelennyh baz dannyh*], G.G. Cegelik, Lviv, Svit, 168 p.
7. **Teljatnikov O.O.** (2002), A dynamic model of distributed database of computer information systems. [*Dinamicheskaja model' raspredelennoj bazy dannyh komp'juternoj informacionnoj sistemy*], O.O. Teljatnikov, S.V. Lazdyn', Naukovi praci DonDTU Vipusk 38, Donec'k, DonDTU, pp. 115–121.
8. **Mejkshan L.I.** (2009), Analysis of a two-tier information system with data replication. [*Analiz dvuhurovnevoj informacionnoj sistemy s replikaciej dannyh*], L.I. Mejkshan, Infokominikacionnye tehnologii, No 2 pp. 56-60.
9. **Dovhyi S.O.** (2013), Modern telecommunications, network, technology, security, economics and management. Second edition (updated). [*Suchasni telekominikatsii: merezhi, tekhnolohii, bezpeka, ekonomika, rehuliuвання*]. Vydannia druhe (dopovnene), S.O. Dovhyi, P.P. Vorobiienko, K.D. Hul'iaiev, Kyiv, "Azymut-Ukraina", 608 p.
10. **Lozhkovskij A.G.** (2012), Queuing theory in telecommunications: the textbook. [*Teorija massovogo obsluzhivanija v telekominikacijah: uchebnik*], A.G. Lozhkovskij, Odessa, ONAS, 112 p.

Отримано: 04.04.2015 року.

## ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ДИСКРЕТНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗТАШУВАННЯ РАДІОРЕЛЕЙНИХ СТАНЦІЙ З УРАХУВАННЯМ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ

*В статті розглянуте актуальне питання визначення раціонального розташування радіорелейних станцій з урахуванням рельєфу місцевості. Проаналізовані останні дослідження і публікації з цього питання. Проведений аналіз свідчить про те, що ці роботи носять теоретичний характер. В статті розглядається практичне застосування цих методів для вирішення прикладної задачі. Запропоновано застосування методу дискретної оптимізації при визначенні раціонального розташування радіорелейних станцій з урахуванням рельєфу місцевості за критерієм мінімальної імовірності бітрової помилки. Визначено взаємозв'язок та взаємний вплив між показниками якості радіорелейного зв'язку. Наведені співвідношення для розрахунку енергетичних та структурних показників радіорелейного зв'язку та їх вплив на якість зв'язку. Сформульовані додаткові умови, які необхідно враховувати при визначенні місць розгортання радіорелейних станцій на місцевості. Визначена сукупність прийомів та операцій практичного та теоретичного спрямування для розв'язання поставленої задачі. Запропонований метод дає можливість сформулювати множину альтернативних місць розташування радіорелейних станцій з урахуванням рельєфу місцевості та вибрати раціональні за визначеним критерієм.*

**Ключові слова:** метод оптимізації; радіорелейний зв'язок; якість зв'язку.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Досвід проведення АТО на сході країни свідчить про збільшення просторових показників проведення операцій. Це в свою чергу вимагає переглядати основні показники оперативної побудови та бойових порядків з'єднань та військових частин. Аналіз бойових дій військ зв'язку Збройних Сил України вказує на проблемне питання забезпечення якісним зв'язком частин та підрозділів наявними силами та засобами на відстанях між пунктами управління, які відрізняються від нормативних. Від правильності вибору місць розгортання елементів системи зв'язку, обґрунтованого вибору комплексу засобів зв'язку в значній мірі залежатиме спроможність системи зв'язку забезпечити обмін інформацією з заданою якістю, а системи управління – забезпечити управління військами. Виходячи з цього, питання планування та раціонального розміщення засобів зв'язку в операційній зоні з урахуванням рельєфу місцевості є актуальним.

Оскільки радіорелейна лінія (РРЛ), як складова мережі радіорелейного зв'язку (РРЗ), являє собою ланцюг ретрансляторів, які з'єднують кінцеві станції, а її траса складається з окремих інтервалів, то будь-яку РРЛ можна розглядати, як складну дискретну систему послідовного типу, якій притаманна властивість декомпозиції. В свою чергу, показники якості є сукупністю відповідних часткових показників, які відносяться до окремих радіорелейних станцій (РРС), інтервалів, ліній мережі радіорелейного зв'язку. Тому при вирішенні задачі визначення раціонального

розташування РРС в операційній зоні з урахуванням рельєфу місцевості доцільно застосувати метод дискретної оптимізації.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проблема оптимізації є однією з центральних в галузі інформаційного забезпечення процесів управління складними системами. В роботах [1-3] розглянуті теоретичні проблеми оптимізації складних систем та запропоновані можливі шляхи їх вирішення. Тому на цей час актуальним завданням є практичне застосування цих методів для вирішення прикладних задач.

Таким чином, **метою статті** є застосування методу дискретної оптимізації для визначення раціонального розташування радіорелейних станцій з урахуванням рельєфу місцевості.

В статті розглядається транспортна мережа зв'язку, яка утворюється РРС. Транспортна мережа складається з: опорної мережі зв'язку, ліній прив'язки та прямого зв'язку.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Рішення задачі вибору раціонального розташування РРС з урахуванням рельєфу місцевості на основі методу дискретної оптимізації включає:

1. Визначення взаємозв'язку та взаємного впливу між сукупністю показників якості (своєчасності, достовірності, скритності) радіорелейного зв'язку.
2. Формування множини альтернатив місць розгортання РРС.
3. Вибір критерію, який найбільш відповідає меті функціонування.

4. Оцінка кількісних величин показників для кожної альтернативи.

5. Порівняння альтернативи по вибраному критерію з урахуванням обмежень та визначення найкращого варіанту із числа допустимих.

6. Підготовка рекомендацій для прийняття рішення.

Розглянемо ці етапи детальніше.

1. Визначення взаємозв'язку та взаємного впливу між сукупністю показників якості (своєчасності, достовірності, скритності) радіорелейного зв'язку.

Якісні властивості зв'язку є взаємозалежними і, виходячи з конкретних умов, можуть бути пов'язані між собою в різних співвідношеннях. Так, своєчасність зв'язку є основним показником при оцінці процесу передачі повідомлень, особливо вищих категорій терміновості. Однак, повідомлення прийняті з достовірністю, нижче заданої, не можуть вважатися обслуженими (втрачаються), що знижує показник своєчасності зв'язку. З іншого боку, для досягнення заданого ступеня достовірності повідомлення може передаватися більш низькою швидкістю, з більшим ступенем надмірності або кілька разів. Це може призвести до збільшення часу передачі повідомлення більше допустимого (старінню інформації), а також до затримки інших повідомлень, що очікують у черзі, тобто знову ж до зниження показника своєчасності зв'язку.

Скритність зв'язку є "проміжною" характеристикою зв'язку, тому що зменшення показника скритності в результаті впливу противника може привести до погіршення своєчасності та достовірності зв'язку. Крім того, застосування апаратури засекречування може зменшити загальну експлуатаційну швидкість передачі повідомлень.

Узагальнено якість зв'язку визначається ймовірністю

$$R_{\text{як}} = R_{\text{як}}(T_{\text{прд}} \leq T_{\text{прд,доп}}, D \leq D_{\text{доп}}, P_p \leq P_{p,\text{доп}}),$$

де:  $T_{\text{прд}}$ ,  $T_{\text{прд,доп}}$  – час передачі повідомлень та його допустиме значення;

$D$ ,  $D_{\text{доп}}$  – існуючий рівень помилок передачі повідомлень та його допустиме значення;

$P_p$ ,  $P_{p,\text{доп}}$  – показник втрати скритності зв'язку (показник успішної розвідки повідомлень противником) та його допустиме значення [4].

Таким чином, для оцінки якості зв'язку можливе використання всіх трьох властивостей одночасно, так і двох з них або навіть одного з урахуванням впливу на них інших властивостей. В статті оцінка якості радіорелейного зв'язку при виборі раціонального розгортання РРС з урахуванням рельєфу місцевості здійснюється на основі показника ймовірності зв'язку з допустимою достовірністю.

Достовірність військового зв'язку полягає в здатності військового зв'язку забезпечувати відтворення інформації з заданою точністю при її обміні та обробленні [5].

Кількісно достовірність зв'язку характеризують ймовірністю зв'язку з допустимим рівнем помилок:

$$P_D(D < D_{\text{доп}}),$$

де:  $D$  – існуючий рівень помилок;

$D_{\text{доп}}$  – допустимий рівень помилок [6].

У свою чергу, рівень помилок характеризують ймовірністю помилок  $P_{\text{пом}}$ , визначення якої залежить від виду зв'язку. Так при цифровому зв'язку  $P_{\text{пом}}$  визначається як відношення кількості спотворених символів  $N_{\text{сп}}$  до загальної кількості переданих символів:

$$P_{\text{пом}} = \frac{N_{\text{сп}}}{N}.$$

При телефонному зв'язку  $P_{\text{пом}}$  визначається кількістю спотворених елементів мови  $A_{\text{сп}}$  до загальної кількості її елементів  $A$ :

$$P_{\text{пом}} = \frac{A_{\text{сп}}}{A}.$$

Під знаком мови мають на увазі звук, склад, слово, фразу. Відповідно до цього розрізняють звукову, складову, словесну та фразову артикуляцію. Аналогічно може бути введена ймовірність упізнання зображення передачі відеозображення. Отже, використовуючи ймовірність помилки можливо в цілому характеризувати достовірність зв'язку.

В загальному вигляді ймовірність помилки можна записати як

$$P_{\text{пом}} = \frac{n_{\text{пр}}}{n_{\text{прд}}},$$

де:  $n_{\text{пр}}$  – число правильно прийнятих символів;

$n_{\text{прд}}$  – загальне число переданих символів.

З огляду на те, що радіорелейна лінія являє собою багатоланкову послідовну систему, кожна ланка (радіорелейний інтервал) якої може вносити свій внесок у достовірність зв'язку, а ймовірність одночасних спотворень тих самих символів повідомлення на різних ділянках маршруту передачі є дуже малою, можна допустити, що появи спотворень є несумісними подіями. Тоді достовірність маршруту передачі можна визначити як

$$P_{Dij} = \sum_{k=1}^m P_{Dn} \text{ для } P_{Dn} \ll 1, \quad (1)$$

де:  $P_{Dij}$  – достовірність зв'язку між  $i$ -м і  $j$ -м абонентами;

$P_{Dn}$  – достовірність  $n$ -го елемента напрямку зв'язку;

$m$  – загальне число елементів у напрямку зв'язку, що входять у даний маршрут передачі.

У загальному випадку ймовірність достовірної передачі повідомлень може бути представлено деяким функціоналом виду, який враховує вплив внутрішніх та зовнішніх параметрів:

$$P_D = P_D \{E(t), S; G, L; \Psi_{ДУ}\}, \quad (2)$$

де:  $\{E(t)\}$  – множина енергетичних параметрів радіорелейного зв'язку, методика розрахунку яких запропонована в [7];

$\{S\}$  – множина структурних параметрів: протяжність РРЛ  $L$ ; число інтервалів РРЛ  $M$ ; кількість РРС в РРЛ  $m$ ; протяжністю інтервалів РРЛ  $R_i$ ; середньою протяжністю інтервалів РРЛ  $R_0$  та загальну довжину мережі радіорелейного зв'язку, висоту підвісу антен;

$\{G\}$  – множина фізико-географічних умов: рельєф, тип підстилаючої поверхні, клімат, координати розгортання РРС та ін.

$\{L\}$  – множина втрат, які обумовлені послабленням радіохвиль у вільному просторі, за рахунок рельєфу місцевості, завмиранням та дією РЕБ противника.

$\{\Psi_{ДУ}\}$  – множина додаткових умов, які важко формалізуються, але які необхідно враховувати при виборі місць розгортання РРС на місцевості. До таких, наприклад, належать: електромагнітна сумісність, маскування, рельєф місцевості, захист від засобів радіоподавлення, вимоги до довжини інтервалу та ін.

Зупинимось на цих умовах більш детально.

Радіорелейні станції доцільно розгортати поза межами пункту управління та вузла зв'язку. При розташуванні РРС слід враховувати електромагнітну сумісність з іншими радіозасобами. У напрямку на кореспондента не повинно бути близькорозташованих ліній електроживлення, антенних полів, аеродромів, розташованих на трасі РРЛ.

Місця розгортання РРС повинні мати шляхи для під'їзду, забезпечувати можливість організації охорони, оборони, інженерного обладнання і маскування РРС.

Радіорелейні станції доцільно розташовувати на домінуючих висотах з використанням екрануючих властивостей місцевості у напрямку на РРС противника, а також на свої радіозасоби, які можуть створити завади РРС.

У напрямку на кореспондента закриття за рахунок рельєфу місцевості має бути мінімальним. На інтервалі бажано мати місцевість, покриту лісом, чагарником, уникати водних та рівнинних місць, які можуть призвести до появи сильного відбитого променя від поверхні Землі.

### 3. Вибір критерію оптимальності.

Критерій, який найбільш повно відповідає меті функціонування, тобто своєчасній, достовірній та скритній передачі інформації в системі управління військами і зброєю є імовірність бітової помилки  $P_{пом}$  не більше допустимої. Тобто

$$P_D = P(P_{пом} \leq P_{пом, доп}).$$

Отже, постановка задачі оптимізації мережі РРЗ формулюється так: потрібно знайти такі

внутрішні параметри  $\{E(t)\}, \{S\}$ , які забезпечать екстремум критерію  $P_D$  при заданих зовнішніх параметрах  $\{G\}, \{L\}, \{\Psi_{ДУ}\}$ .

$$P_D \Rightarrow \text{ext} P_D,$$

$$P_D \Rightarrow \max P_D, \quad (3)$$

$$P_{пом} \Rightarrow \min P_{пом}$$

Таким чином, при порівнянні різних варіантів первинної мережі радіорелейного зв'язку по показнику достовірності зв'язку за допомогою виразу (2) отримаємо ряд значень достовірності на напрямках від кожного пункту управління ( $P_{Di}$ ,  $i = \overline{1, n}$  де  $n$  – кількість напрямків зв'язку від пункту управління). Безпосереднє порівняння варіантів проведемо за допомогою виразу (4)

$$P_D \text{ пу} = \min(P_{Di}), \quad (4)$$

де:  $P_D \text{ пу}$  – значення показника достовірності зв'язку від розглянутого пункту управління.

4. Оцінка кількісних величин показників для кожної альтернативи.

Вибір варіантів побудови мережі радіорелейного зв'язку, оптимальних по вибраному критерію.

Для оцінювання кількісних величин показників використаємо наступні співвідношення:

1. Енергетична ефективність радіолінії

$$h^2 = \frac{E_6}{N_0} = \frac{P_c \tau_6}{N_0} = \frac{P_c}{N_0 \cdot \Delta f} = \frac{P_c}{P_{ш}}, \quad (5)$$

де:  $E_6$  – енергія символу, яким передається біт інформації;

$P_c/P_{ш}$  – відношення потужностей сигнал/шум на вході вирішувального пристрою радіоприймача з інформаційною шириною смуги пропускання  $\Pi_i = 1/T_6$ , що обернено пропорційна тривалості символу  $T_6$ .

Від  $h^2$  безпосередньо залежить ймовірність бітових помилок  $P_{пом}$ , що характеризує достовірність зв'язку, а опосередковано залежить і своєчасність, тому що на виявлення і усунення помилок потрібен додатковий час.

2. Чутливість радіоприймального пристрою (РПП) характеризує його здатність приймати слабкі сигнали. Кількісно вона оцінюється мінімальним рівнем приймаемого сигналу  $P_{с,мін}$ , за якого інформація, що передається, відтворюється з необхідною достовірністю. В режимі узгодження [8,9]

$$P_{с,мін} = kT^\circ \Pi_{ш} (t_a + N - 1)h^2, \quad (6)$$

де:  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж/град – стала Больцмана;  $T^\circ = 293^\circ\text{K}$  – абсолютне значення кімнатної температури;

$\Pi_{ш} = 1,1\Pi$  – шумова смуга пропускання РПП [8];

$N$  – коефіцієнт шуму РПП, в наземних РРС  $N = 3-$

7;  $h^2$  – енергетична ефективність радіолінії, що визначена за формулою (5);

$t_a$  – відносна шумова температура антени.

3. Потужність радіопередавача  $P_{\text{прд}}$  має бути такою, щоб потужність сигналу  $P_c$  на вході радіоприймача, з яким він підтримує зв'язок, була не меншою чутливості  $P_{c,\text{мін}}$  цього радіоприймача.

Згідно [4,10], потужність сигналу на вході радіоприймача

$$P_c = \frac{P_{\text{прд}} G_{\text{прд}} G_{\text{прм}} \lambda^2 \eta_{\text{прд}} \eta_{\text{прм}} W_{\text{вп}}}{(4\pi R)^2}, \quad (7)$$

отже, потужність радіопередавача має бути не меншою

$$P_{\text{прд}} = \frac{(4\pi R)^2 P_{c,\text{мін}}}{G_{\text{прд}} G_{\text{прм}} \lambda^2 \eta_{\text{прд}} \eta_{\text{прм}} W_{\text{вп}}}, \quad (8)$$

де:  $R$  – максимальна відстань між передавачем і приймачем;

$G_{\text{прд}} G_{\text{прм}}$  – коефіцієнти підсилення

передавальної і приймальної антен;

$\lambda$  – довжина хвилі радіосигналу;

$\eta_{\text{прд}} \eta_{\text{прм}}$  – коефіцієнти корисної дії фідерних трактів передавального і приймального пристроїв;

$W_{\text{вп}}$  – коефіцієнт, що враховує втрати потужності радіосигналу в вільному просторі.

4. Протяжність РРЛ  $L$ , км

$$L = M \cdot R_i, \quad (9)$$

де:  $M$  – число інтервалів РРЛ;

$R_i$  – протяжність інтервалів РРЛ, км.

5. Кількість РРС в РРЛ  $m$ , од.

$$m = M + 1 \quad (10)$$

6. Середня протяжність інтервалів РРЛ  $R_o$ , км

$$R_o = \frac{L}{M}. \quad (11)$$

7. Втрати, які обумовлені послабленням радіохвиль у вільному просторі, дБ

$$W_{\text{вп}} = 10 \lg \left( \frac{4\pi R}{\lambda} \right)^2 = 20 \lg \frac{4\pi R}{\lambda}. \quad (12)$$

8. Втрати, які обумовлені послабленням радіохвиль рельєфом місцевості, дБ, розраховується згідно до виразу (13) [11]

$$W_p = \sqrt{1 + \Phi^2 + 2\Phi \cos \left( \frac{2\pi}{\lambda} \Delta r + \beta \right)}, \quad (13)$$

де:  $\Phi$  – модуль ефективного відбиття;

$\Delta r$  – різниця ходу прямої і відбитої хвиль ( $\Delta r = r_2 + r_3 - r_1$ );

$\beta$  – зміна фази радіосигналу в результаті відбиття;

$(2\pi/\lambda)\Delta r$  – зсув фаз прямої і відбитої радіохвиль.

З формули виходить, що при  $\Phi_{\text{макс}} = 1$  границі змін складають  $0 \leq W_p \leq 2$ . У загальному випадку величини  $\Phi$  і  $\beta$  є функціями поляризації

передавальної хвилі, кута  $\theta_v$  зустрічі, довжини хвилі  $\lambda$ , характеру і електричних параметрів земної поверхні поблизу області відбиття. Відомо, що при гладкій земній поверхні  $h_1, h_2 \ll R$ ,  $\theta_v < 1^\circ$  і деяких інших спрощеннях  $\beta = 180^\circ$ . Тоді

$$W_p = \sqrt{1 + \Phi^2 - 2\Phi \cos \frac{2\pi}{\lambda} \Delta r}.$$

Величина  $\Phi$  визначається залежно від типу поверхні вздовж РРЛ по таблиці 1.

Таблиця 1

Тип поверхні	Коефіцієнт $\Phi$ для		
	$\lambda = 7$ см	$\lambda = 20$ см	$\lambda = 50$ см
Водна поверхня	0,8–0,95	0,9–0,95	0,9–0,95
Рівнина, заплавні луки	0,6–0,8	0,8–0,9	0,9
Сухий ґрунт, піски	0,3–0,5	0,4–0,6	0,6–0,7
Середньопересічена місцевість	0,4–0,6	0,6–0,8	0,8–0,9
Ліс	0,3–0,4	0,8	0,9

Розрахунок показника достовірності імовірності бітової помилки  $P_{\text{пом}}$ , здійснюється для всіх можливих варіантів інтервалів.

Після розрахунку основних параметрів згідно (5)–(13) проведемо розрахунок імовірності бітової помилки при умові  $P_{\text{пом}} \leq 10^{-3}$  якій відповідає

$$h^2 = \frac{E_{\delta}}{N_0} = \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} = 10 \text{ дБ}. \quad (14)$$

Для забезпечення рівня помилки  $P_{\text{біт}} \leq 10^{-5}$  необхідно отримати значення

$$h^2 = \frac{E_{\delta}}{N_0} = \frac{P_c}{P_{\text{ш}}} = 12 \text{ дБ}, \quad \text{який дає підвищення}$$

достовірності на два порядки або підвищує енергетичну ефективність на 2 дБ. Для цього запишемо вираз (14) як різницю між прийнятим відношенням сигнал/шум та потрібним, дБ

$$h^2 = \left( \frac{E_{\delta}}{N_0} \right)_{\text{прм}} - \left( \frac{E_{\delta}}{N_0} \right)_{\text{потр}}. \quad (15)$$

Або з урахуванням всіх енергетичних показників:

$$h^2 = \frac{P_{\text{прд}} G_A / T^\circ}{(E_{\delta}/N_0)_{\text{потр}} V_k W_{\text{вп}} W_p W_3}. \quad (16)$$

Вираз (15) містить всі параметри, які впливають на достовірність радіорелейного військового зв'язку.

Для кількісної оцінки параметрів переписемо (16) в децибелах наступним чином:

$$h^2 = P_{\text{прд}} + G_A - (E_{\delta}/N_0)_{\text{потр}} - V - kT^\circ - W_{\text{вп}} - W_p - W_3, \quad (17)$$

де: потужність сигналу  $P_{\text{прд}}$  вимірюється у децибел-ватах, дБВт; спектральна щільність потужності шуму  $N_0$  – у децибел-ватах на герц, (дБВт/Гц); підсилення антени  $G_A$  – в децибелах відносно ізотропного підсилення, дБі; швидкість передачі даних  $V$  – в децибелах відносно величини 1 біт/с, дБбіт/с; решта показників – у децибелах, дБ [12].

Таким чином, в результаті виконання цього етапу для кожного допустимого варіанту інтервалу отримуємо відповідні значення показників достовірності.

5. Порівняння альтернативи по вибраному критерію з урахуванням обмежень та визначення найкращого варіанту із числа допустимих.

Після розрахунку значень показників достовірності та врахування додаткових умов  $\Psi_{\text{ду}}$  здійснюється порівняння альтернатив місць розгортання РРС по вибраному критерію з урахуванням обмежень та визначення найкращого варіанту із числа допустимих.

6. Таким чином, при порівнянні різних варіантів розташування радіорелейних станцій по показниках достовірності зв'язку за допомогою виразу (1) отримують ряд значень достовірності на напрямках від кожного пункту управління. Безпосереднє порівняння варіантів може проводитися по виразу (17).

Аналіз альтернатив дає можливість підготувати рекомендації для прийняття рішення на раціональне розташування радіорелейних станцій з урахуванням рельєфу місцевості.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, в статті розглянутий метод дискретної оптимізації при визначенні раціонального розташування радіорелейних станцій з урахуванням рельєфу місцевості за критерієм мінімуму імовірності бітової помилки.

В перспективі планується підвищити рівень автоматизації процесу розрахунку параметрів радіорелейного інтервалу шляхом розробки алгоритму автоматизованого розрахунку радіорелейного інтервалу.

### Література

1. Digital Radio-Relay Systems. – Geneva: ITU. – 1996. – 395 с. 2. Зайченко Ю. П., Гонга Ю. П. Структурная оптимизация сетей ЭВМ. – К.: “Техника”. – 1986. – 192 с. 3. Воронин А. Н. Многокритериальные решения: модели и методы: монография / А. Н. Воронин, Ю. К. Зиятдинов, М.В. Куклинский. – К.: НАУ. – 2011. – 348 с. 4. Огороднійчук М. Д. Комплекси і засоби військових телекомунікаційних мереж / М. Д. Огороднійчук, Ю. Д. Чайка, О. Г. Оксіюк. – К.: МО України – НУОУ. – 2010. – 384 с. 5. Зв'язок військовий. Терміни та визначення. ДСТУ В-3265-95. – К.: Держстандарт України, 1996. – 23 с. 6. Тузова Г. И. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами / под ред. Г. И. Тузова. – М.: Радио и связь. – 1985. – 264 с. 7. Огороднійчук М. Д. Методика розрахунку енергетичних і спектральних характеристик широкосмугових радіоліній зв'язку /

М. Д. Огороднійчук, І. Ю. Целішев, Д. Г. Шевченко // Збірник наукових праць ДНДІА. – 2014. – № 9 (16). – С. 96–102. 8. Белкин М. К. Справочник по учебному проектированию приемно-усилительных устройств / М. К. Белкин, В. Т. Белинский, Ю. Л. Мазор, Р. М. Терещук. – К.: “Вища школа”. – 1988. – 472 с. 9. Огороднійчук М. Д. Аналогові електронні пристрої. Підручник / М. Д. Огороднійчук. – К.: МО України – КІ ВПС. – 2000. – 232 с. 10. Волков Л. Н. Системы цифровой радиосвязи / Л. Н. Волков, М. С. Немировский, Ю. С. Шинаков. – М.: Эко-Трендз. – 2005. – 392 с. 11. Родимов А. П. Военные системы радиорелейной и тропосферной связи / под ред. А. П. Родимова. – Л.: ВАС, 1984. – 414 с. 12. Склад Бернард. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 1104 с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ РАДИОРЕЛЕЙНЫХ СТАНЦИЙ С УЧЕТОМ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ

Дмитрий Георгиевич Шевченко

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

*В статье рассмотрен актуальный вопрос определения рационального размещения радиорелейных станций с учетом рельефа местности. Проанализированы последние исследования и публикации по этому вопросу. Анализ работ свидетельствует о том, что они носят теоретический характер. В статье рассматривается практическое применение этих методов для решения прикладной задачи. Предложено использование метода дискретной оптимизации при определении рационального размещения радиорелейных станций с учетом рельефа местности по критерию минимальной вероятности битовой ошибки. Определена взаимосвязь между показателями качества радиорелейной связи. Приведены соотношения для расчета энергетических и структурных показателей радиорелейной связи и их влияния на качество связи. Сформулированы дополнительные условия, которые необходимо учитывать при определении мест развертывания радиорелейных станций на местности. Определена совокупность приемов и операций практического и теоретического характера для решения поставленной задачи. Предложенный метод позволяет сформировать множество альтернативных*

мест размещения радиорелейных станций с учетом рельефа местности и выбрать рациональные по заданному критерию.

**Ключові слова:** метод оптимізації; радиорелейна зв'язь; якість зв'язі.

**METHOD OF DISCRETE OPTIMIZATION FOR DETERMINATION OF RATIONAL PLACEMENT WITH REGARD RELAY STATIONS TERRAIN**

*Dmytro H. Shevchenko*

*National Defense University of Ukraine named after Ivan Cherniakhsovsky, Kyiv, Ukraine*

The article deals with the actual issue the rational distribution of radio relay stations of determination, taking into account the terrain. Recent studies and publications on the subject were analyzed. Analysis of work shows that they are theoretical. The article deals with the practical using of these methods to solve the applied problem. It is proposed to use the method of discrete optimization when rational allocation determination of radio relay stations, taking into accounts the terrain by the minimum bit error rate criterion. The correlation between the indexes of the radio-relay communication quality was determined. The ratios for calculation of the energy and structural indexes of the radio-relay communication and their impact on the communication quality were given. The additional conditions that must be considered when determining deployment sites of radio relay stations on the surface were formulated. The set of practical and theoretical methods and operations for solving the problem was determined. The proposed method allows to form a plurality of alternative placements, radio relay stations, with due consideration of the surface relief and choose the rational for a given criterion.

**Keywords:** optimization method; radio relay communication; communication quality.

**References**

1. **Digital** Radio-Relay Systems. – Geneva: ITU. – 1996. – 395 c.
2. **Zajchenko Y.P.**, Gonta Y.P. (1986), Structural optimization networks [Strukturnaya optimizatsiya setey EVM], Kyiv.: “Tehnika”, 192 p.
3. **Voronin A.N.** (2011), Semi-criterion solutions: models and methods [Mnogokriterialnyie resheniya: modeli i metody], A.N. Voronin, Y.K. Ziatdinov, M.V. Kuklinskii, Kyiv.: NAU, 348 p.
4. **Ogorodniichuk N.D.** (2010) Complexes and techniques military communications networks [Komplekcy i zasoby vijskovykh telekomunikacijnykh mrezh], N.D. Ogorodniichuk, Y.D. Chaika, O.G. Oksiyuk, Kyiv: MO Ukrainy, NUOU, 384 p.
5. **Military communications.** Terms and definitions (1996). [Zv'jazok vijskovyj. Terminy ta vyznachennja] DSTU B-3265-95. – Kyiv: Statestandart of Ukraine, 23 p.
6. **Tuzova G.I.** (1985), Immunity radiosystems with complex signal [Pomehozaschischennost radiosistem so slozhnyimi signalami], G.I. Tuzova, Moscow: Radio and communications, 264 p.
7. **Ogorodniichuk N.D.** Method of calculations of energy and spectral characteristics bandwidth radio links [Metodyka rozrakhunku energhetychnykh i spektralnykh kharakterystyk shyrokosmughovykh radiolinij zv'jazku], N.D. Ogorodniichuk, I.Y. Tselishev, D.G. Shevchenko, Zbirnyk naukovykh prats DNDIA, Kyiv, No.9 (16), pp. 96–102.
8. **Belkin M.K.** (1988) Reference curriculum design receiving devices [Spravochnik po uchebnomu proektirovaniyu priemno-usilitelnykh ustroystv], M.K. Belkin, V.T. Belinskii, Y.L. Mazor, R.M. Tereschuk, Kyiv.: “Vyscha shkola”, 472 p.
9. **Ogorodniichuk N.D.** (2000), Analog electronic devices. Tutorial [Analoghovi elektronni prystroji. Pidruchnyk], N.D. Ogorodniichuk, Kyiv.: MO Ukrainy, KI VPS., 232 p.
10. **Volkov L.N.** (2005) Digital radio systems [Sistemyi tsifrovoy radiosvyazi], L.N. Volkov, M.S. Nemirivskii, Y.S. Shinakov, Moscow: Eco-Trends, 392 p.
11. **Rodimov A.P.** (1984), Military relay and troposphere systems [Voennyie sistemyi radioreleynoy i troposfernoy svyazi], Lviv.: VAS., 414 p.
12. **Bernard Sklar.** (2003) Digital communications. Fundamentals and Applications. [Tsifrovaya svyaz. Teoreticheskie osnovy i prakticheskoe primenenie] 2nd Edition, 1104 p.

Отримано: 24.03.2016 року.

Ігор Миколайович Козубцов (канд. техн. наук, с.н.с)

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна

## ФЕНОМЕН МЕТОДОЛОГІЧНОЇ КУЛЬТУРИ АД'ЮНКТІВ

В статті досліджено феномен методологічної культури ад'юнктів. Обґрунтування ґрунтується на методологічній основі військово-професійної діяльності в частині, що стосується організації наукових досліджень у Збройних Силах України. В методологічній культурі ад'юнктів приховано феноменом виховання у ад'юнктів почуття відповідальності їх при організації науково-дослідної та військово-професійної діяльності. Методологічна культура ад'юнкта – це рівень розвитку соціально набутих здібностей, якостей і властивостей особистості, система методологічних знань, умінь, навиків, здібностей, досвіду, цінностей, традицій, відношень, норм і правил поведінки, які проявляються як сформований стійкий науковий стиль діяльності, що дозволяє ад'юнкту ефективно та якісно вирішувати задачі, пов'язані з організацією науково-дослідної, науково-педагогічної та військово-професійної діяльності.

**Ключові слова:** ад'юнкт; ад'юнктура; методологія; організація діяльності; методологічна компетентність; методологічна культура; науковий керівник.

### Вступ

**Постановка проблеми і зв'язок її з важливими науковими завданнями.** Частковою задачею дисертаційного дослідження обґрунтування дефініції “методологічна культура ад'юнктів”. Одночасно виникло субзавдання визначити ступінь наукової новизни цієї дефініції. Для цього потрібно розкрити наукову новизну методологічної культури ад'юнктів. Припустимо, що наукова новизна прихована у феномені організації ад'юнктами науково-дослідної та військово-професійної діяльності у системі вищої військової системи освіти.

Отже, метою статті (підрозділу) є:

- 1) розкрити феномен “методологічної культури ад'юнктів”;
- 2) з'ясувати ступінь наукової новизни цієї дефініції.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Пошук відповіді на сформувані запитання розпочато з аналізу публікацій досліджень у відкритих джерелах. При підготовці огляду наукових публікацій, доступних у відкритому доступі, не виявлено генезис поняття та дефініції “методологічна культура ад'юнкта”. Умовно дослідження можна об'єднати в п'ять наукових напрямків [1]: “методологічна культура” (В.И. Загвязинский, С.В. Кульневич, В.С. Лукашов, Ю.З. Кушнер); “методологічна культура вчителя” (В.А. Мосолов, В.А. Слостенин, В.Э. Тамарин, А.Н. Ходусов, Е.Ф. Бойко, О.Г. Шкуропатова, О.В. Тупилко, Ю.В. Риндина, В.О. Кравцов); “методологічна культура педагога” (В.В. Краєський, Е.В. Бережнова, П.Г. Кабанов, С.Б. Абдуллин); “методологічна культура педагога-дослідника” (Г.Х. Валеев); “методологічна культура офіцера” (Р.М. Тимошев [2], А.І. Гурський, В.Ю. Балабушевич [3]).

Із наявних джерел відомо, що застосування дефініції методологічної культури до офіцерів згадується в дисертаційній роботі Р. М. Тимошев. Слід зазначити, що він відносить методологічну культуру офіцерів до системи факторів від яких залежить ефективність управління військовим колективом.

Серед всієї безлічі досліджень примітною, на погляд автора, є колективна робота А. І. Гурського і В. Ю. Балабушевича [3], оскільки враховує феномен військово-професійної повсякденної діяльності в армії. Інтелект офіцера – це складна, багаторівнева конструкція, однією з характеристик якої виступає методологічна культура. Автори такої відзначають, що цей термін поки що рідко використовується для фіксації професійно-значущих якостей офіцера у відмінність, наприклад, від звичних виразів типу “штабна культура”, “військова культура”, “педагогічна культура”, “технічна культура”. “Соответственно, под методологической культурой офицера целесообразно понимать такой уровень освоения им методологии как теории, который позволяет со знанием дела, соотносясь с конкретными условиями, осуществлять выбор методов, обеспечивающих достижение поставленных целей в основных сферах его профессиональной деятельности в соответствии с выполняемыми должностными обязанностями и эффективно их использовать”. Автори вважають, що поняття “Методологічна культура” і “методологічна культура офіцера” повинні бути “введені” у військово-педагогічний обіг, чому повинна передувати певна теоретична робота.

Методологічна культура загальновійськового офіцера має складну організацію. Структурні елементи описуваного нами феномена можна



виділити, погодившись з основними видами повсякденної діяльності офіцера, який представ перед нами, перш за все, в двох іпостасях: як військовий управлінець (менеджер) і як педагог (керівник і організатор процесу навчання і виховання підлеглих). Відповідно, і в структурі методологічної культури офіцера на перший план висуваються методологічні підстави саме управлінської і педагогічної діяльності. Високий рівень методологічної культури офіцера забезпечує йому можливість бачити ситуацію вибору в конкретних бойових, педагогічних, політичних і інших ситуаціях, а також із знанням справи цей вибір реалізовувати.

У досліджуваному випадку розглядаємо офіцера, який навчається в ад'юнктурі, де відмітною особливістю є військово-професійна діяльність пов'язана з науково-дослідною роботою. Успішне закінчення ад'юнктури розширює військово-професійну діяльність офіцера, включивши в її склад ще і науково-педагогічну роботу.

Все вищевикладене дозволяє прийти до наступного висновку, що на момент проведення аналітичного огляду за напрямком дослідження у відкритих наукових джерелах відсутні дослідження по обґрунтуванню дефініції "методологічна культура ад'юнктів". Тож можна з певністю стверджувати, що в науковій літературі феномен методологічної культури ад'юнктів не знайшла досі опису.

З метою виявлення феномена методологічної культури ад'юнктів, заслуговує звернення уваги на розгляд публікацій в ході дослідження таких вчених: І.А. Альохіна [4], Л.М. Ващенко [5], Ю.В. Коленко [6], І.М. Козубцова [7], М.І. Нецадима [8], А.М. Новикова [9], Ю.Н. Рябенський, Е.А. Солодова [10], С.М. Филькова [11], О.Ю. Єфремова [12], В.В. Ягупова [13–15], які слугуватимуть теоретичною основою.

Вона розглядалася окремими науковцями частково, і тому отримала фрагментарне висвітлення для категорій, що не мають відношення ні до ад'юнктів, ні до осіб, які вирішують військово-професійні завдання.

На причини термінологічної невизначеності в сучасній педагогічній науці вказує Л.М. Ващенко. На її думку, значною мірою їх "спричиняє стихійний характер інформаційних потоків: через стрімке зростання регіональних видань, доступ до каналів мережі Інтернет, доступність зарубіжних матеріалів з неадекватно трактованими щодо українського контексту смисловими характеристиками окремих понять та ін." [5, с. 47].

**Формулювання мети статті.** Мета статті полягає в розкритті феномену методологічної культури ад'юнктів.

### Результат дослідження

Методологія системного аналізу дає можливість углядіти феномен методологічної культури не тільки з боку її структурних

компонентів, але і з боку функціональних зв'язків і відносин. При системному аналізі діяльності ад'юнкта особлива увага приділяється динамічній характеристиці системи, яка виявляється в двох формах:

по-перше, рух системи, як функціонування, діяльність;

по-друге, її виникнення, становлення, еволюція, перетворення, руйнування. Рух системи відбувається в трьох площинах: наочна, функціональна, історична. Об'єкти культури, з цієї точки зору, можливо розглядати в цих же площинах. Наочна площина дає уявлення про стан компонентів і характері зв'язків між ними; функціональна площина розкриває систему і її компоненти з боку функціонального змісту, як автономні підсистеми в структурі більш загальних систем; історична площина аналізу забезпечує єдність технологій творчого і історичного, феноменологічного і генетичного підходів в розкритті етапів минулого, сьогодення і майбутнього.

Подальший вибір випускником ВВНЗ наукової чи науково-педагогічної діяльності зобов'язує пройти підготовку в ад'юнктурі. Ад'юнктура є елементом єдиної багаторівневої системи підготовки військових кадрів вищої кваліфікації для потреб Збройних Сил України (ЗСУ) [8].

Підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації для потреб ЗСУ зорієнтована на формування нового наукового світогляду, який націлить наукові, науково-дослідні, дослідно-конструкторські та проектні роботи, на базі яких можуть бути створені прогресивні технології, на нові види виробництва, продукції та технологічних процесів, що мають важливе оборонне чи економічне значення або суттєво впливають на зовнішньоекономічну діяльність та національну безпеку України.

По успішному закінченню навчання в ад'юнктурі коло діяльності офіцера стає багатогранною і багатфункціональною, що пов'язано з організацією управління, науковою та науково-педагогічною діяльністю [14].

Аналіз професійної діяльності викладача ВВНЗ за видами, функціям і діям, з позиції структурно-функціонального підходу, дозволяє виділити три ключові види професійної діяльності:

- 1) наукова (воєнно-наукова) (НДД);
- 2) науково-педагогічна (НПД), освітня, виховна і методична);
- 3) адміністративна військово-професійна діяльність (ВПД).

Готовність і здатність вченого з числа офіцерів вирішувати різноманітні завдання є компонентами структури військово-професійної компетентності, які обумовлюють його активність, ініціативу і творчість в досягненні високих результатів своєї праці. В процесі організації діяльності вчений, з числа офіцерів,

не може обходитися без методології. Під „методологією” розумітимемо детерміноване визначення А. М. Новикова [9, с. 20] – вчення про організацію діяльності.

Основою функціональних знань методологічної культури є знання набутий досвід застосування методологічної компетентності ад’юнкта.

Розгляд ключових визначень методологічної компетентності, що існують в літературі, розглянуто в роботі [16]. Відмінності приховані за феноменом військової системи освіти.

Підготовка ад’юнктів для потреб Збройних Сил України здійснюється з метою заміщення вакантних посад наукових та науково-педагогічних працівників у мережі наукових установ та військових закладів вищої освіти.

Визнаємо, що методологічна культура ад’юнкта та аспіранта, з формального погляду, мають бути подібні. Ця подібність впливає з твердження, що однією з ключових цілей системи підготовки є високоякісна підготовка кадрів спроможних працювати в різних галузях.

Проте феноменальна особливість формується ще за довго до навчання в ад’юнктурі, а саме на етапі вступу кандидата до вищого військового навчального закладу. В момент оформлення комплекту документів на допуск його до державної таємниці. Тобто з всієї множини можливо бажаних вступити до ВВНЗ здійснюється відбір за критерієм можливого надання допуску до державної таємниці. Ми робимо акцент на цьому критерії саме через те, що всі наукові дослідження націлені на ключових напрямках (військові науки):

- забезпечення державної (національної) безпеки;
- розробки озброєння та військової техніки та озброєння;
- вдосконалення військового оперативного мистецтва;
- обґрунтування змісту навчання курсантів, що

забезпечує професійний розвиток, формування стресової та психологічної стійкості.

Необхідність до перевірки наявності таємної інформації у дисертаційних дослідженнях обов’язково зобов’язує Закон України “Про державну таємницю”. Звід відомостей, що становлять державну таємницю (ЗВДТ), – акт, в якому зведено переліки відомостей, що згідно з рішеннями державних експертів з питань таємниць становлять державну таємницю у визначених цим Законом сферах. Дії норми цього закону не звільняє від відповідальності аспірантів, а отже аналогічно зобов’язані перевіряти свою роботу на відсутність таємної інформації. Результати дисертаційних досліджень, як правило, охоплюють ряд статей ЗВДТ [17, ст. 1.8.1; 1.9.1 – 1.9.7; 1.9.9 – 1.9.11]. Як показує практика, дану норму закону аспіранти ігнорують по причині елементарного незнання. Отже, другою складовою феномену виступає елементарна дисципліна.

Згідно Положення та Інструкції кандидат має права вступу до ад’юнктури через 2 роки, а у виняткових випадках одразу по закінченню навчання у ВВНЗ. Ті ж норми стосуються і аспірантів. Підготовка ад’юнктів для потреб Збройних Сил України здійснюється у відповідності до Переліку наукових спеціальностей (від 14.09.2011 №1057) за військово-технічними спеціальностями (шифр 20 та 21) та з урахуванням психолого-педагогічної підготовки офіцерів.

Практика показує, що кількість наукових спеціальностей ад’юнктура охоплює меншу кількість порівняно з аспірантурою.

Підготовку наукових кадрів вищої кваліфікації для потреб ЗСУ можна також розглядати як феномен методологічної культури ад’юнктів крізь нормативно-правові акти, які визначають порядок підготовки (табл. 1).

Таблиця 1

**Зведена таблиця порівнянь зобов’язань додержання категоріями відповідних нормативно-правових актів**

№ п/п	Нормативно-правові акти	Категорія	
		Ад’юнкт	Аспірант
1.	Закон України „Про вищу освіту”	+	+
2.	Закон України „Про наукову і науково-технічну діяльність”	+	+
3.	Положення про підготовку наукових і науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації	+	+
4.	Інструкція про організацію підготовки науково-педагогічних і наукових кадрів у ЗСУ	+	–
5.	Положення про організацію наукової і науково-технічної діяльності у ЗСУ	+	–
6.	Інструкції про організацію освітньої діяльності у вищих військових навчальних закладах Мініборони України	+	–
7.	Перелік наукових спеціальностей	+	+

Формування та розвиток методологічної культури ад'юнктів здійснюється впродовж організації індивідуальної науково-дослідної роботи. Ознаки феномену саме через методологічну компетентність ад'юнктів посилюються при організації діяльності за умов накладання обмеження доступу під час воєнно-наукових таємних досліджень. Організація воєнно-наукових досліджень, що здебільшого носить таємний характер та перелік осіб, що мають доступ до діяльності, накладає певні обмеження на права людини, що в мірі притаманні особам задіяним у військовій системі. Закон України "Про державну таємницю" регулює суспільні відносини, пов'язані з віднесенням інформації до державної таємниці, засекречуванням, розсекречуванням її матеріальних носіїв та охороною державної таємниці з метою захисту національної безпеки

України.

В роботі [18] розглядалась методологічна основа організації науково-дослідних робіт в Збройних Силах України. Поряд зі загальнонауковою методологією організацію наукових досліджень відомою всьому науковому суспільству нами окреслено наявність підготовчого етапу. Оскільки на підготовчому етапі визначається єдиний порядок організації наукових досліджень прийнятих у Збройних Силах України і є таємним, тому детально його освітлювати у відкритих джерелах не будемо. Лише зазначимо перелік основних законодавчих та нормативно-правових документів необхідних для провадження у межах наукової діяльності робіт, що містить відомості, які становлять державну таємницю подано у табл. 2.

Таблиця 2

**Перелік законодавчих та нормативно-правових документів що визначають порядок організації таємних наукових досліджень**

№ п/п	Нормативно-правові акти	Категорія	
		Ад'юнкт	Аспірант
1.	Закон України „Про вищу освіту”	+	+
2.	Закон України „Про наукову і науково-технічну діяльність”	+	+
3.	Положення про організацію наукової і науково-технічної діяльності у ЗСУ	+	–
4.	Концепція наукової роботи у ЗСУ	+	–
5.	Положення про наукову і науково-технічну експертизу у ЗСУ	+	–
6.	Інструкція про порядок підготовки до видання навчальної літератури та наукових публікацій у ЗСУ	+	–
7.	Положення про науково-інформаційну діяльність у ЗСУ	+	–
8.	Перелік наукових спеціальностей	+	+
9.	Закон України Про державну таємницю	+	–/+
10.	Постанова КМУ №1082 від 17.07.2003 р. Порядок здійснення заходів з охорони державної таємниці під час проведення секретних науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт	+	–
11.	Порядок державного обліку секретних науково-дослідних, дослідно-конструкторських робіт	+	–
12.	Інструкція про порядок обліку, зберігання і використання документів, справ, видань та інших матеріальних носіїв інформації, які містять конфіденційну інформацію, що є власністю держави / Пост. КМУ 27.11.98 № 1893	+	–/+
13.	Деякі питання обліку, зберігання і використання документів, справ, видань та інших матеріальних носіїв інформації, які містять конфіденційну інформацію, що є власністю держави / Пост. КМУ 19.07.2006 № 1000	+	–/+
14.	Звід відомостей, що становлять державну таємницю // Наказ СБУ 12.08.2005 № 440	+	–/+
15.	Про деякі питання захисту інформації, охорона якої забезпечується державою // Пост. КМУ 13.03.2002 № 281	+	–/+
16.	Положення про забезпечення режиму секретності під час обробки інформації, що становить державну таємницю, в автоматизованих системах // Пост. КМУ 16.02.98 № 180	+	–/+
17.	Порядок організації та забезпечення режиму секретності в органах державної влади, органах місцевого самоврядування, на підприємствах, в установах і організаціях // Пост. КМУ 18.12.2013 № 939	+	–/+
18.	Інструкція про порядок відбору та передачі секретних документів на архівне зберігання 03.03.97 № 25/7	+	–/+

Зазначимо, що ад'юнкт зобов'язаний знати і сумлінно дотримуватися цих норм законодавства. Таким чином, попри однакову загальнонаукову методологію організацію наукових досліджень для правомірної організації досліднику одмінно необхідно знати порядок організації таємних наукових досліджень. Тож дослідникам з числа цивільного населення знання із загальнометодологічної культури виявляться недостатніми за відсутності спеціальної компоненти – таємної. В той же час досліднику з числа військовослужбовців (працівників ЗСУ) знання методологічної культури по вимогам перевищує загально-методологічну культуру і як наслідок така людина виявляється адаптованою. Наявність у людини військової дисциплінованості, організація матиме вищий показник якості.

Тому, знову ж стати кандидатом вступу до ад'юнктури з числа цивільної молоді унеможлиблюється з тих же само причин.

Висловимо припущення, що національна система підготовки військових кадрів у ад'юнктурі виступає унікальним феноменом, який і визначатиме феноменальні властивості і новизну методологічної культури ад'юнктів на всіх етапах навчання.

Підготовка військових фахівців в ад'юнктурі залежить від успішності функціонування педагогічної системи вищого військового навчального закладу (ВВНЗ), її виховних впливів на формування особистості зі сторони наукового керівника [19].

У військових навчальних закладах послідовно і наполегливо реалізовується ідея єдності навчання, виховання і військової діяльності. Знання, зокрема військові, не розглядалися як самоціль. Головним є виховання майбутнього військового професіонала, як громадянина, патріота, високоморальної і сумлінної людини, здатної взяти на себе всю повноту відповідальності за долю Вітчизни, виконувати нелегку „роботу”. Через це навчальний процес у військових навчальних закладах формується таким чином, щоб забезпечити ад'юнктів можливість оволодіти мистецтвом управління підлеглими та їх виховання. Ставка робиться на підготовку ад'юнктів з числа офіцерів, як військових професіоналів з глибоким знанням військової психології і педагогіки, теорії та практики виховної роботи, оскільки в сучасному суспільстві це є необхідністю.

Феноменальні особливості функціонування системи виховної роботи у військових навчальних закладах виділяють [4; 8; 12; 13].

По-перше, у військових навчальних закладах формується система цінностей.

По-друге, ад'юнкти виховуються, як майбутні вихователі і в своїй більшості, вони виправдали надії, що поклалися на них. Функціонування системи виховання в

ад'юнктурі напряму залежить від дій наукового керівника.

По-третє, майбутній вчений психологічно готується до роботи з різними категоріями військовослужбовців та працівниками Збройних сил.

По-четверте, у ад'юнктурі при вищих військових навчальних закладах реалізована ідея індивідуального підходу до формування особи ад'юнкта.

По-п'яте, умовою ефективності виховної роботи були узгоджені дії всіх суб'єктів виховання, чітке планування цієї роботи на всі роки навчання ад'юнкта, формування сприятливого виховного середовища.

Навчальна діяльність у військовому ВВНЗ полягає в засвоєнні знань, набутті умінь і навиків в результаті аудиторного або самостійного навчання, керованого педагогом, і застосування отриманих знань з практики [13; 4]. У існуючу систему критеріїв, що характеризують різні аспекти якості засвоєння випускниками військового ВВНЗ знань, необхідних для професійної діяльності входять: повнота і глибина засвоєння знань або сформованості мислення, ступінь науковості або абстрактності засвоєння знань, ступінь автоматизму навиків виконання засвоєної діяльності в проблемних ситуаціях тощо. Досліджувані параметри можна описати наступними феноменальними чинниками:

- 1) військова специфіка ВВНЗ і соціальне оточення;
- 2) кваліфікація науково-педагогічного колективу;
- 3) форми освітнього процесу;
- 4) самостійна робота та інші форми поза навчальної діяльності;
- 5) потреби та мотиваційна сфера;
- 6) здібності і особовий потенціал;
- 7) робота (обробка) інформації з обмеженим доступом.

Відмітимо, що саме на етапі навчання курсантів у ВВНЗ закладаються ключові, базові та спеціальні компетенції ад'юнктів, що становлять зміст військово-професійної компетентності. Під військово-професійною компетентністю розуміється інтеграційна якість військовослужбовців, що представляє сукупність професійно значущих якостей, здатність і готовність вирішувати професійні проблеми та завдання, що виникають в реальних ситуаціях військової діяльності, з використанням знань, навиків, умінь, професійного і життєвого досвіду, цінностей і культури [12; 6].

Феномен методологічної культури ад'юнктів в майбутній військово-професійній діяльності наукових і науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації проявлятиметься через військово-професійну та методологічну компетентність у ВВНЗ (див. табл. 3).

Зведена таблиця порівнянь

№ п/п	Нормативно-правові акти	Категорія	
		Ад'юнкт	Аспірант
1	Організація освітнього процесу (діяльності) у ВВНЗ		
1.1.	Закон України „Про вищу освіту”	+	+
1.2.	Інструкції про організацію освітньої діяльності у вищих військових навчальних закладах Міноборони України	+	-/+
1.2.	Положення про вищі військові навчальні заклади	+	-
2	Організація діяльності		
2.1.	Інструкція з планування та обліку діяльності науково-педагогічних (педагогічних) працівників вищих військових навчальних закладів (військових навчальних підрозділів вищих навчальних закладів, навчальних центрів ЗСУ)	+	-
3.	Особливість заміщення вакантних посад наукових, науково-педагогічних працівників у ЗСУ		
3.1.	Інструкція про порядок заміщення вакантних посад командування, наукових, науково-педагогічних (педагогічних) працівників у вищих військових навчальних закладах (військових навчальних підрозділах вищих навчальних закладів) на конкурсній основі	+	-
4.	Особливості організації діяльності у ЗСУ в частині що стосується військової служби		
4.1.	Закон Про Збройні Сили України	+	-
4.2.	Статути Збройних Сил України	+	-

Інтеграція військової і цивільної освіти та науки [11] розширює можливості практичної діяльності військового-вченого, а саме участь в роботі гнучких, короткострокових проектах, що є нормою сучасного суспільства. Однак, у будь-якому разі залучення цивільних осіб, працівників Збройних Сил України до воєнно-наукових таємних досліджень все одно буде визначатиметься єдиним порядком допуску цих категорій до робіт та вимагатиметься забезпечення охорони державної таємниці.

Необхідність володіння методологією стає актуальним у разі переходу з одного робочого місця на інше із зміною виду діяльності, або приймати участь в роботі тимчасових творчих трудових колективів. Сьогодні вимагає від педагога ролі дослідника, на що звертає увагу Е.А. Солодова [10]. Саме через це сучасна підготовка ад'юнктів у ад'юнктурі за цільовим принципом є не доцільною та не відповідає реаліям сучасного життя.

### Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, аналізуючи феномен можна встановити, що кожен офіцер реалізує різні види професійної діяльності, якість яких в цілому визначає рівень бойової готовності частини, в якій він служить. Від того наскільки офіцер буде підготовлений до цих видів діяльності, наскільки повно і правильно зможе усвідомити умови, що склалися, і розробити алгоритм своїх дій і залежить зрештою рівень забезпечення державної безпеки країни.

Тому, важливо щоб сучасна система професійної підготовки ад'юнктів – майбутніх військових учених формувала на етапі навчання в ад'юнктурі цілісний військово-професійний досвід вирішення різної сфери завдань військової служби,

виконання функціональних обов'язків за призначенням і головним чином пов'язаних з організацією.

В науково-педагогічній сфері проявляються феноменальні чинники:

- 1) військова специфіка ВВНЗ і соціальне оточення;
- 2) кваліфікація науково-педагогічного колективу;
- 3) форми освітнього процесу;
- 4) самостійна робота та інші форми поза навчальної діяльністю курсантів;
- 5) потреби та мотиваційна сфера;
- 6) здібності і особовий потенціал.

Феноменом методологічної компетентності ад'юнктів системи вищої військової освіти є інтегрованість у складі військово-професійної компетентності, що системно сприяє якісному рівню готовності ад'юнктів до самостійної організації всіх видів творчої професійної діяльності в ЗСУ.

### Наукова новизна одержаного результату.

**Вперше** обґрунтовано, що педагогічне поняття методологічної культури ад'юнктів, як феноменом виховання ад'юнктів почуття відповідальності їх при організації науково-дослідної та військово-професійної діяльності.

Методологічна культура ад'юнкта – це рівень розвитку соціально набутих здібностей, якостей і властивостей особистості, система методологічних знань, умінь, навиків, здібностей, досвіду, цінностей, традицій, відношень, норм і правил поведінки, які проявляються як сформований стійкий науковий стиль діяльності, що дозволяє ад'юнкту ефективно та якісно вирішувати задачі, пов'язані з організацією науково-дослідної та військово-професійної діяльності.

Автором вперше введено в науковий обіг

поняття “методологічної культури ад’юнктів”, що підтверджується відсутністю аналогічного опису структури методологічної культури ад’юнктів, і є підставою визначити як новизну, так і пріоритетність в науковому дослідженні. Основою для культури передувало обґрунтування методологічної компетентності ад’юнктів.

Наявність методологічної культури дозволяє

ад’юнкту ефективно та якісно вирішувати задачі, пов’язані з організацією науково-дослідної, науково-професійної та військово-професійної діяльності.

**Найближча перспектива подальшого дослідження** полягає в з’ясуванні компоненти структури методологічної культури ад’юнктів.

### Література

1. **Козубцов И. Н.**, Основные тенденции развития дефиниции понятия “методологическая культура”: обзор научных публикаций / И. Н. Козубцов [Электронный ресурс] // Междисциплинарные исследования в науке и образовании. – 2016. – № 5Sm; – Режим доступа URL: <http://mino.esrae.ru/183-1517> (дата обращения: 04.01.2016). 2. **Тимошев Р. М.** Методологическая культура офицера в системе факторов повышения эффективности управления воинскими коллективами / Р. М. Тимошев // Автореферат дис. кандидата философских наук : 09.00.01. – М.: Воен.-полит. акад. им. В.И. Ленина, 1991. – 22 с. 3. **Гурский А. И.** Методологическая культура офицера и пути ее формирования в высшей военной школе / А. И. Гурский, В. Ю. Балабушевич // Вестник Академии военных наук. – 2005. – № 1. – С.145–149. 4. **Военная педагогика** [Под ред. И. А. Алёхина]. – М.: Главное управление воспитательной работы ВС РФ, 2008. – 320 с. 5. **Ващенко Л. М.** Система управління інноваційними процесами в загальній середній освіті регіону / Ващенко Людмила Миколаївна // Дис. д-ра пед. наук: 13.00.01. – К.: Ін-т педагогіки АПН України, 2006. – 420 с. 6. **Коленко Ю. В.** Профессиональная компетентность военного специалиста как психолого-педагогический феномен / Ю. В. Коленко [Электронный ресурс] // – Режим доступа URL: [http://www.superinf.ru/view\\_helpstud.php?id=4011](http://www.superinf.ru/view_helpstud.php?id=4011). 7. **Козубцов И. М.** Структура методологічної компетентності аспірантів системи вищої військової освіти / І. М. Козубцов // Професійна освіта: проблеми і перспективи. 2014. – Випуск 6. – С. 67–72. 8. **Нещадим М. І.** Військова освіта України: історія, теорія, методологія, практика: Монографія. – К.: Видавничо-поліграф. центр “Київський ун-т”, 2003. – 852 с. 9. **Новиков А. М.** Методология / А. М. Новиков, Д. А. Новиков. – М.: СИНТЕЗ, 2007. – 668 с. – ISBN 978-5-89638-100-6. 10. **Солодова Е. А.** Новые модели в системе образования: Синергетический подход. Учебное пособие / Е. А. Солодова // Предисл. Г. Г. Малинецкого. – М.: Книжный дом “ЛИБРОКОМ”, 2012. – 344 с. (Синергетика: от прошлого к будущему. №56; Будущая

Россия). – ISBN 978-5-397-02470-9. 11. **Фильков С. М.** Система военной подготовки в гражданских вузах: теория и практика функционирования и совершенствования: Монография / С. М. Фильков. – М.: Московский государственный институт международных отношений (университет) МИД России, 2002. – 229 с. 12. **Военная педагогика: Учебник для вузов.** Под ред. О. Ю. Ефремова. – СПб.: Питер, 2008. – 640 с. – (Серия “Учебник для вузов”). – ISBN 978-5-388-00127-6. 13. **Ягунов В. В.** Військова дидактика: навчальний посібник / В. В. Ягунов. – К.: ВЦ “Київський університет”, 1999. – 400 с. – ISBN 966-594-155-0. 14. **Ягунов В. В.** Управлінські функції офіцера та їх педагогічний зміст / В. В. Ягунов // Вісник Української академії державного управління при Президенті України: Науковий журнал. – 2000. – №2. – С. 307–312. 15. **Ягунов В. В.** Особистісні якості офіцера як детермінанти його ефективної педагогічної діяльності / В. В. Ягунов // Управління якістю професійної освіти: Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. – Донецьк: ТОВ “Лєбідь”. – 2001. – С. 94–98. 16. **Козубцов І. М.** Феномен методологічної компетентності аспірантів системи вищої військової освіти / І. М. Козубцов // Збірник наукових праць „Військова освіта” Національного університету оборони України. – 2015. – №1(31). – С. 105–113. 17. **Про затвердження Зводу відомостей, що становлять державну таємницю Служба безпеки України; Наказ, Звід від 12.08.2005 №440.** 18. **Козубцов І.М.** Феномен методологічної основи діяльності аспірантів у системі вищої військової освіти: аналітико-порівняльне обґрунтування / І. М. Козубцов Л. М. Козубцова // Науково-практичний журнал. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Національний університет оборони України, 2015. – №1(22) – С. 119–122. ISSN 2311-7249. 19. **Заболотний В. Д.** Якість підготовки військових фахівців як процесуальна складова педагогічної системи ВВНЗ / В. Д. Заболотний, А. М. Зельницький, О. Б. Черних // Збірник наукових праць „Військова освіта” Національного університету оборони України. – 2014. – №2 (30). – С.88–98.

## ФЕНОМЕН МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ АДЪЮНКТОВ

*Игорь Николаевич Козубцов (канд. техн. наук, с.н.с.)*

*Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Киев, Украина*

*В статье исследован феномен методологической культуры адъюнктов. Обоснование основывается на методологической основе военно-профессиональной деятельности в части, касающейся организации научных исследований в Вооруженных Силах Украины. В методологической культуре адъюнкта скрыт феноменом воспитания у адъюнктов чувства ответственности при организации научно-исследовательской и военно-профессиональной деятельности. Дано новое определение методологической культуры адъюнкта – как уровень развития социально приобретенных способностей, качеств и свойств личности, система методологических знаний, умений, навыков, способностей, опыта, ценностей, традиций, отношений, норм и правил поведения, которые проявляются как сформированный стойкий научный стиль деятельности, что позволяет адъюнкту эффективно и качественно решать задачи, связанные с организацией научно-исследовательской, научно педагогической и военно-профессиональной деятельностью.*

**Ключевые слова:** адъюнкт; адъюнктура; методология; организация деятельности; методологическая компетентность; методологическая культура; научный руководитель.

## THE PHENOMENON OF METHODOLOGICAL CULTURE OF POSTGRADUATE MILITARY STUDENT

Ihor M. Kozubtsov (Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow)

Military Institute of Telecommunications and Informatization, Kyiv, Ukraine

The paper investigates the phenomenon of methodological culture of adjuncts. The rationale is based on the methodological basis of the military-professional activities in the part concerning the organization of scientific research in the Armed Forces of Ukraine. In the methodological culture of the adjunct is hidden by the phenomenon of education adjuncts of their sense of responsibility in the organization of scientific-research and military-professional activity. It provides a new definition of methodological culture of the adjunct as the level of development of socially acquired skills, qualities and personality traits, the system of methodological knowledge, skills, abilities, experience, values, traditions, attitudes, norms and rules of behavior, which manifest as persistent formed the scientific working style that allows the associate to effectively and efficiently solve problems related to the organization of scientific-research, scientific-pedagogical and professional military activities.

**Keywords:** postgraduate military student; postgraduate military courses; technique; organization of activities; method competence; methodological culture; research supervisor.

## References

- Kozubtsov I.N.** (2016) Osnovnye tendentsii razvitiya definitssii ponyatiya "metodologicheskaya kultura": obzor nauchnykh publikatsiy [Elektronniy resurs] // Mezhdistsiplinarnyye issledovaniya v nauke i obrazovanii. – №5Sm;– Rezhim dostupu URL: <http://mino.esrae.ru/183-1517> (data obrascheniya: 04.01.2016).
- Timoshev R.M.** (1991) [Metodologicheskaya kultura ofitsera v sisteme faktorov povysheniya effektivnosti upravleniya voinskimi kollektivami], Avtoreferat dis. kandidata filosofskikh nauk: 09.00.01. Moscow: Voenno-politicheskaya akademiya im. V.I. Lenina, 22 p.
- Gurskiy A.I., Balabushevich V.Yu.** (2005) Methodological culture officer and the way of its formation in the higher military school, [Metodologicheskaya kultura ofitsera i puti ee formirovaniya v vysshey voennoy shkole], Vestnik Akademii voennykh nauk, No 1, pp. 145–149.
- Military Pedagogy, [Voennaya pedagogika]** (2008) [Pod red. I.A. Al'yohina], Moscow: Glavnoe upravlenie vospitatelnoy raboty VS RF, 320 p.
- Vashhenko L.M.** (2006) The system of innovative processes in general secondary education in the region, [Systema upravlinnja innovacijnykh procesamy v zahalnij serednij osviti rehionu: dysertacija doktora pedagogichnykh nauk]: 13.00.01., Kyiv: Instytut pedagoghiky APN Ukrainy., 420 p.
- Kolenko Yu.V.** Professional competence as a military expert psycho-pedagogical phenomenon [Profesionalnaya kompetentnost voennogo spetsialista kak psihologo-pedagogicheskij fenomen] [Elektronniy resurs], Rezhim dostupa URL: [http://www.superinf.ru/view\\_helpstud.php?id=4011](http://www.superinf.ru/view_helpstud.php?id=4011).
- Kozubtsov I.M.** (2014) Structure methodological competence graduate students of higher military education, [Struktura metodolohichnoi kompetentnosti aspirantiv systemy vyshchoi viiskovoi osvity], Profesiina osvita: problemy i perspektyvy, Vypusk 6, pp. 67–72.
- Neshchadym M.I.** (2003) Ukraine Military Education: History, Theory, methodology, practice: Monograph, [Viiskova osvita Ukrainy: istoriia, teoriia, metodolohiia, praktyka: Monohrafiia], Kyiv: Vydavnycho-polihraf. tsentr „Kyivskiy universytet“, 852 p.
- Novikov A.M., Novikov D.A.** (2007) Methodology [Metodologiya], Moscow: SINTEZ, 668 p., ISBN 978-5-89638-100-6.
- Solodova E.A.** (2012) New models in the education system: The synergetic approach. Tutorial, [Novyye modeli v sisteme obrazovaniya: Sinergeticheskij podhod. Uchebnoe posobie], Predisl. G.G. Malinetskogo, Moscow: Knizhnyy dom "LIBROKOM", 344 p. (Sinergetika: ot proshlogo k buduschemu. №56; Buduschaya Rossiya), ISBN 978-5-397-02470-9.
- Filkov S.M.** (2002) The system of military training in civilian institutions of higher learning: theory and practice of performance and improvement: monograph. [Sistema voennoy podgotovki v grazhdanskih vuzah: teoriya i praktika funkcionirovaniya i sovershenstvovaniya: Monografiya], Moscow: Moskovskiy gosudarstvennyy institut mezhdunarodnykh otnosheniy (universitet) MID Rossii, 229 p.
- Military Pedagogy:** Textbook for high schools. [Voennaya pedagogika] (2008): Uchebnik dlya vuzov. Pod red. O.Yu. Efremova. SPb.: Piter, 640 p., (Seriya "Uchebnik dlya vuzov"). – ISBN 978-5-388-00127-6.
- Yahupov V.V.** (1999) Military pedagogy: a tutorial, [Viiskova dydaktyka: navchalnyi posibnyk], Kyiv: VTs "Kyivskiy universytet", 400 p., ISBN 966-594-155-0.
- Yahupov V.V.** (2000) Administrative Officer function and its educational content, [Upravlinski funktsii ofitsera ta yikh pedahohichniy zmist], Visnyk Ukrainskoi akademii derzhavnoho upravlinnia pry Prezydentovi Ukrainy: Naukovyi zhurnal. №2, pp. 307–312.
- Yahupov V.V.** (2001) Personal qualities officer as its effective determinants of educational activities, [Osobystisni yakosti ofitsera yak determinanty yoho efektyvnoi pedahohichnoi diialnosti], Upravlinnia yakistiu profesinnoi osvity: Materialy mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, Donetsk: TOV "Lebid", pp. 94–98.
- Kozubtsov I.M.** (2015) The phenomenon of methodological competence graduate students of higher military education, [Fenomen metodolohichnoi kompetentnosti aspirantiv systemy vyshchoi viiskovoi osvity], Zbirnyk naukovykh prats „Viiskova osvita“ Natsionalnoho universytetu oborony Ukrainy, No 1(31), pp. 105–113.
- Pro zatverdzhennia** Zvodu vidomostei, shcho stanovliat derzhavnu taiemnytsiu Sluzhba bezpeky Ukrainy. (2005). Nakaz vid 12.08.2005 №440.
- Kozubtsov I.M., Kozubtsova L.M.** (2015) The phenomenon of a methodological framework for graduate students in higher military education: analytical and comparative study, [Fenomen metodolohichnoi osnovy diialnosti aspirantiv u systemi vyshchoi viiskovoi osvity: analityko-porivnialne obgruntuvannia], Naukovo-praktychny zhurnal. Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony. Natsionalnyi universytet oborony Ukrainy. No 1(22), pp. 119–122. ISSN 2311-7249.
- Zabolotnyi V.D., Zelnytskyi A.M., Chernykh O.B.** (2014) Quality of military experts as the procedural part of educational system of high school, [Yakist pidhotovky viiskovykh fakhivtsiv yak protsesualna skladova pedahohichnoi systemy VVNZ], Zbirnyk naukovykh prats „Viiskova osvita“ Natsionalnoho universytetu oborony Ukrainy, No 2(30), pp. 88–98.

Отримано: 03.03.2016 року.

## ВИКОРИСТАННЯ АВТЕНТИЧНИХ ВІДЕОМАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ КОМУНІКАТИВНИХ НАВИЧОК У СЛУХАЧІВ МОВНИХ КУРСІВ

*Стаття присвячена доцільності використання автентичних відеоматеріалів для формування комунікативних навичок у слухачів мовних курсів. Дослідження розкриває питання щодо використання відеоматеріалів на заняттях іноземної мови і вимоги до їх вибору.*

**Ключові слова:** автентичний відеоматеріал; комунікативні навички; сучасні технології; відеоматеріал.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Впродовж останнього десятиліття чимало уваги приділяється зміні концепції освіти, розробці інноваційних методик викладання, застосуванню нових технологій у процесі навчання. Основною метою навчання іноземним мовам є формування і розвиток комунікативної культури слухачів, навчання практичному оволодінню іноземною мовою. Опанувати комунікативну компетенцію англійською мовою, не знаходячись в країні мови, що вивчається, справа дуже важка. Тому важливим завданням викладача є створення реальних і уявних ситуацій спілкування на заняттях іноземної мови, використовуючи для цього різні методи і прийоми роботи (ролеві ігри, дискусії, творчі проекти та ін.).

Розвиток технологічного континуума можливо показати на прикладі схеми, де ми можемо побачити застосування найосновніших простих (примітивних) технологій (дошка, крейда, папір) до найсучасніших високих технологій (супутникові технології, комп'ютерне обладнання), що використовуються викладачами.

З розвитком сучасних технологій з'являються можливості удосконалити подання навчальної інформації та зробити навчальний процес більш ефективним та цікавим. Сьогодні викладачі мають змогу застосовувати різноманітні технічні засоби під час проведення заняття. На заняттях активно використовуються аудіо- і відеотехніка, комп'ютерні технології, зокрема Інтернет, проектори різних типів, інтерактивні дошки. Але основною проблемою в навчанні є обмежена можливість у спілкуванні з носіями мови. Для подолання цієї проблеми доцільно використовувати на занятті аудіо- та відеоматеріалів. Багатий автентичний матеріал, природні ситуації спілкування, цікавий сюжет дають можливість зробити процес вивчення іноземної мови більш природним та невимушеним. Головною перевагою для використання автентичних матеріалів і засобів масової

інформації, є те, що вони можуть посилити безпосереднє відношення між мовою на занятті і зовнішнім світом.

### Виклад основного матеріалу дослідження

З точки зору методики, навчальний фільм (відеофільм) – це спеціально підготовлене в методичному і режисерському плані аудіовізуальний засіб навчання, призначене для створення природних ситуацій мовного спілкування і що має велику силу емоційного впливу на учнів за рахунок синтезу основних видів наочності (зорової, слуховий, моторної, образної, екстралінгвістичний та ін.) [3, с. 222]. Викладач не тільки повинен знати, що таке відеоматеріали, а й вміти застосовувати їх на практиці. Тільки правильно володіючи методикою роботи з відеоматеріалами, можливо донести знання до слухачів. Використання відеопідтримки на заняттях сприяє підвищенню якості знань, оскільки дозволяє використати наступні види комунікативної діяльності: аудіювання, мовлення, читання і письмо (при виконанні вправ). Проблемою використання аудіо та відео технологій у навчальному процесі займалися у своїх наукових дослідженнях Тернопольський О. Б., Зубченко О., Ніколаєва С. Ю., Т. П. Леонтьєва., І. М. Андрєсян. та інші. В нашій країні використовуються спеціальні курси, а саме: “New English file”, “Headway”, “Speakout”, “Headway”, “Streamline” та інші. Елементи цих навчальних програм використовуються у навчальному процесі загальноосвітніх навчальних закладів та вищих навчальних закладів. Зміст вказаних навчально-методичних матеріалів сприяє формуванню та розвитку комунікативної компетенції учнів, підвищенню мотивації вивчення мови та є невичерпним джерелом навчального матеріалу.

Відеофільми, кінофрагменти, кінокільцівки використовуються з метою інтенсифікації навчального процесу і надання йому максимальної комунікативної спрямованості. Також необхідно



враховувати, насамперед, інтереси слухачів, щоб підвищити їх мотивацію і підбирати ті відеоматеріали, які максимально відповідають діловим запитам і рівню їхньої лінгвістичної підготовки. Основні причини для використання автентичного відеоматеріалу наступні:

представляє реальну мову  
забезпечує справжній погляд на культуру  
дає слухачам практику в спілкуванні з середовищем

мотивує слухачів.

До числа переваг використання відео на занятті варто віднести те, що відео має звук, рухомі зображення (зображення дає контекст до звуку який ми чуємо, ми можемо бачити вираз обличчя, зоровий контакт, фізичні стосунки, фон і інше.); за допомогою кнопки зворотного перемотування: ми можемо відтворити ці зображення знову і знову; ми можемо зупинити зображення за допомогою стоп-кадру зображення, зупинити дію в будь-який момент; регулятором гучності ми можемо відключити звук, або зробити його тихо або дуже голосно [1, с. 350].

Слухачі можуть бачити дійових осіб, а не тільки чути, як це відбувається при аудіюванні, вони мають можливість спостерігати за мовою персонажів, навколишнім оточенням, зовнішнім виглядом співрозмовників, що у значній мірі допомагає швидше і якісніше зрозуміти ситуацію, сприяє усній комунікації під час дослідження певної теми, служать стимулом для створення додаткової мотивації в подальшій учбово-пошуковій і творчій діяльності.

За короткий проміжок часу, відведений на перегляд відеосюжету або відеофрагменту, слухачі отримують великий обсяг інформації одразу по двох каналах: зоровому і слуховому. Зоровий ряд допомагає краще запам'ятати мовні структури, розширити лексику і стимулює розвиток мовленнєвих навичок і навичок аудіювання. Потенціал відео методу для комунікативного викладання мови очевидний. З усіх доступних засобів він забезпечує найточніше відображення мови у користуванні, тому що вона вживається конкретними мовцями, тісно пов'язана з певною мовною ситуацією, а її комунікативна мета підсилюється цілим рядом візуальних закодованих немовних характеристик (поза, міміка, жести). Але використання такого матеріалу потребує методичної підготовки, розробленої системи вправ, підготовки слухачів до такого заняття, без чого перегляд не буде мати навчального характеру. Автентичні відеоматеріали володіють різними методичними особливостями і їх можна розділити на 3 групи:

а) розважальні програми (шоу, спортивно-розважальні програми та ін.);

б) програми, що базуються на фактичній інформації (документальне відео, теледискусії та ін.);

в) короткі програми (shorties), тривалістю від 10 секунд до 10-15 хвилин (новини, прогноз погоди, рекламні оголошення тощо).

Перевага віддається коротким за тривалістю відеоматеріалів: від 30 секунд до 10 хвилин, при цьому вважається, що 4-5 хвилин, демонстрації відео можуть забезпечити напружену роботу групи протягом цілої години. Це зумовлено такою специфічною особливістю відеоматеріалів, як щільність і насиченість інформації. Тому доцільніше використовувати короткий уривок для інтенсивного вивчення, ніж більш тривалий відео епізод – для екстенсивного [4, с. 62].

Успішне використання відео гарантовано практично на всіх етапах процесу навчання іноземної мови [4, с 63]:

для презентації мовного матеріалу в реальному контексті;

для закріплення і тренування мовного матеріалу в різних ситуаціях спілкування;

для розвитку умінь усно-мовного спілкування;

для навчання іншомовної культури і виявлення міжкультурних відмінностей.

Згідно з Т.П. Леонтьєвою, лексичні вправи з використанням відео орієнтовані на сприйняття лексичних одиниць в адекватному аудіовізуальному контексті, чому сприяє застосування таких прийомів, як:

прогнозування (prediction) слів або фраз, які будуть виголошені персонажами відеофрагментів після паузи, їх подальших дій, вчинків, а також зовнішності персонажів, слухачі повинні описати на підставі звукового ряду, не бачачи їх на екрані.

співвіднесення (matching) прикметників, записаних на дошці або на картці, з тим чи іншим персонажем відеофрагменту; списку синонімів з ключовими словами з відеофрагменту;

розпізнавання, знаходження (identification) в відеофрагменті певних предметів, явищ, дій, колірних позначень, назви яких записані на дошці, включаючи "відволікаючі".

При роботі з будь-яким текстом в методиці навчання іноземним мовам прийнято виділяти три основні етапи:

1. Дотекстовий етап (pre - viewing).

2. Текстовий етап (viewing).

3. Післятекстовий етап (post - viewing).

При роботі з відеоматеріалами можна використовувати такі види завдань:

1. Програти відео без звуку: студенти та викладач обговорюють, що вони бачать на екрані і як це допомагає їм зрозуміти, що відбувається. Потім їм належить здогадатися, про що дійсно можуть говорити персонажі.

2. Програти звуковий ряд сюжету, вимкнувши зображення. Під час прослуховування сюжету студенти повинні здогадатися, де знаходяться герої фільму, що відбувається навколо них, чим вони займаються і т.п. Обговоривши вищезазначені питання, викладач може включити відеоряд разом зі звуком, група має можливість перевірити себе.

3. Використовувати стоп-кадр, викладач натискає на кнопку паузи і запитує студентів, що може статися далі. Студентам необхідно

спрогнозувати подальші події і той мовний матеріал, який може використовуватися в сюжеті.

4. Розділити групу студентів на 2 підгрупи. У ході даного завдання половина групи сидить обличчям до екрану, друга - спиною до екрану. Перша група описує візуальні образи для другої підгрупи.

З урахуванням вищесказаного, на прикладі застосування деяких технологій при роботі з фільмом, хочеться відзначити методичну майстерність авторів у підготовці короткого відеоматеріалу до навчального посібника "Speakout" video (Elementary). Даний курс дозволяє слухачам не тільки спостерігати за використанням лексико-граматичного матеріалу, що ними вивчається, а й сформувати уявлення про різні ситуації, що виникають у спілкуванні.

Перша група вправ – це завдання до перегляду відео фрагменту На дотексовому етапі, слухачам пропонується переглянути картинку (фрагменти із відеофільму) і відповісти на питання. Для прикладу пропонується розглянути відеоматеріал до заняття 7.4 (Unit 7.4). Метою завдання є розпізнання в відеофрагменті певних дій або місць. Далі слухачам пропонується прочитати короткий фрагмент тексту і перевірити свої припущення щодо відеофрагментів. Наступний етап – текстовий, де слухачам пропонується продивитись весь матеріал. Після першого перегляду слухачі ставлять відеофрагменти у відповідний до змісту порядок (завдання складається з 6 фрагментів із фільму). Наступне завдання – слухачам пропонується поєднати слова або назви місць з їх описом. (Слухачі працюють у парах і порівнюють свої відповіді). Після другого перегляду і ознайомлення з лексикою слухачі використовують слова у вправах для закріплення (вставляють перелічені слова у пропуски в поданих фрагментах із фільму), складають свої речення з новими словами. (Complete the sentences below with the words from the box). На після текстовому етапі, після виконання всіх вправ та повторення нових слів, слухачі відповідають на

питання і висловлюють своє відношення до місць або дій персонажів у відеоматеріалі (What do you think are the two most interesting things to do or to see in Buenos Aires? Do you think Buenos Aires is a good place for a holiday? Why/Why not?)

Після опрацювання кожного фрагменту можливо запропонувати студентам озвучити фрагмент, вимкнувши звук. Крім вправ, в кінці методичного посібника розміщено повні діалоги фільму, що суттєво допомагає у роботі з групами різного рівня знань. Використання цих методичних рекомендацій під час занять з англійської мови показало гарні результати: слухачі вивчали нову лексику, розвивали навички усного мовлення, були більш мотивовані та зацікавлені. Переглядом відеоматеріалів можна завершувати цикл уроків з будь-якої теми або проблеми. Окрім змістовної сторони спілкування, відеотекст містить візуальну інформацію про місце події, зовнішній вигляд і невербальну поведінку учасників спілкування в конкретній ситуації, обумовлених частенько специфікою віку, статі, і психологічними особливостями. Візуальний ряд дозволяє краще зрозуміти і закріпити як фактичну інформацію, так і особливості мови в конкретному контексті.

### Висновки, рекомендації та перспективи подальших досліджень

Існує безліч нестандартних форм роботи викладача, активізуючих увагу і інтерес слухачів до іноземної мови. Але робота над фільмом - це найефективніша форма учбової діяльності, яка не лише активізує, увагу слухачів, але і сприяє вдосконаленню комунікативних навичок. Підводячи підсумок викладеного, можна стверджувати, що використання автентичних відеоматеріалів, розкривають широкі можливості для активної роботи в процесі формування мовних навичок і умінь слухачів і роблять учбовий процес оволодіння іноземною мовою привабливим для слухачів на усіх етапах навчання.

### Література

1. **Jim Scrivener.** Learning teaching. Macmillan. 2005 .с.350-354. 2. **Jerry G. Gebhard** Teaching English as a foreign or second language. The University of Michigan Press. 2006 pp. 101-118. 3. **Андреасян І. М.** [Та ін]. Практичний курс методики викладання іноземних мов /; під заг. ред. І.М. Андреасян. – Мінськ: ТетраСистемс,

2009. с 222–288. 4. **Леонтьєва Т. П.** Досвід і перспективи застосування відео в навчанні іноземних мов / Т. П. Леонтьєва // Нетрадиційні методи навчання іноземних мов у вузі: матеріали респ. конференції. – Мінськ, 1995. с. 61–74. 5. **Frances Eals, Steve Oakes** Speakout video. Pearson Longman. 2011. с 44.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТЕНТИЧНЫХ ВИДЕОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОМУНИКАТИВНЫХ НАВЫКОВ У СЛУШАТЕЛЕЙ ЯЗЫКОВЫХ КУРСОВ

*Наталья Николаевна Фреган  
Татьяна Юрьевна Еремеева*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*Статья посвящена целесообразности использования автентичных видеоматериалов для формирования коммуникативных навыков у слушателей языковых курсов. Исследование раскрывает вопросы использования видеоматериалов на занятиях иностранного языка и требования к их выбору.*

**Ключевые слова:** аутентичный видеоматериал; коммуникативные навыки; современные технологии; видеоматериал.

## USE OF AUTHENTIC VIDEO MATERIALS TO CREATE COMMUNICATION SKILLS OF STUDENTS IN THE FOREIGN LANGUAGE TRAINING COURSE

*Nataliia M. Frehan  
Tetiana Y. Yeremeieva*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*The article is devoted to the feasibility of using authentic video materials to create communication skills of students in the foreign language training course. The research disclosed questions about using video materials and requirements for their selection.*

*We are teaching English using the communicative method, which is the most popular in the world now and its main goal is teaching speaking creating real life situations and video materials help student to form and develop their communication skills. It also develop thematic information previously introduced in reading passage, lecture an other classroom activities through a new medium of instruction and wrap up a thematic unit.*

*Main reasons for using authentic video are: it presents real language and provides an authentic look at the culture. It also gives students practice in dealing with the medium and motivates learners. Video materials can reinforce for students the direct relation between the language classroom and the outside world. The students begin interacting with the materials and are given specific tasks. Video materials can offer students significant experience from which to draw written and oral communication while they explore a thematic topic. This offers students a valuable source of language input, since they can be exposed to more than just the language presented by the teacher and the text. It also helps students to use language for a range of different purposes and functions. We need to use activities that encourage learners to develop their speaking skills – that is, to increase the complexity, not just the automaticity of their developing language system.*

**Keywords:** *authentic video materials; communication skills; advanced technology; video materials.*

### **References**

- 1. Jim Scrivener.** (2005), Learning teaching. Macmillan., pp. 350-354.
- 2. Jerry G Gebhard** (2006), Teaching English as a foreign or second language. The University of Michigan Press. pp. 101-118.
- 3. Andreasyan I.M** [Etc.]. (2009), Practical course of teaching methods foreign languages, [Praktychnyi kurs metodyky vykladannia inozemnykh mov], under Society. Ed. IM Andresyan, Minsk: TetraSystems, pp. 222-288.
- 4. Leontieva T.P.** (1995) Experience and prospects of video in teaching foreign languages, [Dosvid i perspektyvy zastosuvannia video v navchanni inozemnykh mov], TP Leontiev, Nontraditional methods of teaching foreign languages in high school materials rep. Conference, Minsk, pp. 61-74.
- 5. Frances Eals** (2011) Steve Oakes Speakout video. Pearson Longman. p. 44.

Отримано: 04.04.2016 року.

Іван Петрович Даценко (канд. техн. наук)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО РЕЖИМУ ЗВАРЮВАННЯ БРОНЬОВИХ КОНСТРУКЦІЙ КОЛІСНИХ БРОНЬОВАНИХ МАШИН

На підставі аналізу досвіду застосування панцерових спеціалізованих автомобілів та вимог до захищеності даної групи техніки запропоновано методичний підхід вибору раціонального режиму зварювання конструкцій колісних броньованих машин. Запропонована методика може бути базовою для створення спеціалізованого програмного забезпечення в галузі пошуку раціональних підходів в процесі модернізації та проектування сучасних броньованих спеціалізованих автомобілів.

**Ключові слова:** панцерові спеціалізовані автомобілі; панцеровий захист; критерій; показник; математична модель; оптимізація; властивості; технічні характеристики.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Бойові дії, які ведуться на сьогоднішній день на сході нашої країни, переконливо свідчать, що в питаннях застосування вогневих засобів сторонами відмічається стійка тенденція підвищення їх ефективності, що вимагає підвищувати захищеність засобів транспортування особового складу.

Досвід проведення антитерористичної операції показав, що деякі підрозділи Збройних Сил України та інших військових формувань застосовувались для виконання завдань у більшості випадків на неброньованій техніці. Це призводить до невиправданих втрат особового складу і у ряді випадків, не виконання поставлених завдань. Тому виникає необхідність у підвищенні захисту спеціалізованих автомобілів, що може бути досягнуто за рахунок використання панцерного (броньового) захисту [2], або використання спеціалізованих колісних броньованих машин які виробляються промисловістю України.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Із публікацій [6, 7] видно, що питаннями впливу технології виготовлення корпусів на захищеність легкоброньованих бойових машин приділялася недостатня увага. Так в [7] розглянуті зразки броньованих автомобілів провідних країн світу. Порівняльна оцінка рівня захищеності різних зразків бронетехніки є достатньо актуальним питанням. У [6] визначені вимоги до рівня бронезахищеності панцерних автомобілів, але методи порівняльної оцінки рівня захищеності не враховують як впливає на це виробничий процес і потребують додаткового дослідження. Виходячи з цього, виникає потреба щодо удосконалення існуючих методичних підходів, які б дозволили не тільки оцінювати броньовані автомобілі за рівнем захищеності, а також при цьому враховували як технологія виконання корпусу впливає на це.

**Мета статті.** Враховуючі вищезазначене, стаття присвячена розгляду методичного підходу підвищення якості корпусів колісних броньованих машин за рахунок вибору раціональних режимів електродугового зварювання деталей з урахуванням техніко-економічних та технологічних показників.

### Виклад основного матеріалу дослідження

При виробництві колісних броньованих машин для виготовлення корпусу частіш за все використовується з'єднання металевих деталей за допомогою електродугового зварювання. Що в свою чергу призводить до збільшення площі зварних з'єднань на зовнішній поверхні броньових конструкцій корпусу досягає 10-15% [1, 5] від загальної площі машини. Крім того всі види ремонту (поточні, середні, капітальні), які неодноразово виконуються протягом життєвого циклу машини, також включають значний обсяг зварювальних робіт [1]. Ще більший обсяг електрозварювальних робіт при модернізації даної групи техніки. Також слід зазначити що, як правило [1-3] зварні з'єднання мають гірші фізико-механічні властивості порівняно з основним металом що зварюється, тому забезпечення підвищення якості зварних з'єднань є актуальним науковим завданням, яке дозволить підвищити якість машини.

Однією з найважливіших умов забезпечення якості процесу зварювання і отримання металу шва з необхідними фізико-механічними властивостями при високій продуктивності процесу і низької собівартості є правильний вибір параметрів режиму зварювання [2, 3]. Були проведені експериментальні дослідження [5], в ході яких визначено вплив режиму механізованого електродугового зварювання модульованим струмом (табл. 1) на властивості з'єднання. В результаті статистичної обробки експериментальних даних [5] була отримана математична модель (1), яка описує вплив режиму механізованого електродугового зварювання

модульованим струмом на властивості отриманого зварювального з'єднання і є системою поліноміальних рівнянь другого порядку

пов'язаних між собою через показники режиму зварювання ( $X_i$ ). властивості отриманого зварювального з'єднання.

Таблиця 1

**Параметри режиму механізованого зварювання модульованим струмом (фактори експерименту)**

Параметри режиму	Позначення, одиниці виміру	Область значення			Крок варування, $\Delta X_i$
		$X_{i \min}$	$X_{i \text{сеп}}$	$X_{i \max}$	
Напруга джерела струму ( $X_1$ )	$U_{XX}$ , В	28	32	36	4
Швидкість подачі зварювальної проволочки ( $X_2$ )	$V_{ПР}$ , мм/с	40	50	60	10
Швидкість зварювання ( $X_3$ )	$V_{СВ}$ , мм/с	5	7	9	2
Частота модуляції ( $X_4$ )	$f$ , $c^{-1}$	9	12	15	4
Амплітуда модуляції ( $X_5$ )	$\delta$ , мм	3	5	7	2

$$\left\{ \begin{aligned} H &= 24,8 + \sum_{i=1}^5 k_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 k_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ c_{зтв} &= 3 + \sum_{i=1}^5 m_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 m_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ b &= 10,6 + \sum_{i=1}^5 z_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 z_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ h &= 2,7 + \sum_{i=1}^5 r_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 r_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ \Psi &= 26,4 + \sum_{i=1}^5 q_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 q_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \end{aligned} \right. \quad (1)$$

де:  $i \geq j$ ;  $H$  – твердість зварювального шва в HRC;

$c_{зтв}$  – розмір зони термічного впливу (ЗТВ) в мм;

$b$  – глибина проплавлення в мм;

$h$  – ширина зварювального валика в мм;

$\Psi$  – втрати присадного матеріалу в %;

$k_i, k_{i,j}, m_i, m_{i,j}, z_i, z_{i,j}, r_i, r_{i,j}, q_i, q_{i,j}$  – коефіцієнти поліномів співвідношення, що визначаються на підставі статистичної обробки проведених експериментальних досліджень.

Математичну модель (1) може використовуватись для побудови графічних залежностей, а також при виборі раціонального режиму механізованого зварювання модульованим струмом в конкретних умовах.

В статті запропонована методика (рис. 1), основним призначенням якої є: вибір раціонального режиму механізованого електродугового зварювання модульованим струмом, який забезпечить отримання заданих показників якості зварних з'єднань броньованих конструкцій при забезпеченні найменших витрат ресурсів і мінімальних негативних наслідків дії процесу зварювання на оточуюче середовище. Зазвичай реалізація необхідних вимог щодо якості зварних з'єднань пов'язана з необхідністю виконання взаємовиключних заходів. Тому методика спрямована на пошук компромісного рішення.

На першому етапі необхідно визначити вихідні умови, які закладені в конструкторській і технологічній документаціях для проведення зварювальних робіт на броньових конструкціях [1]. В даному випадку це розміри зварювального шва, а саме: глибина проплавлення –  $b$  (мм) і ширина зварювального валика –  $h$  (мм). Основною умовою вибору раціонального режиму зварювання є оптимізація показників, що дозволять підвищити якість зварювального з'єднання, і при цьому забезпечити найкращі техніко-економічні показники. Такі вимоги можуть бути досягнуті за умови, коли твердість зварювального шва  $H$  (HRC) буде максимально можливою, для даного випадку, а розмір зони термічного впливу дуги на основний метал  $c_{зт}$  (мм) і втрати присадного матеріалу  $\Psi$  (%) будуть мінімальні. Отримання найкращих показників якості зварного з'єднання можна розглядати, як постановку оптимізаційного завдання, де розмір шва ( $b = \text{constant}, h = \text{constant}$ ) будуть вихідною умовою, а відповідні вимоги – цільовою функцією ( $\Psi \rightarrow \min, c_{зт} \rightarrow \min, H \rightarrow \max$ ). Але, як показує практика, досягти даного результату не можливо із-за того, що зазвичай поліпшення одного показника призводить до погіршення інших показників. У зв'язку з цим необхідно знайти шлях рішення, який найкращим чином може задовольнити досягнення необхідних показників якості зварювання.

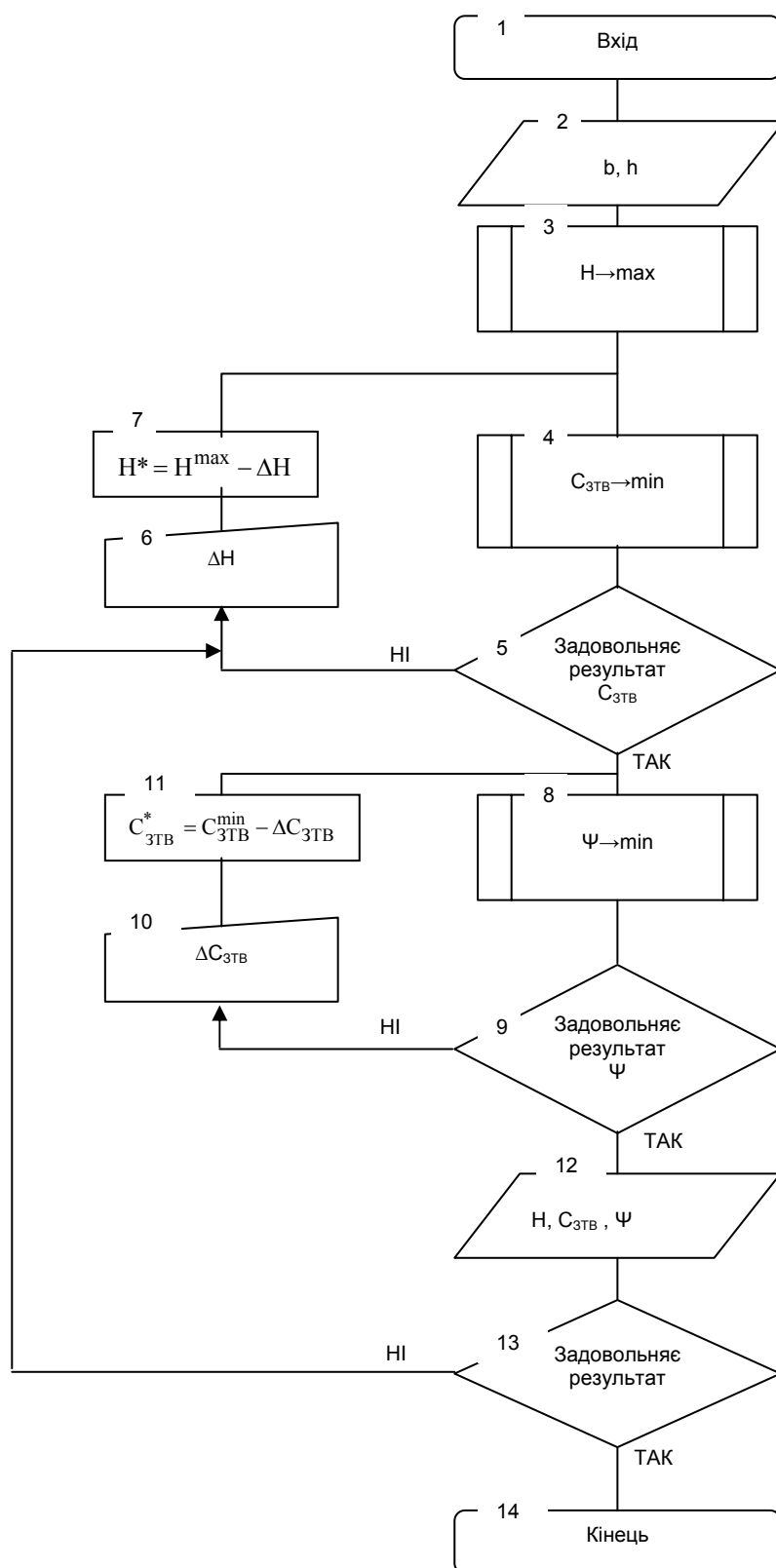


Рис. 1 Алгоритм рішення оптимізаційної задачі.

Для даного завдання доречно вибрати побудову компромісного рішення, який в літературі [5] висвітлюється як: “Метод послідовних поступок”. Приймаємо, що показники ефективності розташовані в порядку убавання: спочатку твердість зварювального шва (H), потім розмір зони термічного впливу ( $c_{зт}$ ) і втрати присадного матеріалу ( $\Psi$ ). Для простоти можна вважати, що

кожен з них повинен досягти максимуму, для цього досить змінити знак показника.

Процедура побудови компромісного рішення можливо звести до наступного (рис.1). З початку знаходиться рішення при якому H – max. При цьому нехтується решта показників і проводиться перетворення рівняння (1) до скороченого вигляду (3):

$$\left\{ \begin{array}{l} H = 24,8 + \sum_{i=1}^5 k_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 k_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ b = 10,6 + \sum_{i=1}^5 z_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 z_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ h = 2,7 + \sum_{i=1}^5 r_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 r_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \end{array} \right. \quad (3)$$

де  $i \geq j$ , а інші показники тотожні значенням що у співвідношенні (1).

У подальшому необхідно обрати такий метод, який дозволить знайти рішення задачі знаходження екстремуму показника  $H$ . В даному випадку використано градієнтний метод, а саме метод зв'язаних градієнтів. Як відомо [4], застосування градієнтних методів дозволяє знайти рішення будь-якої задачі нелінійного програмування за кінцеву кількість кроків, але при цьому, в загальному випадку, знайти точку локального екстремуму, за умови що залежність має опуклий (випуклий) характер де він одночасно буде і глобальним.

Процес знаходження рішення задачі за допомогою методу зв'язаних градієнтів полягає в тому, що починаючи з деякої точки  $X(k)$  здійснюється послідовний перехід до деяких інших точок до тих пір, поки не виявляється прийнятне рішення початкової задачі. В даному випадку мається на увазі те, що переходи здійснюються до тих пір, поки градієнт функції  $f(x_1, \dots, x_5)$  в черговій точці  $X_{(k+1)}$  не стане рівним нулю, або рівним достатньо малому числу, що

характеризує точність отримання рішень. Оскільки у нас  $X_i$  мають область значення (табл. 1), то рішення може знаходитися на межі області значень але при цьому рішення не будить глобальним рішенням для функції  $f(x_1, \dots, x_5)$ . Таким чином алгоритм знаходження рішення достатньо простий, але в той же час він громісткий, оскільки вимагає великих обсягів обчислень, у зв'язку з цим градієнтні методи доцільно реалізувати за допомогою ЕОМ. Для вирішення поставленого оптимізаційного завдання було використано прикладну програму "Matkad" в середовищі якої реалізований метод спряжених градієнтів.

Після знаходження максимального значення твердості зварювального шва  $H^*$ , призначається, виходячи з практичних міркувань і точності, деяка поступка  $\Delta H$ , яку можна допустити для того, щоб обернути в максимум решту показників. Після цього необхідно накласти на значення твердості певні обмеження, щоб даний показник був не менший, ніж  $H^* - \Delta H$  і при цьому обмеженні шукаємо рішення, що обертає в мінімум розмір ЗТВ ( $c_{зтв}$ ). При цьому рівняння (1) матиме вигляд (4):

$$\left\{ \begin{array}{l} H = 24,8 + \sum_{i=1}^5 k_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 k_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ c_{зтв} = 3 + \sum_{i=1}^5 m_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 m_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ b = 10,6 + \sum_{i=1}^5 z_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 z_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \\ h = 2,7 + \sum_{i=1}^5 r_i \cdot X_i + \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 r_{i,j} \cdot X_i \cdot X_j, \end{array} \right. \quad (4)$$

де  $i \geq j$ , а інші показники тотожні значенням що у співвідношенні (1).

Використовуючи ЕОМ за допомогою методу градієнтів за кінцеву кількість кроків знаходимо мінімально можливе значення розміру ЗТВ ( $c_{зтв}^*$ ). Після цього призначаємо поступку  $\Delta c_{зтв}$ , ціною якої ми можемо знайти мінімально можливе значення втрат присадочного матеріалу  $\Psi^*$ .

Такий спосіб побудови компромісного рішення прийнятний тим, що при його використанні, можливо визначити ціною якої поступки в одному з показників набуваємо виграшу в іншому показнику. Крім того, свобода вибору рішення, отримана ціною навіть незначних поступок, може виявитися істотною, оскільки в районі максимуму (мінімуму) зазвичай значення показників змінюються слабо.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

В теперішній час електродугове зварювання є найбільш розповсюдженим способом з'єднання броньових конструкцій при: виробництві, ремонті та модернізації колісних броньованих машин. Площа зварювальних з'єднань на протязі життєвого циклу і при модернізації броньових об'єктів неухильно збільшується, і відповідно зменшується їх захищеність від засобів поразки. Причому електродугове зварювання в принципі не може забезпечити цілком однакові властивості зварного шва та зони термічного впливу по відношенню до властивостей конструкцій (основного металу), які зварюються. Таким чином, використовуючи математичну модель (1), за допомогою ЕОМ, можливо визначити раціональні

режими механізованого зварювання електродуговим модульованим струмом для конкретних умов, які забезпечать найкращу якість

з'єднання броньових деталей, що у свою чергу дозволить підвищити якість зварювальних з'єднань.

### Література

1. **Технология ремонта** бронетанковой техники / Под ред. Марютина М. И. – М.: Издание академии бронетанковых войск, 1973. – 592 с. 2. **Технология электрической** сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. акад. Б. Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974. – 768 с. 3. **Думов С. И.** Технология электрической сварки плавлением. – Ленинград: Издательство “Машиностроение”, 1987. – 462 с. 4. **Венцель Е. С.** Исследование операций. – М.: Издательство “Советское

радио”, 1972. – 551 с. 5. **Удосконалення технології** відновлення деталей автомобільної техніки при капітальному ремонті: Звіт про НДР (шифр “Дуга”). /; І. П. Даценко, А. В. Гуляєв, В. В. Яблоков та ін. – К. ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2005. – 180 с. 6. **Средства защиты** – НИИ Стали / Официальный сайт НИИ Стали. – Режим доступа до матеріалів: <http://www.niistali.ru>. 7. **Ф. Лапшин.** Броневахтовики / Авторевю – Украина. – К.: Авторевю, 2013. – С. 55 – 60.

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОГО РЕЖИМА СВАРКИ БРОНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ КОЛЕСНЫХ БРОНИРОВАННЫХ МАШИН

*Иван Петрович Даценко (канд. техн. наук)*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

На основании анализа опыта применения бронированных специализированных автомобилей и требований к защищенности данной группы техники предложен методический подход выбора оптимального режима сварки конструкций колесных бронированных машин. Предложенная методика может быть базовой для создания специализированного программного обеспечения в области поиска рациональных подходов в процессе модернизации и проектирование современных бронированных специализированных автомобилей.

**Ключевые слова:** бронированные специализированные автомобили; броневая защита; критерий; показатель; математическая модель; оптимизация; свойства; технические характеристики.

## THE METHODOICAL BASES OF RATIONAL MODE CHOICE OF WELDING ARMOR CONSTRUCTIONS OF WHEELED ARMORED VEHICLES

*Ivan P. Datsenko (Candidate of Technical Sciences)*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

Based on the analysis of experience with specialized armored vehicles and requirements for this group of security appliances it was proposed the methodical approach of choosing the optimal mode of welding the structures of wheeled armored vehicles. The proposed method can be the base for the creation of specialized software in the field of search of rational approaches in the process of modernization and the design of modern armored special vehicles.

**Keywords:** specialized armored vehicles; armor protection; criteria; indicators; mathematical model; optimization; characteristics; specifications.

### References

1. **Maryutina M.I.** (1973), Repair of armored vehicles Technology, [Tekhnologiya remonta bronetankovoi tekhniki], Moscow: Academy of Armored Forces Edition, 592 p. 2. **The technology** of electric welding of metals and alloys melting, (1974), [Tekhnologiya elektricheskoi svarki metallov i splavov plavleniem], Ed. Acad. B.E. Paton, Moscow: Engineering, 768 p. 3. **Dumov S.I.** (1987), The technology of the electric fusion welding, [Tekhnologiya elektricheskoi svarki plavleniem], Leningrad: Publisher “Engineering”, 462 p. 4. **Wenzel E.S.** (1972), Operations research, [Issledovanie operatsii], Moscow: Publisher

“Soviet Radio”, 551 p. 5. **Improving recovery** technology components at automotive engineering overhaul, (2005), [Udoskonalennia tekhnologii vidnovlennia detalei avtomobilnoi tekhniki pry kapitalnomu remonti: Zvit pro NDR], I.P. Datsenko, A.V. Gulyaev, V.V. Yablokov, Kyiv: TSNDI OVT ZSU, 180 p. 6. **Remedies** - Research Institute of Steel, Steel Research Institute official website. - Access mode to material: <http://www.niistali.ru> 7. **F. Lapshin.** (2013), [Bronevakhoviki], Autoreview, Ukraine, Kyiv: Auto Review, pp. 55-60.

Отримано: 11.03.2016 року.



УДК 629.734

*Микола Петрович Думенко (канд. військ. наук)*  
*Олександр Леонідович Михайлов*  
*Анатолій Вікторович Підлісний*  
*Вадим Віталійович Машталір (канд. істор. наук)*

*Генеральний штаб Збройних Сил України, Київ, Україна*

## ДЕЯКІ АСПЕКТИ КОМПЛЕКТУВАННЯ ВІЙСЬК ОСОБОВИМ СКЛАДОМ

*Історичний та сучасний досвід свідчить, що лише наявність розвинутого оборонного сектору і його головної складової – збройних сил, їх готовність до нарощування були і будуть стримуючим фактором від будь-яких посягань ззовні та підґрунтям для проведення політики на захист національних інтересів будь-якої держави світу.*

*Вибір способів комплектування війська особовим складом завжди залежав від конкретних умов, які склалися для кожного конкретного суспільства з урахуванням таких чинників, як соціально-політичний устрій держави; напрямок зовнішньої політики держави; напрямок воєнної політики держави; рівень воєнної загрози; наявність матеріальних та людських ресурсів; розвиток озброєння та військової техніки; розвиток воєнного мистецтва; рівень патріотизму населення тощо.*

**Ключові слова:** *війна; особовий склад; комплектування військ.*

### Вступ

Історія розвитку людства насичена безперервними конфліктами. Крайньою формою їх розв'язання завжди виступали війни (збройні конфлікти). Незважаючи на тривалі пошуки справедливості та виваженості у змісті й шляхах урегулювання існуючих суперечностей, практика міжнародного життя свідчить: насильницький спосіб вирішення проблем у минулому, сьогодні й осяжному майбутньому у багатьох відношеннях залишається безальтернативним. Уроки воєн, незважаючи на моральні та фізичні жертви і страждання людей, витрачені фінансово-економічні ресурси, шкоду довкіллю, занепад багатьох держав, поки що не виступають стримуючим фактором в ескаляції насильницьких конфліктів [1, С. 246-257].

Суттєві зміни відбувалися серед учасників воєн (збройних конфліктів). Примітивні етнічні утворення, міста-поліси, східні деспотії, феодалну роздробленість поступово заступали національні держави з різними політичними режимами та формами правління. Невпинно зростала їх кількість. Якщо під час наполеонівських воєн їх нараховувалося менше 30-ти, то на початку ХХІ ст. – біля 200. За цей час неодноразово зазнавала кардинальної трансформації структура міжнародної системи, композиція воєнно-політичних альянсів. Однак незмінними були й залишаються суперечності, пов'язані з прагненням держав або наддержавних об'єднань до переваг над іншими подібними утвореннями, в тому числі шляхом розв'язання воєн (збройних конфліктів) [2, С. 121-123].

**Постановка проблеми.** З часом зазнає змін структура, зміст та завдання воєнної організації держави, її статус у суспільстві. Прискорений

процес появи нових поколінь зброї, озброєння, воєнної техніки на принципово інших фізичних принципах значною мірою впливає на організаційно-штатну структуру військ, роль, завдання та функції збройних сил, підготовку відповідних фахівців [3, С. 51-59].

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Останні дослідження і публікації, в яких розпочато дослідження даної проблеми і на які опирається автор, представлені в [4-9]. В ході дослідження було виявлено, що комплектування являє собою встановлену державою та регульовану нормами військового права систему забезпечення військ військовослужбовцями й цивільним персоналом у мирний і воєнний час, а також створення запасу військово-навчених людських ресурсів.

**Метою статті** є узагальнення історичного досвіду комплектування військ особовим складом.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Для розуміння тенденцій, що простежуються в сучасних підходах до системи комплектування військ особовим складом, розглянемо, як вирішувались ці питання протягом віків існування людства, яке всього 168 років прожило без війн.

1. Від стародавніх часів до кінця ХVІІІ століття.

Для стародавніх спільнот ведення війни мало індивідуальні, психологічні та соціальні мотиви, де основоположними виступали цілі збереження згуртованості групи, задоволення фізичних потреб, захисту від сусідів та інші. В умовах постійної боротьби за виживання всі особи чоловічої статі (а нерідко і жіночої) були одночасно і мисливцями, і землеробами, і воїнами. Серед головних недоліків в ході ведення

війн тих часів відмічалися погана підготовка та дисципліна воїнів. В той же час державні військові формування, які виникли пізніше, попри історичних та національних відмінностей, характеризуються цілеспрямованою підготовкою воїнів, підрозділів та частин, ієрархічною системою субординації, фізичним примусом. В ході підготовки витрачалися значні зусилля для прищеплення війську елементів дисципліни, послідовних навчань і тренувань, наслідком чого стало підвищення рівня їх керованості і маневреності [1, С. 41-43].

У рабовласницьку епоху відмічається нерозвиненість військової організації суспільства. З позицій сьогодення організаційна структура війська була простою, зброя розрахована на використання мускульної сили людей та тварин і за своїми якісними параметрами в різних арміях різнилася не дуже суттєво. Чисельність рабовласницьких армій у різних країнах мала значні відмінності. Приміром, грецькі держави мали можливість виставити на війну не більш як 30-35 тис. чоловік, римляни довгий час також вели війни відносно невеликими арміями у 40-50 тис. чоловік. Особливо великим військом, що складалося з 200-300 тис. чоловік, вели війни перська та китайська імперії, однак утримувати його було надзвичайно важко. З огляду наведених вище обставин в усіх великих рабовласницьких державах поступово відбувався перехід до армії найманців. Значною мірою це було пов'язано і з тим, що мобілізація населення на ведення тривалої війни була неможлива. Так, у греків війни мали сезонний характер, тому що їх головними сільськогосподарськими продуктами були оливки, вино, пшениця, отже, на війну не залишалось достатньо часу (не більше ніж 1-2 місяці на рік) [2, С. 46-54].

Крім розвитку воєнного мистецтва стародавні мислителі поступово почали звертати увагу на етичну сторону війни. Християни, принаймні перші три століття нової ери, виховувалися в душі потужного релігійного пацифізму. Переважна більшість з них зайняла позицію відвертого несприйняття військової служби виходячи з того, що рання християнська церква проповідувала ненасильство. Однак на початку V ст. теологи почали шукати аргументи виправдання військової служби, водночас підкреслюючи примат слухняності Богові.

Стверджується інша ідея: хто вбиває ворога в принципі є слугою закону, який справедливо відповідає насильством на насильство. Святий Августин (354-430 рр.) виступив основоположником чіткого розподілу функцій серед християн: одним належить боротися молитвою проти демонів, іншим – битися зброєю проти варварів. Справедлива війна полягає у захисті Батьківщини, її громадян, власності. У 416 р. переоцінка воєн з позицій релігійного фактору змусила Феодосія II видати декрет, за яким служити в армії могли тільки християни. Таким

чином виник більш тісний симбіоз християнської церкви і держави, політики і релігії [2, С. 124-130].

На початку VII ст. гучно заявляє про себе нова світова сила – іслам. Її засновник Мухамед (570-632 рр.) зміг закласти підвалини не просто релігії подібно християнству, але, воєнно-політичної організації народу, коли церква та держава співпадають. У розв'язанні проблеми життя і смерті в мусульманстві ведуча роль відводилася філософії війни. Як сказано в Корані, меч є ключем до небес і до пекла; всі, хто оголюють його за віру, будуть нагороджені благами, кожна крапля їх крові, кожне страждання, яке переноситься ними, записані будуть на небесах, як заслуги, які перевищують навіть піст та молитву. Війна з невірними є величезна чеснота і неодмінна. Це був проект тотального панування, який містив в собі елементи тотальної війни, стосовно цілей та підготовки воїнів. Протягом короткого часу була введена практика охоплення воєнним навчанням і вихованням всього населення Арабського Халіфату чоловічої статі, яка у подальшому ефективно удосконалювалася і розвивалася [4, С. 101-109].

Територіальна та ідеологічна експансія Арабського Халіфату потужно вплинула на внутрішні матеріальні та духовні процеси в християнських державах. Глибокі трансформації відбулися у воєнному стані: на зміну солдатам Римської імперії, які були зобов'язані все життя служити державі, прийшли збройні зграї на службі варварських керманічів і королів, а згодом – королівське військо, яке щорічно збиралося для воєнних походів [5, С. 237-242].

Предки наші, слов'яни, ввійшли в історію як плем'я вояків-завойовників. Але військова організація їх не була вироблена. Ядром війська перших київських князів-завойовників були скандинавські варяги, які значно вплинули на розвиток слов'янського війська, зокрема стосовно його дисциплінованості, розвитку духу ініціативи, самопожертви, лицарства. Пізніше військо почало поповнюватись місцевим населенням. Але у вирішальних битвах частіше виступали сили варягів. Варяги були професійними вояками, які воєнну справу вважали за своє постійне заняття, з війни добували прожиток і майно. Варяги служили в українському війську до половини XI віку і відіграли головну роль в походах князів Олега, Ігоря, Святослава, Володимира Великого та Ярослава Мудрого. Але пізніше наша держава і армія знайшли опору у власного населення й почали формуватись на власних основах.

Саме в цей час на арену європейської історії поступово виходить новий стан – рицарство, як продукт феодалізації та становлення індивідуалістичного світогляду. Відбувається дуже багато безцільних, анархічних воєн, створюються невеличкі професійні армії під прапорами дрібної та середньої знаті.

XIII ст. було ознаменоване світовим

домінуванням воєнної організації та мистецтва монголо-татар. Війська Чингізхана були надзвичайно організованою, підготовленою, дисциплінованою бойовою потужністю, яка не знала почуттів жалю та співчуття.

В середині XIV ст. почалися повільні зрушення у напрямку відродження воєнного професіоналізму, які стануть загальноновизнаною тенденцією у наступному столітті [6, С. 156-159].

Слід зазначити, що в середні віки війна мала значний релігійний підтекст і надзвичайно обмежену соціальну базу відбору військовослужбовців. Армія збиралася лише на період кампаній, між воїнами не було чіткої підпорядкованості, що призводило до неможливості підтримання у війську суворої військової дисципліни. Суверени феодальних країн у багатьох випадках не мали чітко визначених повноважень щодо ведення бойових дій, вони мобілізували своїх васалів для війни на досить обмежений період. Дрібні землевласники служили, як правило, 10-20 днів, а то й менше. Наприкінці XVI - на початку XVII ст. ситуація змінилася докорінно. Відбувався повільний перехід до масових військових формувань. Основу армії почали складали найманці, котрі були ненадійні та вкрай небезпечні (заколоти, дезертирства).

Протягом XVI та XVII ст. під час бурхливого промислового розвитку виникла не тільки потреба, але й можливість утримувати великі постійні армії, оскільки соціально-економічні зміни створювали для них відповідну матеріальну базу. Збільшення армії відбувалося надзвичайно швидко: вже у 1635 р. французька армія досягла чисельності у 100 тис. чол. Створенню масових армії також сприяло швидке зростання населення: якщо на початку нової ери населення планети складало 150-200 млн. чол., то у 1700 р. – близько 600 млн. чол., а у 1800 р. – 950 млн. Проте слід зауважити, що тогочасні західноєвропейські армії переважно комплектувалися рядовим і навіть командним складом шляхом вербування, що було, фактично, примусовим наймом. Така система часто збирала під прапори армії декласовані елементи суспільства: утікачів, злочинців, дезертирів з армії інших держав і була нестійким джерелом поповнення.

В XVI-XVIII ст. у Речі Посполитій інститут найманства розвивався у “пом’якшених” обставинах, бо головна кінна частина війська, яке поступово професіоналізувалося впродовж першої половини XVI ст., була суто шляхетською, втім в останній чверті XVI ст., коли виникла потреба в численнішій піхоті, шляхетський збройний контингент було розбавлено козаками й так званою затижною піхотою – найманцями, що їх вербували як удома, так і в Угорщині, Трансильванії, Словаччині, німецьких землях, Шотландії. Проте це не міняло фундаментальної засади найманства – виникнення професійної спільноти, для якої засобом прожитку служила

війна. Професійні вояки сприймали свою спільноту як певну цілісність, поєднану небезпечною справою, де “своїми” вважалися представники навіть ворожої армії, натомість цивільне населення відносилось до категорії “чужих”. Не менш виразним є і поділ на “добрих козаків”, тобто професійних воїнів, та “мотлох” – міщан і селян, що пристали до козацького війська.

Україна наприкінці XV – до початку XVIII ст. була тереном вічних битв зі степовиками. Це створило передумови для консолідації військового людю прикордоння в окремих стан. Показання населення на межі так званого Великого Кордону (протистояння мусульманського та християнського світу), особливо навколо Канева і Черкас, на початковій стадії відбувалося за рахунок не стільки селянства і міщанства, скільки за рахунок військово-служилого елементу. Крім того, шукати притулку в козацтві змушена була значна частина українського боярства. Щоб убезпечити себе від постійних набігів з півдня, потрібно було докорінно перебудувати сам спосіб життя цілого народу, підпорядкувавши його боротьбі за самозбереження. Постійна бойова готовність загартувала український народ і розвинула в ньому максимальний військовий інстинкт. Козаки добре пристосувалися до прикордонної війни в умовах дій проти татар, а ще з більшим завзяттям (через регулярну платню) боронили східні кордони Литви. Отже не дивно, що якщо наприкінці XVI ст. козацьке військо складало 12 тис. чол., то наприкінці першої чверті XVII ст. воно налічує вже близько 41 600 чол [7, С. 105-111].

У найважливішому питанні будівництва армії – її комплектуванні, українські козаки знайшли одне з найефективніших для того часу та умов рішення: за допомогою територіально-міліційної та курінної систем. Якщо для поповнення загальновійськових частин російської царської армії застосовувалися рекрутські набори, то в козацьких військах до військової повинності залучалося все чоловіче населення, яке спроможне було носити зброю, у віці від 18 до 38 років. Козаки йшли до виконання військової повинності зі своїм конем, зброєю і спорядженням, які вони утримували своїм коштом.

Інше суттєве надбання організації козацтва полягало в потенційних мобілізаційних можливостях створення великої армії й ефективних шляхах відновлення втрат особового складу. Довготривалі терміни служби забезпечували безперервну високу професійну підготовку козака, військова служба для якого була, фактично, справою всього життя. Рядове козацтво, як і старшина, мобілізувалося за територіальною ознакою. Територіальний принцип комплектування козацького війська зберігався протягом всього часу його існування. Кожна адміністративно-територіальна одиниця – сотня і полк, під час мобілізації було основою й

джерелом комплектування військових одиниць. Курінь виконував адміністративно-господарчу функцію. Він визначав форми власності на землю та розміри прибутку від неї як платню за військову службу, зараховував козака до особового складу війська, контролював його господарську діяльність. Одночасно він мав мобілізаційну функцію і вимагав від конкретної особи повного самозабезпечення (в одязі, озброєнні та харчуванні), а також виконання, у випадку необхідності, військової служби. На базі означеної структури здійснювалась індивідуальна бойова підготовка козака, а також формувалися підрозділи для ведення воєнних дій, які очолювала призначена похідна старшина, створювалися матеріальні запаси та людські резерви. Така система сприяла проведенню швидкої суцільної мобілізації. Саме тому ця система у козаків практично не змінювалась.

Наприкінці 60-х років XVIII століття до збройних сил на території України включалися і наймані (охотницькі) полки. На ці війська, створені гетьманським урядом для придушення опору народних мас зростаючому кріпосницькому гнітові, покладалися насамперед поліцейські функції. Уряд прагнув укомплектувати їх насамперед за рахунок чужоземців [7, С. 124-128].

Аналіз особливостей будівництва українського козацького війська показав, що комплектування війська, так як і його організацію, склад і систему управління необхідно віднести до числа факторів, що зумовили боєздатність Війська Запорізького та сприяли розвитку його воєнного мистецтва. За тих історичних умов територіально-міліційна та курінна система виявилася найбільш ефективною формою при вирішенні головної проблеми побудови збройних сил – забезпеченні постійного джерела поповнення армії. Прийнята в козацькому середовищі система комплектування та організації війська, крім підвищення його ударної сили, вогневих і маневрових можливостей, була спрямована насамперед на створення такої гнучкої організаційної структури, яка б дозволяла у випадку значних втрат легко і без великих витрат відновлюватися. Завдяки цьому ступінь готовності Війська Запорізького до війни був завжди високим. Система навчання і виховання на Запоріжжі була досить досконалою і базувалася саме на досвіді війн і військової практики [8, С. 53-58].

На принципово інших засадах було побудоване військо та способи ведення бойових дій в Османській імперії – основному супротивнику українського козацтва. На той час це було велике багатонаціональне утворення, до складу якого входили значні території й населення Азії, Європи і Північної Африки. Це дозволяло туркам спиратися на майже необмежені матеріальні і людські ресурси. За оцінками військових істориків, турецька армія, принаймні у першій чверті XVII ст., складала близько 250-280 тис. чол., в тому числі піхота – 50-70 тис. чол.,

кіннота – понад 200 тис. чол., що у багато разів перевищувало розміри європейських армій. Найбільш боєздатну силу Османської імперії складало феодалне кінне ополчення (оплачувана кіннота, що була лейб-гвардією султана), яке нараховувало близько 35 тис. чол. (13 % від загальної кількості війська). Чималу роль відігравав і корпус яничар (“залізна піхота” – на зразок російських стрільців), який нараховував до 24-25 тис. чол. Однак найбільш чисельну частину армії Османської імперії (до 200 тис. чол.) складали провінційні ополчення (так зване ленне військо), які збиралися тільки на час війни або походу та майже не навчалися військовій справі. При цьому в ході бойових дій військо через низький індивідуальний вишкіл солдат зазнавало величезних втрат [8, С. 55].

Таким чином, від стародавніх часів до кінця XVIII століття практика підготовки військ зазнала суттєвих змін. Якщо в стародавні часи їх основою була не тільки поодинокі підготовка солдат, але й вишкіл значних тактичних одиниць, то епоха рицарства поставила на перший план індивідуальний професіоналізм та якість озброєння вершника. Незважаючи на кризу, що переживав інститут найманства, він становив основу багатьох армій Європи. Проте суперечність між слабкою вмотивованістю вояків-чужинців на ведення бойових дій, підвищенням професіоналізму, морального духу, військової дисципліни та об’єктивними потребами держави у надійному захисті від зовнішнього ворога постійно зростала. Нерідко своєю стихією, спонтанними діями найманці дестабілізували воєнно-політичну обстановку, здійснювали негативний вплив на місцеве населення через прищеплення йому культу дикої сили та споживи.

### 2. Перехід до масових армій і тотальних воєн.

Кардинальні зміни у військовій сфері, підготовлені усім попереднім розвитком воєнного мистецтва, відбулися під час наполеонівських воєн. Сучасник Наполеона, один із самих відомих французьких воєнних теоретиків в галузі стратегії першої половини XIX ст. Анрі Жоміні (1779-1869 рр.), одним з перших у світі гідно оцінив нові спроможності французького суспільства до стратегічного розгортання та мобілізації і мав для цього вагомі підстави: протягом року французька армія досягла кількості більш, ніж у 1 млн. чол. при загальній чисельності населення приблизно у 25 млн. чол. А.Жоміні спромігся дотепно й узагальнююче відповісти на одне з найактуальніших питань свого часу: в чому полягає основа успіхів французів? Його відповідь була однозначною: найголовніше у вражаючих воєнних результатах французів – чисельність армії та новий рівень мотивації військовослужбовців [1, С. 354-359].

Цікавим є досвід, отриманий французькою армією у XIX столітті під час ведення колоніальних воєн. Колоніальні війни вимагали принципово нового рівня мотивації

військовослужбовців, які не розуміли кінцевої мети ведення бойових дій, швидко втрачали ілюзії щодо можливості отримання легкої перемоги, перебуваючи у постійному ворожому оточенні та жахливих санітарно-гігієнічних умовах [9, С. 11-14].

В Російській імперії служба в армії до середини XIX століття вважалася однією з найпрестижніших, що підтверджується майже повною відсутністю в Росії, на відміну від європейських держав, фактів дезертирства. Велика професійна армія виступала базою успіхів Росії з 1709 року (Полтавська битва) до середини XIX століття (Кримська війна 1853-1856 років).

У 1874 р. Дмитро Олексійович Мілютін (1816-1912 рр.), міністр війни з 1861 по 1881 рр., започаткував воєнну реформу, яка переслідувала три головних цілі:

- покращання адміністративної структури;
- перехід до короткострокової служби, що передбачало зменшення загальної кількості військовослужбовців та підвищення мобілізаційних можливостей держави;
- підвищення якості воєнної освіти, особливо офіцерів.

В процесі реформ було введено загальний військовий обов'язок незалежно від соціального статусу призовників, проте терміни служби залежали від рівня їх освіти: військовослужбовці, які не мали освіти, проходили службу 6 років (пізніше 5), а ті, хто закінчив університет – тільки 6 місяців. Однак за соціальною структурою армія залишалася переважно селянською і була не спроможна на рівних змагатися з високопідготовленими добре оснащеними і більш матеріально та ідеологічно вмотивованими військовими формуваннями розвинутих держав. Відтак, як компенсаційна реакція на воєнно-адміністративне та технологічне відставання, у політичного та військового керівництва формувалася прийнятність значних людських жертв з метою досягнення поставлених цілей.

До початку та в ході першої світової війни в Німеччині та в інших провідних державах світу спостерігалися тенденції щодо запровадження системи практичних заходів підготовки тотальної війни. Ними передбачалося підпорядкування цілям війни всього способу життя нації: побудова системи патріотичного виховання, пріоритетного використання наукових, технологічних, економічних досягнень, насамперед, у військовій сфері, воєнізована освіта тощо. Якщо на початку XIX ст., під час наполеонівських воєн мобілізація людських ресурсів складала 4-6%, то під час Першої світової війни вже 10-20%.

Після Першої світової війни спроба у стислі терміни вирішити майбутнє Росії за рахунок озброєння народу, створення частин на міліційній основі виявилася невдалою. Треба було рішуче змінювати практику будівництва Червоної Армії, залучати до служби військових професіоналів. Якщо у грудні 1918 р. у її складі проходили

службу 22315 колишніх царських офіцерів, то вже у серпні 1920 р. їх нараховувалося 48409 чол. Виходячи з того, що утримання кадрової армії для молоді революційної Росії потребувало значних коштів, постановою ЦК була введена змішана система комплектування військ. На початку 20-х рр. в Радянському Союзі була розроблена воєнна доктрина, на основі якої були розроблені комплексні, проте ретельно деталізовані плани підготовки країни до війни, починаючи від військової підготовки населення в школах. Олександр Андрійович Свечін (1878-1938 рр.), військовий історик і теоретик, стверджував, що у майбутній війні продуктивні сили країни відіграватимуть вирішальну роль з огляду кращої підготовки до боротьби, вимагатимуть поетапної мобілізації великих ресурсів, напруження сил всього народу. Подальші події підтвердили справедливість його слів. Усі провідні фахівці світу справедливо підкреслюють: перемога СРСР у Другій світовій війні – це ствердження концепції мобілізації країни до війни, де людський фактор відіграв провідну роль [9, С. 12].

Таким чином, на етапі переходу до масових армій та тотальних воєн, завдяки демографічним змінам, підвищенню продуктивності праці, іншим факторам стало можливим здійснити перехід до загального військового обов'язку, який майже на два століття постав аксіоматичною вимогою щодо спроможності нації забезпечити або досягти своїх життєво важливих інтересів. Якісно новий рівень чисельності армій вимагав стандартизації та налагодження розгалуженої системи військової освіти, удосконалення організаційно-штатної структури військ. На рівень боєготовності та боєздатності військ почали безпосередньо впливати заходи щодо формування та розвитку національної свідомості особистості, суспільства. Здатність нації вести війну, її воля до перемоги, вміння переносити труднощі і страждання все частіше почали розглядатися як найкращий показник її продуктивних можливостей, рівня ідеологічно-ціннісної мобілізації суспільства. Водночас, досвід ведення воєн другої половини XIX століття переконав, що час малих професійних армій спливає.

### 3. Повоєнний стан та сучасні тенденції.

Поява зброї масового ураження, високоточної зброї, зростання їх потужності, ускладнення обладнання, бойової техніки, поява нових способів та засобів бойових дій призвели до суттєвих змін у функціях та завданнях збройних сил, збільшення їх чисельності та витрат держави на оборонні цілі. Різко загострилися проблеми підвищення професійно ділових та морально-етичних якостей особового складу, технічної надійності зброї, обладнання та бойової техніки. Переоцінки, з урахуванням нових реалій на світовій арені, потребували структура збройних сил, система, принципи, зміст підготовки військовослужбовців, фінансування та пріоритети оборонних програм і т.д. З іншого боку молоді люди, які народилися й вирости в багатому

суспільстві, все більш цинічно ставляться до таких понять, як безкорислива служба державі, мужність, хоробрість, жертвність і т.д. Це негативно позначається на їх бажанні йти до війська, адаптуватися до армійських цінностей, переносити тягар військової служби [9, С. 14-17].

На сьогоднішній день майже 80 держав продовжують комплектувати ЗС за призовом. Ряд країн зберігають змішану систему комплектування. В той же час сучасні тенденції підштовхують держави, недержавні організації та групи до все більшого покладання на добровільні сили, багатоцільові за призначенням, які відрізняються більш тісними зв'язками з цивільним суспільством.

Останні півстоліття позначені послідовним переходом переважної більшості розвинутих країн світу до добровільної системи комплектування війська. Такі процеси, враховуючи особливості об'єктивних та суб'єктивних умов різних країн, протікали і протікають дуже складно та суперечливо. Про це свідчить досвід багатьох країн, які пройшли цей шлях. На сьогодні близько 50 держав світу мають професійні армії, що відрізняються чисельністю, умовами фінансування, рівнем навченості та бойової готовності. Серед них є не тільки високорозвинуті держави, але й ті, що мають порівняно низький економічний потенціал (Індія, Нігерія, Пакистан, Філіппіни).

Однак така тенденція несе із собою певні негативні наслідки. Приміром, на парламентських слуханнях у Нідерландах (2000 р.) авторитетний дослідницький центр з питань міжнародних відносин (інститут "Клінхендаел") виступив з рекомендаціями залучати на військову службу громадян інших країн з метою формування так званого "іноземного легіону" через те, що міністерство оборони країни, починаючи з 1996 р. (року відміни загального військового обов'язку), постійно стикається із серйозними труднощами комплектації війська [9, С. 14]. Незважаючи на те, що ці пропозиції членами законодавчого органу майже одностайно були відхилені, сама їх постановка виглядає симптоматичною. Світовий досвід свідчить, що в жодному з крупних збройних конфліктів контрактна армія дотепер не перемогла. А в особливо загрозливих ситуаціях поновлювався призов, як це зробила у 2015 році Литва на фоні загострення протистояння між Україною та Російською Федерацією.

Таким чином, аналізуючи головні тенденції розвитку збройних сил в історичному контексті, можна зробити висновок, що від стародавніх часів до сьогодні люду, дбаючи про свою безпеку, приділяло значної уваги пошуку шляхів удосконалення організації війська, розвитку його спроможностей виконувати покладені завдання. Збройні сили, як частина держави, гарант самого її існування та процвітання, у різних формах

існували впродовж багатьох віків та існують зараз в усіх країнах світу. Утримання війська, комплектування його особовим складом завжди розглядалося як обов'язок держави.

Протягом своєї історії людуством використовувалось багато способів комплектування збройних сил особовим складом. Можна виділити основні з них [9, С. 15]:

професійна армія – комплектування війська на добровільній основі з числа населення своєї країни на основі розподілу праці у суспільстві;

найманство – вербування до війська професійних вояків з інших країн (або з некорінного населення своєї країни), за відповідну платню;

загальне народне ополчення – збір до війська всього дорослого населення за територіальним принципом, як правило для самооборони;

загальний військовий обов'язок – комплектування війська особовим складом шляхом призову громадян країни на військову службу;

територіально-міліційна система – включала підготовку воїнів, а також формування підрозділів за територіальною ознакою для ведення воєнних дій;

змішаний спосіб комплектування – поєднання різних способів.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

На сьогодні серед фахівців воєнної науки немає єдиних поглядів на те, яка ж система комплектування військ найбільш раціональна: примусова, добровільна (або контрактна), чи змішана. Проте всі вони сходяться на тому, що однозначної відповіді на це питання немає. Кожна країна вирішує його в залежності від конкретних умов, які склалися в усіх сферах її життя на цей час, та поглядів на їх можливі зміни у майбутньому.

Аналізуючи досвід, набутий державами світу протягом свого існування, можна зробити певні висновки та узагальнити фактори, від яких залежить вибір способу комплектування збройних сил особовим складом, та їх вплив на вибір того чи іншого способу комплектування.

Вибір певного способу комплектування війська завжди залежав від конкретних умов, які склалися для кожного конкретного суспільства. Основу армії безперечно складають люди. І тому правильно обраний спосіб комплектування збройних сил може мати вирішальний вплив на якість виконання покладених на них завдань. Обираючи спосіб комплектування армії особовим складом, кожна країна повинна керуватися лише власними інтересами, використовуючи багатий досвід, набутий людуством протягом всієї історії свого існування.

### Література

1. Мандрагеля В. Причини та характер воєн (збройних конфліктів); філософсько-соціологічний аналіз: Монографія. – К., 2003. – Бібліогр.: 570 с. 2. Гиббон Э.

Упадок и разрушение Римской империи. – Москва, 2005. – Центрполиграф. – 243 с. 3. Гареев М. А. Если завтра война? – М.: Изд. "Владар", 1995. – 239 с.

4. Журавлев И. В. Подготовка воинов Аллаха (VI-VIII в.в.): Историко-педагогическое исследование. – М. 2000.  
5. Стариков Е. Н. Общество – казарма от фараонов до наших дней. Новосибирск: Сибирский хронограф, 1996. – 420 с. 6. Флори Ж. Идеология меча. Предыстория рыцарства. Эвразия, 1999. – 320 с. 7. Крип'якевич І., Гнатевич Б., Стефанів З., Думін О., Шрамченко С. Історія українського війська. – Львів, 1992. Вид. “Світ”.

8. Корнієнко В. В. Особливості виховання та навчання козацької молоді у Війську Запорізькому наприкінці XVI-початку XVII ст.ст.// Збірник наукових праць. – К.: Військовий гуманітарний інститут Національної академії оборони України, 2000. – №4(17). – С.53-58.  
9. Лішавський В. Комплектування війська: служба за контрактом плюс резерв. – “Народна Армія”, 07.07.2004.

## НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ВОЙСК ЛИЧНЫМ СОСТАВОМ

*Николай Петрович Думенко (канд. воен. наук)*

*Александр Леонидович Михайлов*

*Анатолий Викторович Подлесный*

*Вадим Витальевич Мащталир (канд. истор. наук)*

*Генеральный штаб Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина*

*Исторический и современный опыт свидетельствует о том, что только наличие развитого оборонного сектора и его главной составляющей - вооруженных сил, их готовность к наращиванию были и будут сдерживающим фактором от любых внешних посягательств и основой для проведения политики в защиту национальных интересов любого государства мира.*

*Выбор способов комплектования войск личным составом всегда зависел от конкретных условий, которые складывались для каждого конкретного общества с учетом таких факторов, как социально-политическое устройство государства; направление внешней политики государства; направление военной политики государства; уровень военной угрозы; наличие материальных и человеческих ресурсов; развитие вооружения и военной техники; развитие военного искусства; уровень патриотизма населения и тому подобное.*

*Ключевые слова:* война; личный состав; комплектований войск.

## SOME ASPECTS OF MANNING PERSONAL COMPOSITION

*Mykola P. Dumenko (Candidate of Military Sciences)*

*Oleksandr L. Mykhailov*

*Anatolii V. Pidlisnyi*

*Vadym V. Mashtalir (Candidate of Historical Sciences)*

*General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

*Historical and current experience shows that only the presence of advanced defense sector and its main component - the armed forces, their readiness for capacity have been and will be a deterrent against any external attacks and the basis for a policy to protect the national interests of any country in the world.*

*The choice of ways of troops manning always depended on the specific conditions that evolved for each society, taking into account factors such as the socio-political structure of the state; direction of foreign policy; direction of military policy; the level of military threat; availability of material and human resources; development of arms and military equipment; development of military art; level of patriotism population, etc.*

*Keywords:* War; personnel; troops manning.

## References

1. Mandrahelia V. (2003), The causes and nature of wars (armed conflicts); philosophical and sociological analysis: Monograph. [*Prychyny ta kharakter voien (zbroinykh konfliktiv); filosofsko-sotsiologichnyi analiz: Monohrafiia*], Kyiv, Bibliohr, 570 p. 2. Gibbon Je. (2005), Decline and Fall of the Roman Empire [*Upadok i razrushenie Rimskoj imperii*], Moscow, Centrpoligraf, 243 p. 3. Gareev M.A. (1995), If tomorrow the war?. [*Esli zavtra vojna?*], Moscow: Izd. “Vladar”, 239 p. 4. Zhuravlev I.V. (2000), Preparing soldiers of Allah (VI-VIII centuries): Historical and pedagogical research [*Podgotovka voinov Allaha (VI-VIII v.v.): Istoriko-pedagogicheskoe issledovanie*] Moscow. 5. Starikov E.N. (1996), Society - the barracks of the Pharaohs in the present day. Novosibirsk: Siberian chronograph, [*Obshchestvo – kazarma ot faraonov do nashih*

*dnjej. Novosibirsk: Sibirskij hronograf*], 420 p. 6. Flori Zh. (1999), The ideology of the sword. Background of chivalry. Eurasia, 320 p. 7. Krypiakovykh I., Hnatevych B., Stefaniv Z., Dumin O., Shramchenko S. (1992), History of Ukrainian troops [*Istoriia ukrainskoho viiska*], Lviv, Vyd. “Svit”. 8. Korniienko V.V.. (2000) Features of education and training young Cossacks Cossack Army in the late XVI-early XVII centuries [*Osoblyvosti vykhovannia ta navchannia kozatskoi molodi u Viisku Zaporizkomu naprykintsi XVI-pochatku XVII st.st.*], Zbirnyk naukovykh prats, Kyiv: Viiskovyi humanitarnyi instytut Natsionalnoi akademii obrony Ukrainy, No 4(17), pp. 53-58. 9. Lishavskyi V. (2004) Picking host service contract plus reserve [*Komplektuvannia viiska: sluzhba za kontraktom plius rezerv*], “Narodna Armiia”

Отримано: 02.02.2016 року.

*Олексій Миколайович Загорка (д-р військ. наук, професор)*

*Анатолій Казимирович Павліковський (канд. військ. наук, доцент)*

*Ірина Олексіївна Загорка*

*Олена Владиславівна Полякова*

*Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## СИНТЕЗ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ УПРАВЛІННЯ УГРУПОВАННЯМ ВІЙСЬК (СИЛ): МЕТОДИЧНИЙ АСПЕКТ

*У статті для синтезу організаційної структури управління угрупованням військ (сил) застосовані основні принципи теорії організації. Синтез організаційної структури управління включає: визначення цілей управління, пошук альтернативних структур і вибір з них раціональної структури.*

*Запропоновано порядок синтезу організаційної структури управління угрупованням військ (сил). Формування альтернативних варіантів організаційної структури здійснюється емпіричним шляхом. Вибір оптимального варіанта організаційної структури управління угрупованням військ (сил) здійснюється з використанням відомих методів таксономії. Для застосування цих методів запропонована сукупність показників, що характеризують ефективність функціонування системи управління, її властивості, якість організаційної структури та витрати на технічне оснащення, зміст, оперативну підготовку органів управління.*

**Ключові слова:** *теорія організації; організаційна структура управління; угруповання військ; методи таксономії.*

### Вступ

**Постановка проблеми.** Вирішальна роль у забезпеченні успішного виконання поставлених завдань угрупованням військ (сил) належить його системі управління, яка створюється на підставі існуючої структури Збройних Сил (ЗС), складу військ, що призначаються для ведення бойових дій. На теперішній час при визначенні (синтезі) організаційної структури управління угрупованням військ (сил) в основному застосовуються емпіричні методи, тобто використовується досвід побудови таких структур у минулому власними ЗС або іншими державами без їх оптимізації відносно виконання поставлених завдань, що не завжди є виправданим. Крім того, при формуванні організаційної структури управління угрупованням військ (сил) переважно застосовуються діючі органи військового управління (ОВУ), які не здатні у повній мірі своєчасно урахувати зміну воєнно-політичної обстановки та існуючі можливості ЗС щодо створення угруповання військ (сил).

Створення угруповання військ (сил) без оптимізації його організаційної структури управління може привести до зниження ефективності виконання завдань військовими формуваннями і невиправданим ресурсним витратам. Тому при синтезі організаційної структури управління угрупованням військ (сил) необхідно використовувати відповідні методи.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Основні положення синтезу організаційних структур управління підприємствами загального призначення розглянуті в теорії організації [1-3]. У працях [4, 5] наведені приклади синтезу організаційних структур. Однак, у наведених працях не ураховані особливості функціонування систем управління військового призначення.

Винятком є праця [6], у якій розглянуті методичні положення обґрунтування організаційної структури ОВУ, однак не організаційної структури управління угрупованням військ (сил). Слід відзначити, організаційна структура ОВУ є складова організаційної структури управління угрупованням військ (сил). Разом з тим теоретичні та практичні положення праць [1-6] доцільно використати при обґрунтуванні організаційної структури управління угрупованням військ (сил).

Мета статті полягає в розробленні методичних положень синтезу організаційної структури управління угрупованням військ (сил).

### Виклад основного матеріалу дослідження

Відповідно до відомого загальноприйнятого поняття [7] під синтезом організаційної структури управління угрупованням військ (сил) можна розуміти визначення складу органів управління, їх підрозділів та зв'язків між ними. Синтез організаційної структури управління угрупованням військ (сил) – це слабоструктурована проблема, яка повинна вирішуватися починаючи з визначення цілей управління, пошуку та аналізу альтернативних структур і закінчуючи вибором більш переважної структури. Для обґрунтування рішень по слабоструктурованих проблемах звичайно використовуються об'єктивні моделі, які дозволяють отримати кількісні показники, і суб'єктивні методи (наприклад, методи експертного оцінювання).

Синтез організаційної структури управління угрупованням військ (сил) може здійснюватися з використанням двох підходів [8]. При використанні першого підходу зразу формується декілька альтернативних варіантів структури, потім здійснюється їх оцінка і вибір найкращого.



При використанні другого підходу у рамках одного варіанта рівень за рівнем будується раціональна структура, при цьому на кожному кроці оптимізується тільки один з варіантів рівнів.

Реально може існувати велика кількість можливих варіантів організаційної структури управління угрупованням військ (сил). Формування тільки декількох з них при використанні першого підходу обумовлює можливість пропуску раціонального варіанта, а розгляд великої кількості варіантів є дуже трудомістким. При другому підході раціональна організаційна структура управління визначається для кожного рівня ієрархії системи управління, що не завжди може забезпечити побудову

раціональної організаційної структури управління угрупованням військ (сил) у цілому.

У той же час при синтезі організаційної структури управління угрупованням військ (сил) організаційні форми нижньої ланки можуть не змінюватися. З аналізу досвіду будівництва ЗС можна вважати, що найбільшу зміну зазнають організаційні структури армійських корпусів, командувань та їх ОВУ. Крім того, обмежена кількість сил і засобів, що призначаються для створення угруповання військ (сил), також обумовлює зменшення можливих варіантів організаційної структури управління. При наявності таких обставин для синтезу організаційної структури управління угрупованням військ (сил) правомочно застосування першого підходу.



Рис. 1. Узагальнена схема методичного підходу до синтезу організаційної структури управління угрупованням військ (сил)

Узагальнена схема методичного підходу до синтезу організаційної структури управління угрупованням військ (сил), яка розроблена з використанням основних положень теорії організації [1-3], приведена на рис. 1.

Відповідно до наведеного підходу для здійснення синтезу організаційної структури управління угрупованням військ (сил) насамперед на підставі оцінки складу сил і засобів угруповання військ (сил) противника, прогнозування форми і способів його застосування повинні бути визначені мета, форма і завдання угруповання своїх військ (сил). Це дає можливість визначити цілі і завдання функціонування системи управління угрупованням військ (сил). Далі з урахуванням складу сил і засобів, що призначаються для створення угруповання військ (сил), можливих способів його застосування з використанням емпіричних методів формуються варіанти загальної організаційної структури угруповання військ (сил).

Для кожного варіанта загальної організаційної структури угруповання військ (сил) розробляються організаційні структури відповідних ОВУ з використанням методичних положень, що викладені у праці [6].

При цьому функції (завдання) ОВУ визначаються керівними й нормативними документами і виконуються проведенням відповідних заходів. Такі заходи взаємозв'язані. Тому при синтезі організаційної структури ОВУ необхідно здійснювати їх групування, що може виконуватися з використанням евристичних методів або методів експертного оцінювання [9]. Експертами розглядаються всі  $n$  заходів і визначаються ступені їх взаємозв'язку  $[a_{ij}]_n$ ,  $i = \overline{1, n}$ ;  $j = \overline{1, n}$ . При групуванні всі заходи поділяються на  $k$  груп по  $b_\xi$  заходів у кожній  $\xi$ -ої групі ( $\xi = \overline{1, k}$ ,  $b_\xi > 0$ ). У праці [4] запропонована спеціальна математична модель групування робіт (заходів), яка базується на використанні методів Монте-Карло і спрямованого перебору. При цьому цільова функція розв'язання задачі має вигляд

$$A = \sum_{\xi} \sum_{i, j \in \Omega} a_{ij} \Rightarrow \max; \xi = \overline{1, k}$$

при обмеженнях

$$\sum_{i \in \Omega_\xi} i = b_\xi; \sum_{\xi=1}^k b_\xi = n; \sum_{i \in \Omega_\xi} t_i \leq n_\xi T_\xi,$$

де  $A$  – величина сумарного зв'язку розподілу заходів по групах;

$\Omega_\xi$  – перелік номерів заходів, що об'єднуються у  $\xi$ -у групу;

$t_i$  – потрібний об'єм трудовитрат фахівця на виконання  $i$ -го заходу за період часу  $T$ ;

$n_\xi$  – допустима кількість фахівців у групі, що виконують  $\xi$ -й вид робіт;

$T_\xi$  – допустимий об'єм робочого часу одного фахівця при виконанні  $\xi$ -го виду робіт з період часу  $T$ .

За результатами розв'язання задачі групування знаходяться значення величин  $b_\xi$ ,  $k$  і безліч номерів  $(i)$  ( $i \in \Omega_\xi$ ) заходів ( $\Omega_\xi; \xi = \overline{1, k}$ ), що дозволяє сформулювати варіант складу центрів (груп) командного пункту ОВУ [6].

Відповідно до методичного підходу (рис. 1) раціональна організаційна структура ОВУ для кожного варіанта структури угруповання військ (сил) визначається шляхом порівняльного оцінювання декількох варіантів таких структур з використанням методів таксономії [10]. Розв'язання задачі вибору раціонального варіанта структури будь-якої системи з використанням методів таксономії здійснюється у багатомірному просторі, розмірність якого визначається кількістю показників, що застосовуються для порівняння варіантів структури. Кожному варіанту структури системи відповідає визначена сукупність значень показників у багатомірному просторі.

Для порівняння варіантів організаційної структури ОВУ пропонується застосовувати показники ефективності бойових дій угруповання військ (сил) і показники функціонування ОВУ та якості його структури (табл. 1).

Крім показників, що наведені у табл., при визначенні раціонального варіанта організаційної структури ОВУ доцільного урахувати загальну вартість витрат на технічне оснащення, утримання і оперативну підготовку ( $B_{\text{заг}}$ ).

Для визначення чисельних значень показників застосовуються методи моделювання бойових дій, аналітичні залежності та методи експертного оцінювання.

У праці [6] запропоновано синтез організаційної структури ОВУ з використанням методів таксономії здійснювати у два етапи. На першому етапі таксономічні показники  $\beta$  варіантів організаційної структури ОВУ пропонується визначати за показниками якості  $K_{\text{сц}}^*$ ,  $K_{\text{ос}}^*$ ,  $K_{\text{цуюс}}^*$ ,  $K_{\text{узг}}^*$ ,  $K_{\text{кер}}^*$ ,  $K_{\text{вп}}^*$  та вартості  $B_{\text{заг}}$ . На другому етапі – за узагальненими показниками  $M_{\text{вт}}^{\text{пр}}$ ,  $M_{\text{вт}}^{\text{нв}}$ , частковими показниками  $T_{\text{бг}}^*$ ,  $P_{\text{вз}}^*$ ,  $P_{\text{реак}}^*$ ,  $K_{\text{б}}^*$ ,  $K_{\text{ж}}^*$ ,  $K_{\text{оп}}^*$ ,  $\delta_r$  та таксономічними показниками  $\beta$ , які отримані на першому етапі.

Застосування двоетапної процедури синтезу дає змогу коректно застосувати узагальнені та часткові показники у процесі визначення раціональної організаційної структури ОВУ за допомогою методів таксономії.

Порядок застосування методів таксономії для порівняльного оцінювання альтернатив наведений у багатьох працях [4, 9, 11] і не потребує подальшого викладу.

Отримані варіанти загальної структури угруповання військ (сил) та раціональні варіанти організаційних структур ОВУ для кожного з них дозволяють сформулювати варіанти організаційної структури управління угрупованням військ (сил) у цілому.

Для вибору раціонального варіанта організаційної структури управління угрупованням військ (сил) також пропонується застосовувати методи таксономії. Порівняння варіантів організаційної структури управління доцільно також здійснювати з використанням показників, що наведені у табл. 1. При цьому часткові показники повинні визначатися для

системи управління угрупованням військ (сил). Крім того, при порівнянні варіантів доцільно застосовувати узагальнений показник якості організаційної структури управління, який визначається за формулою

$$K_{\text{як}} = \sqrt[6]{K_{\text{сц}} \cdot (1 - K_{\text{ос}}) \cdot (1 - K_{\text{цуюс}}) \cdot K_{\text{узг}} \cdot K_{\text{кер}} \cdot K_{\text{вп}}}$$

Таблиця 1

Показники для оцінювання варіантів організаційної структури ОВУ

Найменування показника	Фізичний зміст	Позначення
<u>Узагальнені показники</u> Математичне сподівання величини відносних втрат угруповання військ противника	Відношення математичного сподівання величини бойового потенціалу противника, що знищується в операції (під час ведення бойових дій), до сумарного бойового потенціалу його угруповання військ (сил)	$M_{\text{вт}}^{\text{пр}}$
Математичне сподівання величини відносних втрат угруповання своїх військ	Відношення математичного сподівання величини втраченого нашого бойового потенціалу в операції (під час ведення бойових дій) до сумарного бойового потенціалу нашого угруповання військ (сил)	$M_{\text{вт}}^{\text{нв}}$
<u>Часткові показники функціонування ОВУ</u> Математичне сподівання часу приведення КП, на якому розміщується ОВУ, у бойову готовність	Ураховуються часи, які витрачаються на переміщення і розгортання КП, організацію зв'язку, інженерне обладнання та проведення інших заходів	$T_{\text{бг}}^*$
Імовірність виконання завдань у заданий (нормативний) час	Визначається з використанням нормальної функції розподілу Лапласа і урахуванням реального та заданого часу виконання завдань	$P_{\text{вз}}^*$
Імовірність своєчасної реакції на дії противника	Також визначається з використанням нормальної функції розподілу Лапласа	$P_{\text{реак}}^*$
Коефіцієнт безперервності управління	Відношення часу, упродовж якого виконується умова безперервного управління, до всього періоду, що розглядається	$K_{\text{б}}^*$
Показник живучості ОВУ	Відношення кількості завдань, що можуть виконуватися після дії противника, до кількості завдань, що повинні виконуватися	$K_{\text{ж}}^*$
Показник оперативності управління	Визначається з використанням нормальної функції розподілу Лапласа з урахуванням різниці між заданим і середнім часом циклу управління	$K_{\text{оп}}^*$
Ступінь обґрунтованості рішення, що приймається на операцію (бій)	Відношення приросту ефективності бойових дій угруповання військ (сил) за рахунок застосування раціонального способу до заданої (потрібної) ефективності	$\delta_{\text{р}}$
<u>Показники якості організаційної структури</u> Структурний коефіцієнт централізації управління	Відношення кількості військових формувань, що управляються з ОВУ, зокрема через органи управління інших рівнів, до загальної кількості військових формувань в угрупованні військ (сил)	$K_{\text{сц}}^*$
Коефіцієнт централізації управління за особовим складом	Відношення чисельності особового складу ОВУ до чисельності особового складу всіх органів управління угруповання військ (сил)	$K_{\text{цуюс}}^*$
Коефіцієнт зайнятості особового складу управлінською діяльністю	Відношення чисельності особового складу ОВУ до чисельності особового складу підпорядкованих військових формувань	$K_{\text{ос}}^*$
Коефіцієнт узгодженості функцій (завдань)	Визначається підсумовуванням ступеней узгодженості функцій (завдань), які оцінюються експертами, з урахуванням їх важливості	$K_{\text{узг}}^*$
Коефіцієнт дотримання норм керованості	Відношення прийнятої норми керованості до кількості військових формувань, що управляються з ОВУ	$K_{\text{кер}}^*$
Коефіцієнт відповідності посад функціям (завданням)	Відношення кількості посад, які відповідають функціям (завданням), до кількості посад за штатом	$K_{\text{вп}}^*$

На рис. 2 наведена упорядкована сукупність організаційних структур ОВУ і управління показників для порівняння варіантів угрупованням військ (сил).

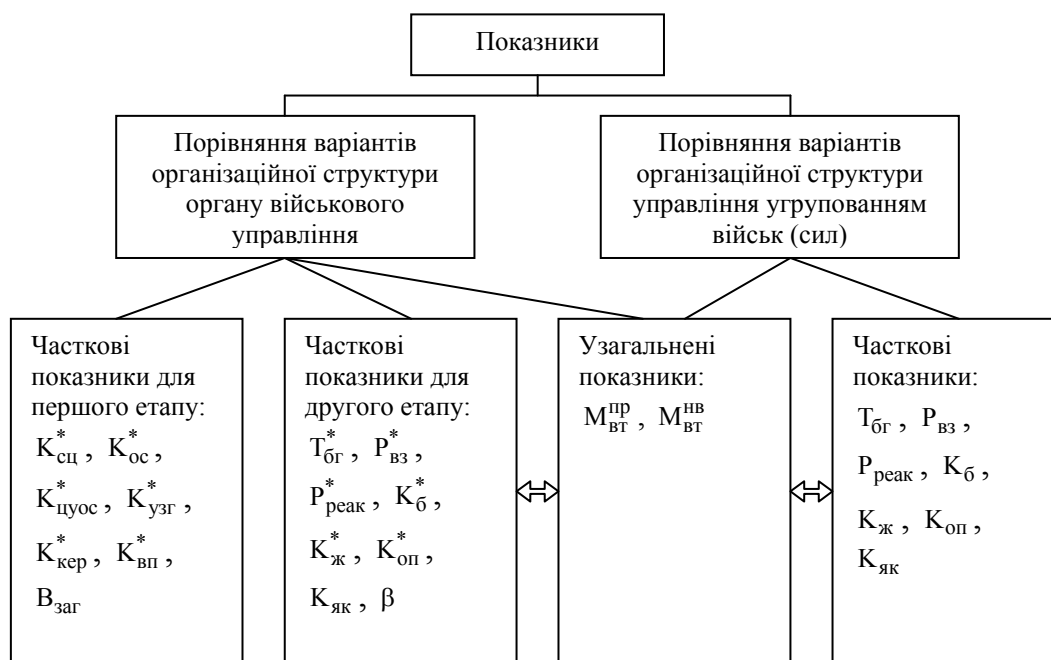


Рис. 2. Упорядкована сукупність показників для порівняння варіантів організаційних структур ОВУ і управління угрупованням військ (сил)

Застосування методів таксономії дозволяє за сукупністю показників визначити ступені переваги варіантів організаційної структури управління угрупованням військ (сил), що може використовуватися як рекомендація при його створенні.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

1. Синтез організаційної структури управління угрупованням військ (сил) запропоновано здійснювати шляхом порівняльного оцінювання варіантів такої організаційної структури, які

можуть бути сформовані з використанням емпіричних методів.

2. Для порівняння варіантів організаційної структури управління угрупованням військ (сил) доцільно використовувати методи таксономії.

3. У подальшому на підставі наведеного методичного підходу доцільно розробити методіку синтезу організаційної структури управління угрупованням військ (сил), яка може з'являтися складовою інформаційно-аналітичного забезпечення ОВУ.

### Література

1. Мильнер Б. З. Теория организации: учебник / Б. З. Мильнер. – М. : ИНФРА – М, 2003. – 558 с.  
 2. Лафта Дж. К. Теория организации: учеб. пособие / Дж. К. Лафта. – М. : ТК Велби; Проспект, 2003. – 416 с.  
 3. Райченко А. В. Прикладная организация / А. В. Райченко. – СПб. : Питер, 2003. – 304 с.  
 4. Городнов В. П., Фык О. В. Математическое моделирование, оценка эффективности и синтез организационных структур предприятий / В. П. Городнов, О. В. Фык. – Х. : Изд-во Нар. укр. акад., 2005. – 192 с.  
 5. Лейбkind А. Р., Рудник Б. Л., Тихомиров А. А. Математические методы и модели формирования организационных структур управления / А. Р. Лейбkind, Б. Л. Рудник, А. А. Тихомиров. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1982. – 230 с.  
 6. Телелим В. М., Тимошенко Р. І., Загорка О. М. Обґрунтування організаційної структури органів військового управління: методичний аспект / В. М. Телелим, Р. І. Тимошенко, О. М. Загорка // Наука і оборона. – 2013. – №1. – С. 45-50.  
 7. Николаев В. И., Брук В. М.

Системотехника: методы и приложения / В. И. Николаев, В. М. Брук. – Л. : Машиностроение, 1985. – 199 с.  
 8. Основы теории и методологии планирования строительства Вооруженных Сил Российской Федерации: Военно-теоретический труд / Под общей редакцией Квашнина А. В. – М. : Воентехиздат, 2002. – 232 с.  
 9. Загорка О. М., Тимошенко Р. І., Коваль В. В., Тюрін В. В., Загорка І. О. Методичні підходи до структурного синтезу систем військового призначення / О. М. Загорка, Р. І. Тимошенко, В. В. Коваль, В. В. Тюрін, І. О. Загорка // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 1(14). – С. 8-15.  
 10. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в эконометрическом моделировании / В. Плюта. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 176 с.  
 11. Загорка О. М., Мосов С. П., Сбітнев А. І., Стужук П. І. Елементи дослідження складних систем військового призначення / О. М. Загорка, С. П. Мосов, А. І. Сбітнев, П. І. Стужук. – К. : НАОУ, 2005. – 100 с.

**СИНТЕЗ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППИРОВКАМИ ВОЙСК (СИЛ):  
МЕТОДИЧЕСКИЙ АСПЕКТ**

*Алексей Николаевич Загорка (д-р воен. наук, профессор)  
Анатолий Казимирович Павликовский (канд. воен. наук, доцент)  
Ирина Алексеевна Загорка  
Елена Владиславовна Полякова*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*В статье для синтеза организационной структуры управления группировкой войск (сил) применены основные принципы теории организации. Синтез организационной структуры управления включает: определение целей управления, поиск альтернативных структур и выбор из них рациональной структуры.*

*Предложен порядок синтеза организационной структуры управления группировкой войск (сил). Формирование альтернативных вариантов организационной структуры осуществляется эмпирическим методом. Выбор рационального варианта организационной структуры управления группировкой войск (сил) осуществляется с использованием известных методов таксономии. Для применения этих методов предложена совокупность показателей, характеризующих эффективность функционирования системы управления, ее свойства, качество организационной структуры и затраты на техническое оснащение, содержание, оперативную подготовку органов управления.*

*Ключевые слова:* теория организации; организационная структура управления; группировка войск; методы таксономии.

**SYNTHESIS OF ORGANIZATIONAL STRUCTURE MANAGEMENT FORCE GROUPING  
(FORCES): METHODOLOGICAL ASPECTS**

*Oleksii M. Zahorka (Doctor of Military Sciences, Professor)  
Anatolii K. Pavlikovskiy (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)  
Iryna O. Zahorka  
Olena V. Poliakova*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*In an article for the synthesis of organizational management structure grouping of troops (forces) applied the basic principles of organization theory. Synthesis of organizational management structure includes: the definition of management objectives, the search for alternative structures and the selection of them rational structure.*

*Proposed procedure for synthesis of organizational management structure grouping of troops (forces). Formation of organizational alternatives is the empirical method. Rational option of organizational management structure grouping of troops (forces) is carried out using the known methods of taxonomy. To apply these methods proposed set of indicators characterizing the effective functioning of the management system, its properties, the quality of the organizational structure and cost of equipment, maintenance, operational training.*

*Keywords:* organization theory; management and organizational structure; grouping of troops; taxonomic methods.

**References**

- 1. Mylner B.Z.** (2003), Organization Theory: textbook. [Teorija organizacii: uchebnyk], Moscow, INFRA, 558 p.
- 2. Lafta Dzh. K.** (2003), Organization Theory: Textbook. Benefit. [Teorija organizacii: ucheb. posobie], Moscow. TK Velbi; Prospekt, 416 p.
- 3. Rajchenko A.V.** (2003), Applied organization. [Prikladnaja organizacija], SPb.: Piter, 304 p.
- 4. Gorodnov V.P., Fyk O.V.** (2005), Mathematical modeling, evaluation and synthesis of organizational structures of enterprises. [Matematicheskoe modelirovanie, oценка jеffektivnosti i sintez organizacionnyh struktur predpriyatij], Kharkiv: Izd-vo Nar. ukr. akad, 192 p.
- 5. Lejbkind A.R., Rudnik B.L., Tihomirov A.A.** (1982), Mathematical methods and models for formation of institutional structures of control. [Matematicheskie metody i modeli formirovaniya organizacionnyh struktur upravlenija], Moscow, Izd-vo Mosk. un-ta, 230 p.
- 6. Telelym V.M., Tymoshenko R.I., Zahorka O.M.** (2013), Justification organizational structure of command and control: methodological aspects. [Obgruntuvannia orhanizatsiinoi struktury orhaniv viiskovoho upravlinnia: metodychnyi aspekt], Nauka i oborona, No 1, pp. 45-50.
- 7. Nikolaev V.I., Bruk V.M.** (1985), Systems Engineering: Methods and Applications. [Sistemotekhnika: metody i prilozhenija] L.: Mashinostroenie, 199 p.
- 8. Fundamentals** of the theory and methodology of planning the construction of the Russian Armed Forces: Military theoretical work, (2002), [Osnovy teorii i metodologii planirovaniya stroitel'stva Vooruzhennyh Sil Rossijskoj Federacii: Voенно-teoreticheskij trud], Pod obshhej redakciej Kvashnina A.V., Moscow, Voentehizdat, 232 p.
- 9. Zaghorka O.M., Tymoshenko R.I., Kovalj V.V., Tjurin V.V., Zaghorka I.O.** (2014), Methodological approaches to structural synthesis of military. [Metodychni pidkhody do strukturnogho syntezu system vijsjkovogho pryznachennja], Nauka i tekhnika Povitrianykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrainy, No 1(14), pp. 8-15.
- 10. Pljuta V.** (1989), Comparative multivariate analysis in econometric modeling. [Sravnitel'nyj mnogomernyj analiz v jekonometricheskom modelirovanii], Moscow, Finansy i statistika, 176 p.
- 11. Zaghorka O.M., Mosov S.P., Sbitnjev A.I., Stuzhuk P.I.** (2005), Elements of the study of complex military systems. [Elementy doslidzhennja skladnykh system vijsjkovogho pryznachennja], Kyiv: NAOU, 100 p.

Отримано: 03.02.2016 року.

Дмитро Анатолійович Купрієнко (канд. техн. наук, доцент)

Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, Хмельницький, Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИМОГ ЩОДО ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ПРИКОРДОННОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ В СИСТЕМАХ МОНІТОРИНГУ НАЦІОНАЛЬНОЇ ТА МІЖНАРОДНОЇ БЕЗПЕКИ

У результаті аналізу нормативно-правових актів та наукових досліджень встановлено невідповідність між сучасними вимогами щодо управління прикордонною безпекою України та можливостями чинної системи моніторингу її стану. З огляду на це актуалізовано завдання розробки системи оцінювання стану прикордонної безпеки України як науково-методичного апарату двох надсистем моніторингу: національної безпеки України та регіональної прикордонної безпеки Євросоюзу. В ході дослідження процесу функціонування та подальшого розвитку зазначених систем моніторингу визначено основні вимоги щодо оцінювання стану прикордонної безпеки. Проведено верифікацію існуючих науково-методичних підходів та апаратів оцінювання її стану, визначено можливість їх адаптації до сучасних вимог.

**Ключові слова:** прикордонна безпека; оцінювання; вимоги; моніторинг.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Забезпечення прикордонної безпеки (ПБ) України є невід'ємною умовою стабільного функціонування систем безпеки національного і міжнародного рівнів [1].

Зіткнувшись з безпрецедентними загрозами на початку XXI сторіччя, ключові суб'єкти міжнародних відносин (національні держави, наднаціональні інституції) змінюють підходи забезпечення різних систем безпеки, які передбачають моніторинг безпекового середовища за допомогою відповідних методів її вимірювання. Метою запровадження такої ідеї є ефективне інформаційно-аналітичне забезпечення фахівців у галузі державного управління оціночними і прогностичними даними для прийняття рішень у сфері національної безпеки (НБ) України як в мирний час, так і в особливий період [2]. Зазначене свідчить про те, що в теорії і практиці НБ України відбувається методологічний поворот від дискурсивних поглядів до більш об'єктивних, а саме: від думок окремих експертів до загальноновизнаних науково-методичних підходів та апаратів (НМП/А) оцінювання; від оцінювання окремих сфер (складових) до комплексного оцінювання стану безпеки.

Однак, кожна сфера НБ має свої іманентні особливості, що апріорі робить проблемним використання єдиного універсального ефективного підходу. Це обумовлює актуальність завдання щодо розробки системи оцінювання стану НБ у відповідних сферах. Зокрема, у цій статті буде розглядатися завдання оцінювання стану прикордонної безпеки.

Проблеми забезпечення ПБ розглядаються і на міжнародному рівні [1; 3]. У контексті політики євроінтеграції в Україні поступово розширюється правова база для співробітництва із

прикордонними службами держав-членів ЄС, а також іншими спеціалізованими установами ЄС. Участь в спільних операціях і міжнародних проектах на прикордонних територіях передбачає взаємодію на основі спільних стандартів. Так, наприклад, регламентом Європейського Парламенту і Ради від 22.10.2013 №1052/2013 [4] засновано Європейську систему нагляду за зовнішніми кордонами (European Border Surveillance System – EUROSUR). У складі цієї системи домінує місце має мережа координаційних пунктів і центрів, які здійснюють інформаційно-аналітичну діяльність щодо забезпечення ПБ у рамках міжінституційного, національного і міжнародного співробітництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми оцінювання стану ПБ України комплексно досліджували вчені В. О. Косевцов, М. М. Литвин, В. Ю. Мишаковський, П. А. Шишолін [5-7]. Так, наприклад, в роботі [5] стан ПБ України пропонується оцінювати через визначення можливості реалізації 7 пріоритетних національних інтересів України, зіставляючи їм 38 найбільш небезпечних загроз (за допомогою експертних методів та багатовимірного порівняльного аналізу).

Окреслена методика набула подальшого розвитку в дослідженні М. Литвина, П. Шишоліна, В. Косевцова [6]. Автори використали підхід, що ґрунтується на аналізі комплексу найвагоміших (часткових) показників (загалом їх 31), які характеризують процеси, що відбуваються одночасно в різних сферах прикордонної діяльності. У межах зазначеного підходу передбачено агрегацію часткових показників до єдиного інтегрального показника, що характеризує ступінь розвитку процесів, які відбуваються на державному кордоні. Для його розрахунку

застосовано методичний апарат багатомірної порівняльної оцінки, який ґрунтується на методах таксономії.

У третьому підході, що висвітлений у роботі [7], розв'язано обернену задачу щодо оцінювання стану ПБ – обґрунтовано методику оцінювання рівня загроз національній безпеці (стан НБ) у сфері охорони державного кордону. У цьому випадку модель рівня загроз, яку побудовано на основі математичного апарату алгебри кортежів та методу аналізу ієрархій, репрезентовано у вигляді навантаженого графу з нечіткими околами вершин. Останній є інтерпретацією інтегрального показника рівня загроз, що вирахований як адитивна функція від 9 кортежів показників.

Відповідність окреслених підходів сучасним потребам (тобто їх придатність) можна оцінити лише співставляючи їхні характеристики вимогам щодо науково-методичного апарату оцінювання стану ПБ України. Так як у проаналізованих роботах ці вимоги не окреслено, їх буде розглянуто у цій статті.

Окрім того, наявність трьох різних методик оцінювання стану ПБ України та недостатня апробація їх у відповідній системі моніторингу та управління свідчить про те, що станом на сьогодні зазначене завдання не вирішено, і воно є актуальним.

**Мета статті** полягає у визначенні загальних вимог щодо оцінювання стану прикордонної безпеки України.

Окремі завдання: 1) на основі аналізу функціонування та подальшого розвитку систем моніторингу стану ПБ України та Євросоюзу визначити основні вимоги щодо оцінювання стану ПБ; 2) верифікувати існуючі НМП/А оцінювання стану ПБ України, визначити можливість їх адаптації до сучасних вимог.

### Методи дослідження

Дослідження проводилося в рамках НДР “Розробка методологічного підходу щодо комплексної оцінки загроз прикордонній безпеці” (шифр 214-0056 I “Оцінка загроз”). У ході дослідження використовувалися такі методи: аналіз, абстрагування, ідеалізація, узагальнення, дедукція, індукція, аналогія, системний, евристичний, теорія ймовірностей, математична статистика, прогнозування.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Система оцінювання стану ПБ України, як і будь-яка інша система, повинна мати свою мету (призначення) та функції. Особливої уваги потребує вивчення природи утворення цієї системи та середовища її функціонування. По суті, зазначені мета, функції, природа та середовище визначають роль та місце цієї системи оцінювання, її внесок у надсистему(и), задають її кібернетичний образ, тобто дозволяють сформувати прототип.

Розглянемо ці аспекти більш детально.

На наш погляд, система оцінювання стану ПБ України повинна мати подвійне призначення, адже ПБ, з одного боку, є складовою НБ України, а з іншого, – регіональної прикордонної безпеки Євросоюзу.

На сьогодні Рада національної безпеки і оборони України (РНБОУ) на виконання указу Президента [2] запропонувала проект системи індикаторів (показників), що характеризують НБ України за 24 сферами, у т.ч. прикордонної безпеки.

Оцінювати стан НБ України пропонується за відповідною системою індикаторів (показників), кожен з яких має узагальнено кількісно та якісно характеризувати стан НБ у відповідній сфері. Загалом ці індикатори відображають наявність (відсутність) ризиків і загроз національній безпеці у досліджуваній сфері, дозволяють виявити загрозливі тенденції у безпековому середовищі. Визначення таких індикаторів та їх відхилень від порогових значень є основою ефективної державної системи кризового реагування та прийняття стратегічних рішень у сфері національної безпеки [8].

Відповідно до перспективних вимог, окрім кількісних та якісних значень індикаторів, отриманих за результатами моніторингу, до РНБОУ потрібно надавати: перелік поточних проблемних питань, прогнозований стан НБ у визначеній сфері та висновки (проблемні питання, на які потрібно звернути першочергову увагу; пропозиції щодо загального напрямку зосередження зусиль; пропозиції щодо заходів з нейтралізації проблемних питань, термінів їх виконання та відповідальних суб'єктів).

Очевидно, що при здійсненні моніторингу стану НБ за допомогою індикаторів та їх граничних значень важливо відстежувати динаміку процесів, які відбуваються в різних її сферах, а не лише окремі події, так як кожна подія є наслідком процесу, що приводить до певного результату [9].

У проекті рішення РНБОУ вказується, що для визначення індикаторів відповідні органи державної влади повинні вести моніторинг стану НБ України, який полягає у діяльності щодо збору, збереження і обробки даних. Для цього має бути створена мережа відомчих ситуаційних центрів – програмно-апаратних комплексів зі збору, накопичення і обробки інформації, необхідної для підготовки та прийняття відповідних рішень.

З іншого боку, як вже було зазначено, процес євроінтеграції України обумовлює потребу у її готовності щодо охорони частини зовнішнього східного кордону Євросоюзу. Саме тому вже сьогодні є нагальним застосувати європейські підходи забезпечення ПБ (управління станом ПБ). При цьому слід врахувати, що зазначені підходи також не є усталеними, а знаходяться у фазі активного розвитку. Це є наслідком стрімкого зростання рівнів терористичної та міграційної загроз для Європи останніми роками. Зважаючи на

це Комісія Парламенту та Ради Європи тільки протягом грудня 2015 року підготувала низку документів стратегічного значення, яким надано найвищий пріоритет. Це насамперед: “Повідомлення щодо Європейської прикордонної та берегової охорони, ефективного управління на зовнішніх кордонах Європи” [10], “Повідомлення щодо Восьмої дворічної доповіді про функціонування Шенгенської зони” [11], а також “Рекомендація про прийняття Практичного посібника з впровадження та управління європейською системою нагляду за кордонами” [12]. Також у січні 2016 року Комітет з питань цивільних свобод, правосуддя і внутрішніх справ підготував доповідь для Європейського Парламенту “Про ситуацію у Середземномор’ї та необхідність цілісного підходу до міграції” [13].

Результати аналізу зазначених документів, а також низки тематичних доповідей та наукових публікацій, свідчать про кризову ситуацію у сфері ПБ Євросоюзу, яка виявила недоліки в системі управління безпекою кордонів. Стає все більш очевидним, що окремі держав-члени Євросоюзу не можуть адекватно подолати ці проблеми. Однак, влада Євросоюзу намагається їх вирішити, зокрема, шляхом а) переходу до єдиної політики з управління безпекою на зовнішньому кордоні, що ґрунтується на принципі спільної та посиленої відповідальності між суб’єктами забезпечення ПБ; б) значного збільшення потенціалу та розширення мандату наднаціональної безпекової структури – Європейської Агенції з питань управління оперативним співробітництвом на зовнішніх кордонах держав-членів Європейського Союзу (FRONTEX); в) створення Європейської прикордонної і берегової охорони; г) подальшого розвитку спільної платформи EUROSUR для забезпечення обміну інформацією та співробітництва між державами-членами ЄС та Агенцією FRONTEX.

В аспекті досліджуваної проблеми найбільший інтерес має саме EUROSUR як багатоцільова система, що є інформаційно-комунікаційною основою для адекватного функціонування інших зазначених систем. Вона призначена для виявлення та аналізу загроз на зовнішніх кордонах Євросоюзу, для запобігання та боротьби з ними.

Система EUROSUR, використовуючи комплексні результати спостереження, розвідки і аналізу ризиків, дозволяє органам влади національного та європейського рівнів краще зрозуміти стан ПБ і створює передумови для оперативного реагування на зміни обстановки, що необхідно для збереження, функціонування та подальшого розвитку Шенгенської зони. Мова йде про те, що зона Євросоюзу без внутрішніх кордонів може функціонувати лише при ефективному захисті його зовнішніх кордонів.

З метою регулярного обміну інформацією про обстановку у режимі часу, близькому до реального, обміну розвідданими і тісного співробітництва між суб’єктами, взаємодія

компонентів системи EUROSUR відбувається на двох рівнях:

1. На національному рівні – органи взаємодіють за допомогою мережі національних координаційних центрів (локального – ЛКЦ, регіонального – РКЦ та загальнонаціонального – НКЦ значення), що здійснюють нагляд за ділянками державного кордону та обмін інформацією в режимі “24/7”. За результатами оцінювання ситуаційної інформації, управління розвідувальним процесом та розробки аналітичних продуктів формуються та безперервно уточнюються національні ситуаційні картини.

2. На європейському рівні – національні координаційні центри обмінюються інформацією між собою та з Агенцією FRONTEX через мережу зв’язку EUROSUR, на основі чого формуються та безперервно уточнюються європейська ситуаційна картина, а також загальна розвідувальна картина на суміжних прикордонних територіях.

За таких умов формується єдиний механізм міжінституційного, національного і міжнародного співробітництва з метою швидкого та узгодженого реагування на ситуації у прикордонній сфері на основі спільних стандартів. Далі на основі аналізу елементів національної ситуаційної картини визначається рівень впливу загроз на стан ПБ на ділянках кордону. При цьому рівень впливу, який є функцією від параметрів загрози та уразливості системи протидії, передбачено визначати за допомогою загальної інтегрованої моделі аналізу ризиків держав-членів Євросоюзу “CIRAM 2.0” [14; 15], розробленої Агенцією FRONTEX. Відповідно до моделі, “загроза” – це сила або тиск на зовнішні кордони, яка характеризується щодо величини та імовірності; “уразливість” – це здатність чинної системи безпеки протидіяти загрозі, а “вплив” – це потенційні наслідки можливої загрози. За результатами аналізу ризиків відповідно до рівня впливу загроз на конкретних ділянках державного кордону потрібно визначити адекватні заходи.

При такому підході аналіз ризиків є ключовим інструментом у забезпеченні оптимального розподілу державних та європейських ресурсів у рамках наявного бюджету, з урахуванням наявних сил та засобів. Це також визначено у преамбулі до Регламенту [16]: “ґрунтуючись на спільній моделі аналізу ризиків, Агентство має здійснювати аналіз ризиків з метою надання Співтовариству та державам-членам ЄС належної інформації, можливості вжити належних заходів або усувати виявлені загрози та ризики для вдосконалення інтегрованого управління кордонами”.

Важливо підкреслити, що у рамках інтегрованого управління кордонами аналіз ризиків проводиться за різними сферами на різних рівнях, які обумовлені чотирирівневою моделлю доступу: у третій країнах, у суміжних країнах, на державному кордоні, у зоні вільного пересування (на внутрішній території).



З урахуванням цього на рівні Євросоюзу Агенція FRONTEX утворила три мережі спільного аналізу ризиків у сфері інтегрованого управління кордонами (FRAN, WB-RAN, EB-RAN), які більш детально розглянуті у роботі [17]. Спільний звіт складається з опису і аналізу випадків нелегальної міграції, незаконного перетинання кордонів на східних ділянках зовнішнього кордону ЄС, а також містить регіональний аналіз щодо шляхів нелегальної міграції, способів їх використання. Попередній регіональний аналіз опрацьовує кожна з третіх країн учасниць.

Отже, на наш погляд, мета оцінювання стану ПБ України як складової НБ України та європейської прикордонної безпеки – це забезпечення об'єктивності управління станом прикордонної безпеки на основі її безперервного моніторингу та реагування на його результати шляхом регулювання діяльності компонентів системи прикордонної безпеки. Різниця полягає в особливостях утворення індикатора стану ПБ та визначенні його рівнів (порогових та граничних). Як свідчить європейський досвід, для комплексного забезпечення ПБ можна застосовувати широкий спектр заходів від місцевого до глобального рівнів правоохоронного, воєнного, адміністративного, політичного, дипломатичного, економічного, інформаційного, візового, компенсаційного та ін. характеру.

Інше питання, яке потрібно з'ясувати, стосується фізичного змісту (процесу формування) узагальненого індикатора стану ПБ. Які при цьому аспекти і яким чином слід враховувати? Як виокремити те, що стосується суто ПБ, від інших видів безпеки (напр. воєнної, міграційної, екологічної, економічної, транспортної тощо), які також мають (можуть мати) прикордонний або транскордонний характер.

Очевидно, дати відповіді на ці питання можна з урахуванням внеску системи ПБ в інші види безпеки. При цьому можна застосувати підхід, що враховує функціональність державного кордону. Зокрема, як політичний маркер державний кордон виконує декілька функцій, серед яких найбільш важливими є позначення на місцевості державної території та межі розповсюдження державного суверенітету, а також фільтрування транскордонних потоків.

У цьому аспекті забезпечення ПБ полягає у захисті території та встановлених режимів від протиправних змін та адекватному регулюванні транскордонних потоків: потрібно відфільтрувати шкідливі (деструктивні) потоки від корисних (конструктивних). При цьому щодо шкідливих потоків потрібно створити режим максимальної бар'єрності, а щодо корисних – контактності. За таких умов загрози прикордонній безпеці потрібно розглядати щонайменше з трьох позицій:

1 – протиправної зміни державної території;

2 – проникнення через кордон деструктивних потоків;

3 – перешкоджання руху через кордон конструктивних потоків.

Щодо кожної з зазначених позицій потрібно комплексно врахувати вплив різноманітних факторів формування передумов та загроз. При цьому під загрозами також розуміємо порушення або нестворення умов для гарантування законних прав та свобод громадян, суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності тощо.

Фактори першої позиції мають характеризувати протистояння стабільності (безпеки) і дестабілізації (небезпеки) режиму державної території. Фактори другої та третьої позиції мають характеризувати фільтруючу функцію державного кордону ("пропуск корисного" та "затримка шкідливого"), у т.ч. його "віртуальних проєкцій" на інших рівнях забезпечення ПБ, напр., щодо отримання віз, дозволів тощо.

При цьому вплив зазначених факторів, на наш погляд, раціонально відображати у частках (імовірностях) або відсотках щодо кожного виду та складових загроз. Напр., частка наркотичних засобів марки "А", вилучених на кордоні відносно загального потоку даного наркотику.

Також важливо зафіксувати відповідальність державних органів у процесі моніторингу стану ПБ. Така потреба пов'язана із тим, що ПБ не є уособленим (відокремленим) видом безпеки, а локальним "прикордонним зрізом-фільтром" на шляху транскордонних потоків. Для забезпечення ПБ запроваджено механізм "інтегроване управління кордоном", який в Україні охоплює діяльність різних суб'єктів: МВС, МЗС, Мінінфраструктури, Міноборони, СБУ, Адміністрації Держприкордонслужби, ДФС, ДМС, Національної поліції, Національної гвардії та інших компетентних органів державної влади [19]. Кожна з цих інституцій оцінює стан певної ("галузевої") сфери безпеки в комплексі. З огляду на це традиційний підхід щодо проведення аналізу ризику "CIRAM 2.0", при якому ризик є функцією загрози, уразливості та впливу доцільно проводити силами однієї інституції. Саме компетентні органи влади повинні визначати бажані параметри фільтрації (рівні, вагові коефіцієнти тощо) на шляху транскордонних потоків.

При визначенні вимог щодо оцінювання ПБ також потрібно врахувати, що дестабілізуючі сили, які супроводжують суспільно-політичні та соціально-економічні процеси, як правило, характеризуються відносно великими часовими інтервалами виникнення, нагромадження й загасання, "розмитістю" точок застосування, що робить ці процеси певною мірою латентними, інерційними та недостатньо керованими, а іноді й цілковито некерованими на великих часових проміжках (особливо, якщо вони глобального характеру). Втрати, яких зазнає при цьому суспільство, важко оцінити, а ще складніше їх відновити. Саме тому вектори функціонування системи ПБ потрібно орієнтувати не тільки на

нейтралізацію дестабілізуючих сил, що вже виникли або з'являються, а здебільшого ініціювати превентивні дії. Найбільш дієвим шляхом забезпечення ПБ має бути прогнозування та раннє виявлення небезпек на основі урахування динаміки зміни відповідних показників, та відповідне реагування на його результати.

Також підкреслимо, що процес оцінювання ПБ є доволі складним і передбачає наявність як об'єктивної, так і суб'єктивної складових елементів рішення. На рівень безпеки впливає велика кількість факторів, які можна відобразити по-різному: лінгвістичними засобами, через числові та логічні значення, елементи баз даних тощо. Крім того, вони мають різний вплив на стан ПБ [7]. У зв'язку із цим моніторинг є складним (багатокомпонентним та багаторівневим) і динамічним інформаційним процесом, який потрібно здійснювати на основі автоматизованої системи управління. Для цього в систему слід закласти однозначні алгоритми обробки інформації, а одержувані інформаційні продукти повинні відповідати загальним вимогам до

інформації в системах управління: актуальності, адекватності, достовірності, оперативності, повноти, точності, цінності; дотримання обмежень, встановлених законом; захисту права на доступ до інформації; презумпції доступності та відкритості інформації; своєчасності надання інформації; відповідальності за порушення права на доступ до інформації [20].

Таким чином, проведений аналіз функціонування та подальшого розвитку систем моніторингу стану ПБ України та Євросоюзу дозволяють сформулювати основні вимоги щодо оцінювання стану ПБ, яка сприятиме актуальності, адекватності, достовірності, оперативності, повноти, точності та цінності інформації (див. 2 графу табл. 1).

Верифікацію НМП/А [5-7] (див. графі 3-5 табл.1) проведено за ознакою релевантності (якісна шкала наведена у табл.2). При цьому слід підкреслити, що всі вимоги, які наведено у другій графі табл. 1, є обов'язковими, а це не потребує визначення їх вагових коефіцієнтів.

Таблиця 1

Систематизація вимог щодо оцінювання стану ПБ України та верифікація релевантності існуючих НМП/А

№ вимоги	Зміст вимоги	Оцінка релевантності існуючих НМП/А		
		[5]	[6]	[7]
1	2	3	4	5
1.	Система оцінювання має охоплювати усю суб'єктно-об'єктну сферу системи ПБ, а також враховувати усі значущі фактори, що впливають на стабільність режиму державної території, пропускну здатність системи ПБ щодо конструктивних та деструктивних потоків.	1	2	2
2.	Система повинна передбачати відображення оцінок за такими елементами (ознаками):	-	-	-
2.1.	Загальний стан ПБ України.	0	3	2
2.2.	Стан ПБ за окремими сферами (або загрозами).	3	3	3
2.3.	Стан ПБ на окремих ділянках державного кордону із суміжними державами.	2	2	2
2.4.	Стан ПБ України на окремих рівнях, визначених концепцією інтегрованого управління кордонами.	0	0	2
2.5.	Стан ПБ, значення якого інтегроване за визначеними часовими інтервалами, напр., тиждень, місяць, квартал, півріччя, рік, п'ять років.	2	2	2
2.6.	Динаміка (зміна) стану ПБ порівняно з попереднім періодом.	1	2	2
2.7.	Динаміка (зміна) стану ПБ порівняно з аналогічним періодом минулого року.	1	2	2
2.8.	Прогнозування стану ПБ на наступний період.	1	3	2
2.9.	Прогнозування стану ПБ на аналогічний період наступного року.	1	2	2
3.	Система має враховувати методологічний підхід аналізу ризиків:	-	-	-
3.1.	- величину та імовірність виникнення загрози;	0	0	0
3.2.	- уразливість системи протидії загрозі;	0	0	0
3.3.	- вплив загрози (у випадку реалізації).	0	0	0
4.	Система повинна передбачати можливість зворотного відстеження порядку утворення індикатора стану ПБ та поетапного аналізу його складових на все більш низьких рівнях аж до первинних (закладених в неї) даних.	1	1	3
5.	Система повинна мати науково обґрунтовані порогові та граничні значення стану ПБ, які є індикаторами для прийняття управлінських рішень щодо забезпечення ПБ (відповідальність за цей процес має розподілятися між суб'єктами інтегрованого управління кордоном).	0	0	1

1	2	3	4	5
6.	Система повинна передбачати автоматизацію оцінювання на основі однозначних алгоритмів обробки інформації.	1	1	2
7.	Одержувані інформаційні продукти повинні відповідати загальним вимогам до інформації в системах управління: актуальність, адекватність, достовірність, оперативність, повнота, точність, цінність; дотримання обмежень, встановлених законом; захисту права на доступ до інформації; презумпції доступності та відкритості інформації; своєчасності надання інформації; відповідальності за порушення права на доступ до інформації.	1	1	1
Сума балів		14	24	28

Таблиця 2

**Якісна шкала верифікації існуючих НМП/А оцінювання стану ПБ за ознакою релевантності**

Якісна оцінка НМП/А	Ознака релевантності НМП/А
3 – “відповідає”	Аспект повною мірою враховано у НМП/А.
2 – “переважно відповідає”	Аспект в основному враховано, але НМП/А потребує несуттєвого (методичного) доопрацювання.
1 – “частково відповідає”	Аспект частково враховано, але НМП/А потребує суттєвого (методологічного) доопрацювання. Або неможливо встановити ступінь врахування аспекту.
0 – “не відповідає”	Аспект не враховано у НМП/А.

**Висновки й перспективи подальших досліджень**

1. У результаті аналізу нормативно-правових актів (чинних і проектів) та наукових досліджень встановлено невідповідність між сучасними вимогами щодо управління прикордонною безпекою України та можливостями чинної системи моніторингу її стану. З огляду на це актуальним є завдання розробки системи оцінювання стану прикордонної безпеки України як науково-методичного апарату системи моніторингу.

2. Важливою особливістю цієї системи оцінювання є те, що вона є одночасно складовою двох надсистем моніторингу: національної безпеки України та регіональної прикордонної безпеки Євросоюзу.

**Література**

1. **Border Security and Management Concept: Framework for Co-operation by the OSCE Participating States.** 13 Meeting of the Mimstelan council, Ljubljana, December 2005. МС. DOC/2/05 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osce.org/mc/17452?download=true>.  
 2. **Про рішення** Ради національної безпеки і оборони України від 6 травня 2015 року “Про Стратегію національної безпеки України”: Указ Президента України від 26.05.2015 № 287/2015 // Урядовий кур’єр від 29.05.2015. – 2015. – № 95.  
 3. **Хартия** европейской безопасности. Стамбул, 1999 г. // Человек и право. – 2000. – № 2. – С. 34–45 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www1.umn.edu/humanrts/russian/osce/basics/Reurosecharter.html>.  
 4. **Regulation (EU) No 1052/2013 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2013 establishing the European Border Surveillance System (Eurosur), OJ L 295, 6.11.2013, p. 11** [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.osce.org/mc/17452?download=true>.  
 5. **Шишолін П. А.** Оцінка стану прикордонної безпеки України / П. А. Шишолін // Наука і оборона. – 2003. – № 4. – С. 14-17.  
 6. **Литвин М. М.** Оцінка зміни рівня

3. Визначено загальні вимоги щодо оцінювання стану прикордонної безпеки України в системах моніторингу стану національної та міжнародної безпеки.

4. У результаті верифікації існуючих НМП/А оцінювання стану прикордонної безпеки України встановлено, що найбільше відповідає вимогам інструментарій, репрезентований у роботі [7]. Цьому сприяє застосування навантаженого графу з нечіткими околами вершин, який має значні можливості щодо поступового нівелювання ентропії.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розробку науково-методичного апарату оцінювання стану прикордонної безпеки, а також обґрунтування моделі системи моніторингу стану прикордонної безпеки та алгоритмів реагування на його результати.

прикордонної безпеки України / М. М. Литвин, П. А. Шишолін, В. О. Косевцов // Наука і оборона. – 2004. – № 2. – С. 26-29.  
 7. **Мишаковський В. Ю.** Методика оцінювання рівня загроз національній безпеці у сфері охорони державного кордону / В. Ю. Мишаковський // Честь і закон. – 2012. – № 4 (43). – С. 27-30.  
 8. **Концептуальні** засади розвитку системи забезпечення національної безпеки України : аналіт. доп. / О. О. Резнікова, В. Ю. Цюкало, В. О. Паливода, С. В. Дрьомов, С. В. Сьомін. – К. : НІСД, 2015. – 58 с.  
 9. **Качинський А.Б.** Індикатори національної безпеки: визначення та застосування їх граничних значень : монографія / А. Б. Качинський. – К. : НІСД, 2013. – 104 с.  
 10. **A European Border and Coast Guard and effective management of Europe's external borders / Strasbourg, COM(2015) 15.12.2015 673 final** [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-15-6327\\_en.pdf](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6327_en.pdf).  
 11. **Eighth** biannual report on the functioning of the Schengen area (1 May - 10 December 2015) / Strasbourg, COM(2015) 675 final [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ec.europa.eu/dgs/home-affairs/e-library/documents/policies/borders-and->

visas/schengen/docs/eighth\_biannual\_report\_on\_the\_functioning\_of\_the\_schengen\_area\_en.pdf. **12. Commission** Recommendation adopting the Practical handbook for implementing and managing the European Border Surveillance System (EUROSUR Handbook), C(2015) 9206 final, 15.12.2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://ec.europa.eu/dgs/home-affairs/what-we-do/policies/securing-eu-borders/legal-documents/docs/eurosur\\_handbook\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/home-affairs/what-we-do/policies/securing-eu-borders/legal-documents/docs/eurosur_handbook_en.pdf). **13. Draft** Report on The situation in the Mediterranean and the need for a holistic EU approach to migration / Committee on Civil Liberties, Justice and Home Affairs (2015/2095(INI)), 18.01.2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.statewatch.org/news/2016/jan/ep-draft-report-on-med.pdf>. **14. Guidelines** for Risk Analysis. Units Structure and tools for the application of CIRAM version 2.0 / FRONTEX, Warsaw, Poland, 2012. – 112 p. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://capacity4dev.ec.europa.eu/sites/default/files/file/03/11/2014\\_-\\_1104/7\\_ciram\\_guidelines\\_2012\\_interactive\\_v6.pdf](http://capacity4dev.ec.europa.eu/sites/default/files/file/03/11/2014_-_1104/7_ciram_guidelines_2012_interactive_v6.pdf). **15. Посібник** з аналізу ризиків за моделлю CIRAM 2.0 для аналітиків Державної прикордонної служби України / Кристина Скажинська, Даріуш Навроцкі. Київ, 2015. – 133 с. **16. Council** Regulation (EU) No 2007/2004 of the European Council of 26 October

2004 establishing a European Agency for the Management of Operational Cooperation at the External Borders of the Member States of the European Union, OJ L349/1, 25.11.2004 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004R2007&from=EN>. **17. Махнюк А. В.** Стан запровадження системи аналізу ризиків у прикордонних відомствах держав-членів Європейського Союзу / А. В. Махнюк // Інвестиції: практика та досвід. – 2012. – № 6. С. 122-125 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.investplan.com.ua/pdf/6\\_2012/33.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/6_2012/33.pdf). **18. FRAN** Quarterly. Q01 2015 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://frontex.europa.eu/assets/Publications/Risk\\_Analysis/F\\_RAN\\_Q1\\_2015.pdf](http://frontex.europa.eu/assets/Publications/Risk_Analysis/F_RAN_Q1_2015.pdf). **19. Концепція** інтегрованого управління кордонами: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 28.10.2015 № 1149-р // Офіційний вісник України. – 2015. – № 90. – с. 126. – ст. 3047 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1149-2015-%D1%80>. **20. Бачило И. Л.** Информационное право : учебник / И. Л. Бачило, В. Н. Лопатин, М. А. Федотов ; под ред. акад. РАН Б. Н. Топорнина. – СПб. : Юрид. центр Пресс, 2001. – 240 с.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩИХ ТРЕБОВАНИЙ ОТНОСИТЕЛЬНО ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОГРАНИЧНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ УКРАИНЫ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА НАЦИОНАЛЬНОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

*Дмитрий Анатолиевич Куприенко (канд. техн. наук, доцент)*

*Национальная академия Государственной пограничной службы Украины имени Богдана Хмельницкого, Хмельницкий, Украина*

*В результате анализа нормативно-правовых актов и научных исследований установлено несоответствие между современными требованиями относительно управления пограничной безопасностью Украины и возможностями действующей системы мониторинга ее состояния. Учитывая это, в статье актуализировано задачу разработки системы оценивания состояния пограничной безопасности Украины как научно-методического аппарата двух надсистем мониторинга: национальной безопасности Украины и региональной пограничной безопасности Евросоюза. В ходе исследования процесса функционирования и дальнейшего развития указанных систем мониторинга определены основные требования относительно оценивания состояния пограничной безопасности. Проведена верификация существующих научно-методических подходов и аппаратов оценивания ее состояния по признаку релевантности, определена возможность их адаптации к современным требованиям. Дальнейшие исследования целесообразно направить на разработку научно-методического аппарата оценивания состояния пограничной безопасности, а также на обоснование модели системы мониторинга состояния пограничной безопасности и алгоритмов реагирования на его результаты.*

**Ключевые слова:** пограничная безопасность; оценивание; требования; мониторинг.

## THE DEFINITION OF COMMON REQUIREMENTS FOR THE ASSESSMENT OF THE UKRAINE BORDER SECURITY STATE IN THE NATIONAL AND INTERNATIONAL SECURITY MONITORING SYSTEMS

*Dmytro A. Kupriienko (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)*

*National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytskyi, Khmelnytskyi, Ukraine*

*Enhancement of border security in Ukraine is an indispensable condition for stable functioning of the safety systems at the national and international levels. The results of the analysis of legal acts and scientific studies reveal a considerable gap between current requirements to border security management in Ukraine and possibilities of existing system to monitor its condition. With this in mind, the article brings into focus the task of developing a system of Ukrainian border security condition evaluation as a scientific and methodological apparatus of two monitoring super-systems: national security of Ukraine and regional border security of the EU. Basic requirements for border security condition assessment have been determined during the study of the process of operation and further development of these monitoring systems. At the same time border security*

threats have been addressed from three perspectives: unlawful change of state territory, penetration of destructive flows through the border, and impeding the movement of constructive flows across the border. Verification of existing scientific and technical approaches and border security condition assessment apparatus has been carried out; possibility of their adjustment to modern requirements has been determined. For this purpose a qualitative scale, reflecting the relevance assessment and its description has been applied. It is expedient to focus further research on the development of scientific and methodological apparatus of border security condition assessment as well as the validation of border security condition monitoring system model and its results response algorithms.

**Keywords:** border security; estimation procedure; requirements; monitoring.

### References

1. MC. DOC/2/05 (2005), Border Security and Management Concept: Framework for Co-operation by the OSCE Participating States. 13 Meeting of the Mimstenal council, Ljubljana, available at: <http://www.osce.org/mc/17452?download=true>.
2. On the Resolution of the National Security and Defense Council of Ukraine of May 6, 2015 "On the National Security Strategy of Ukraine" [*Pro rishennia Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 6 travnia 2015 roku "Pro Stratehiiu natsionalnoi bezpeky Ukrainy"*], Presidential Decree of 26.05.2015 No 287/2015, "Uriadovyi kurier" newspaper of 29.05.2015, No 95.
3. Charter for European Security [*Hartiya evropeyskoy bezopasnosti. Stambul*], Istanbul, (1999), Man and the law, No 2, pp. 34–45, available at: <http://www1.umn.edu/humanrts/russian/osce/basics/Reurosecharter.html>.
4. Regulation (EU) No 1052/2013 of the European Parliament and of the Council of 23 October 2013 establishing the European Border Surveillance System (Eurosir), OJ L 295, p. 11, available at: <http://www.osce.org/mc/17452?download=true>.
5. Shysholin P.A. (2003), Assessment of border security of Ukraine [*Otsinka stanu prykordonnoi bezpeky Ukrainy*], Kyiv, Nauka i oborona, No 4, pp. 14-17.
6. Lytvyn M.M., Shysholin P.A., Kosevtsov V.O., (2004), Assessment of changes in border security of Ukraine [*Otsinka zminy rivnia prykordonnoi bezpeky Ukrainy*], Kyiv, Nauka i oborona, No 2, pp. 26-29.
7. Myshakovskiy V.Y. (2012), Methods of assessment of threats to national security in the sphere of border protection [*Metodyka otsiniuvannia rivnia zahroz natsionalnii bezpetsy u sferi okhorony derzhavnogo kordonu*], Chest i zakon, No 4 (43), pp. 27-30.
8. Reznikova O.O., Tsiukalo V.Y., Palyvoda V.O., Dromov S.V., Somn S.V. (2015), Conceptual bases of the national security system of Ukraine development [*Kontseptualni zasady rozvytku systemy zabezpechennia natsionalnoi bezpeky Ukrainy : analit. dop.*], Kyiv, NISD, 58 p.
9. Kachynskiy A.B. (2013), Indicators of National Security: definition and application of limit values: monograph [*Indykatory natsionalnoi bezpeky: vyznachennia ta zastosuvannia yikh hranychnykh znachen : monohrafiia*], Kyiv, NISD, p. 104 p.
10. COM(2015) 673 final, A European Border and Coast Guard and effective management of Europe's external borders, Strasbourg, available at: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-15-6327\\_en.pdf](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-15-6327_en.pdf).
11. COM(2015) 675 final, Eighth biannual report on the functioning of the Schengen area (1 May-10 December 2015), Strasbourg, available at: [http://ec.europa.eu/dgs/home-affairs/e-library/documents/policies/borders-and-visas/schengen/docs/eighth\\_biannual\\_report\\_on\\_the\\_functioning\\_of\\_the\\_schengen\\_area\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/home-affairs/e-library/documents/policies/borders-and-visas/schengen/docs/eighth_biannual_report_on_the_functioning_of_the_schengen_area_en.pdf).
12. C(2015) 9206 final, Commission Recommendation adopting the Practical handbook for implementing and managing the European Border Surveillance System (EUROSUR Handbook), available at: [http://ec.europa.eu/dgs/home-affairs/what-we-do/policies/securing-eu-borders/legal-documents/docs/eurosur\\_handbook\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/home-affairs/what-we-do/policies/securing-eu-borders/legal-documents/docs/eurosur_handbook_en.pdf).
13. (2015/2095(INI), Draft Report on The situation in the Mediterranean and the need for a holistic EU approach to migration / Committee on Civil Liberties, Justice and Home Affairs, available at: <http://www.statewatch.org/news/2016/jan/ep-draft-report-on-med.pdf>.
14. Guidelines for Risk Analysis. Units Structure and tools for the application of CIRAM version 2.0, FRONTEx, Warsaw, Poland, 112 p., available at: [http://capacity4dev.ec.europa.eu/sites/default/files/file/03/11/2014\\_-\\_1104/7\\_ciram\\_guidelines\\_2012\\_interactive\\_v6.pdf](http://capacity4dev.ec.europa.eu/sites/default/files/file/03/11/2014_-_1104/7_ciram_guidelines_2012_interactive_v6.pdf).
15. Krystyna Skazhynska, Dariush Navrotski, Guide for risk analysis on CIRAM 2.0 model for analysts of the State Border Guard Service of Ukraine [*Posibnyk z analizu ryzykiv za modelliu CIRAM 2.0 dlia analitykiv Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy*], Kyiv, 133 p.
16. Council Regulation (EU) No 2007/2004 of the European Council of 26 October 2004 establishing a European Agency for the Management of Operational Cooperation at the External Borders of the Member States of the European Union, OJ L349/1, available at: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/html/?uri=celex:32004R2007&from=EN>.
17. Makhniuk A.V. (2012), Status of risk analysis implementation in border agencies of the EU member states [*Stan zaprovadzhennia systemy analizu ryzykiv u prykordonnykh vidomstvakh derzhav – chleniv Yevropeiskoho Soiuzu*], Investytsii: praktyka ta dosvid, No 6, pp. 122-125, available at: [http://www.investplan.com.ua/pdf/6\\_2012/33.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/6_2012/33.pdf).
18. Q01(2015), FRAN Quarterly, available at: [http://frontex.europa.eu/assets/Publications/Risk\\_Analysis/F\\_RAN\\_Q1\\_2015.pdf](http://frontex.europa.eu/assets/Publications/Risk_Analysis/F_RAN_Q1_2015.pdf).
19. The concept of integrated border management [*Kontseptsiia intehrovanoho upravlinnia kordonamy*], Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 28.10.2015 No 1149-p, Ofitsiinyi visnyk Ukrainy, No 90, p. 126, available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1149-2015-%D1%80>.
20. Bachylo Y.L., Lopatyn V.N., Fedotov M.A. (2001), Informational law: the textbook [*Informatsionnoe pravo : uchebnyk*], pod red. akad. RAN B. N. Topornina, St. Petersburg, Yuryd. tsentr Press, 240 p.

Отримано: 23.03.2016 року.

Aneta Nowakowska-Krystman (Ph.D.)

National Defense University, Warsaw, Poland

## THE IMPORTANCE OF RELATIONAL CAPITAL IN THE PROCESS OF REALIZING THE OBJECTIVES OF THE NATIONAL DEFENCE SYSTEM

*The article entitled: 'The importance of relational capital in the realization of the objectives of the national defence system' aims at presenting the meaning of intangible resources, including relational capital, for the realization of the objectives set for the national defence system. The basic task of the system is to provide security to the citizens, subjects – beneficiaries. A significant role in this process is played by relational capital which is created by a complex organization – the defence system of the state in contact with the external environment.*

**Keywords:** relational capital; intangible resources; national defence system.

### Introduction

The complexity, changeability, unpredictability of the environment have led to the shift of strategy's orientation, which presently focuses mainly on the factors existing inside an organization. This is affirmed by P.F. Drucker, by whose account we are not able to say anything which would be certain about the future (in the meaning of the circumstances) but for the fact that undoubtedly it will be different from the present as well as distinct from the predictions. Thus, the only possible solution is to create a complex organization as a system which is efficient, flexible, which has at its disposal proper resources to meet different requirements. As a result, instead of making predictions about the future of the environment, an organization should be prepared for that in advance, what is more, regardless of what it will be like. The level of preparation is determined by the internal potential of the organization, which results from the possessed resources as well as their configuration. The internal potential can be analyzed with the use of varied criteria which are broadly presented in the subject literature. For the benefit of this article, resources are divided into tangible and intangible ones (basic resources).

**The article aims** at presenting the importance of intangible resources, including relational capital, in the realization of goals, following the example of a complex organization like the Polish national defence system.

Nonetheless, it should be emphasized that some of the resources are the key ones, owing to which it is possible to effectively realize the goals of an organization. In such situation they are called core competencies. Usually they are created as a result of a combination of basic resources, thus, they are also referred to as the resources 'of a high order'. As a

result, competencies are something more than a sum of basic competencies, they must be the effect of a synergy. The essence of the realization of goals by an organization is the identification and assessment of core competencies. (Figure 1 presents an organization as the object of management).

Thus, how to build core competencies of an organization? Some people assume that an organization is simply lucky and obtains valuable resources by chance and after some time their value emerges. Still, creating a national defence system in this way would be very risky for the security of the state. So it is assumed that the competencies are created as a result of conscious activities of security managers. Proper usage of resources, especially intangible ones, is increasingly resting in the hands of those managers. Overestimation of the role of tangible resources (technology) can be pernicious.

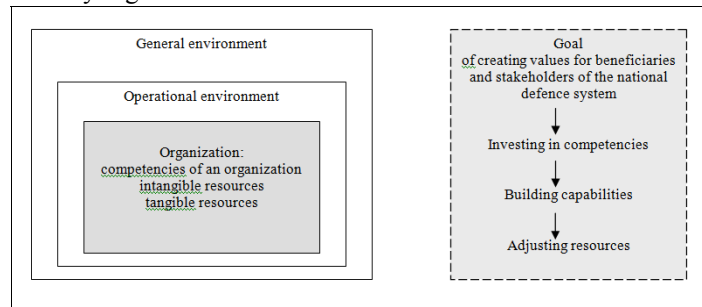
The theory of resources, capabilities and competencies of strategic management (in short – resource-based view), which is the basis for this deliberation, assumes that the realization of an objective by the defence system, namely the assurance of national security of the citizens, social groups, subjects – beneficiaries, requires that the state (system) has at its disposal some set of competencies (complex resources) which due to a changeable environment are able to counteract the threats. The competencies allow for a more effective satisfaction of the needs of beneficiaries and stakeholders. As a result, among other things, the effectiveness of strategy depends on the manner of using resources being at the disposal of an organization.

### National defence system as a set of resources

According to a classic division, resources can be divided into tangible and intangible resources. The

tangible resources are placed at the lowest level of the hierarchy forming the advantage; they are characterized by the smallest value which depends on their skilful usage – since every organization has at the

disposal numerous basic resources however, they are nothing without the skill of their mobilization and exploitation.



Source: A. Nowakowska-Krystman, *Determinanty sukcesu systemu obronnego państwa w świetle teorii zasobowej*, Warszawa 2014, p. 192.

**Figure 1. Organization as the object of management**

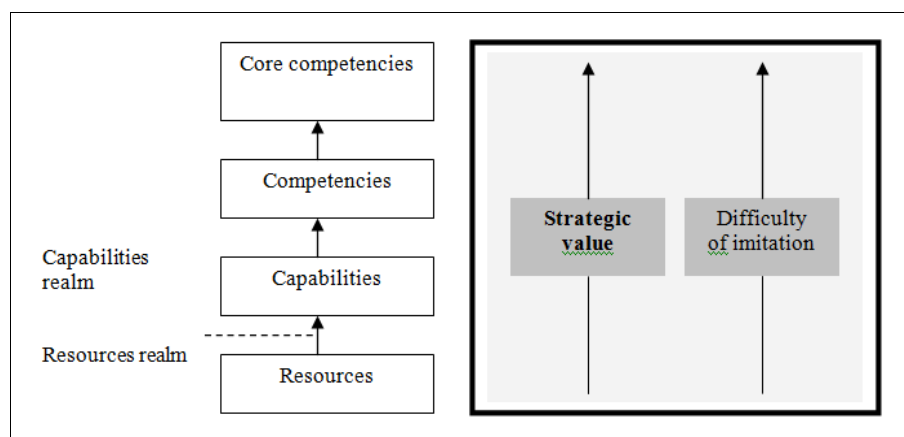
Thus, an organization is not solely the portfolio of assets (tangible resources), but also of skills. (Figure 2 presents the meaning of resources for an organization). This point of view was proposed by R. Grant, where resources are ‘inputs’ in the process of creating products. Resources, themselves, are not productive; they are activated to create some value by skills. Thus, skills (capabilities) are understood as the abilities of individual members of an organization, groups or organizational procedures, routines, as well as interactions by which all resources in an organization are coordinated (Figure 2).

It is assumed in the article that tangible resources are assets used by the system of national defence in order to create and realize the offer earmarked for the beneficiaries of security. The tangible (material, permanent) resources of an organization include: durables, finance at its disposal as well as the prospect ones which can be obtained in the future, employees in the aspect of human resources. Intangible resources are – in general – invisible resources of a system, which produce visible effects, thus these are: the management capabilities as well as technological skills which involve the capabilities of individuals, groups and their organization.

One can enumerate here: knowledge, qualifications, abilities, motivation, conception, information, trade mark, the name of a unit, brand, reputation of the organization and its products and/or services, business contacts, location, the culture of organization, tradition and many other elements (Table 1 and Figure 3 present the distinguishable features of resources).

Thus, resources are all elements (tangible and intangible) of an organization (system) used in the processes and activities performed by the organization. Due to that – generally – everything can be recognized as a piece of resources. However, a problem with their measurement emerges. The problem is not so grave in case of tangible resources, inter alia due to their countable character. The classical management concepts pointed to material resources as the essential ones for the realization of the set goal. In the contemporary view, a bigger role is attributed to intangible resources, as:

- they are used to produce value which is vital from the point of view of beneficiaries;
- they can be used on different markets;
- they are difficult to imitate by the competition; they are developed while they are used.



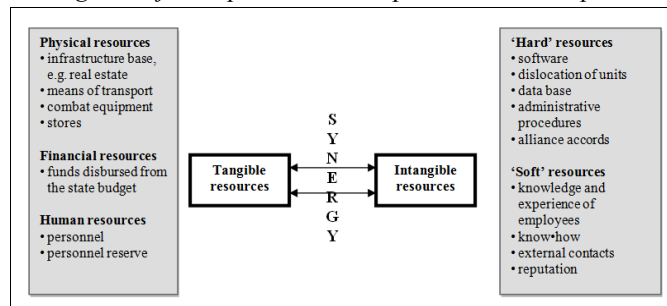
Source: M. Javidan, *Core Competence: What Does it Mean in Practice?*, “Long Range Planning”, February 1998, 31.

**Figure 2. The hierarchy of organization's resources**

Classification of resources on the basis of traits

No.	Tangible resources	Intangible resources
1.	Are of material character.	Do not have certain form.
2.	They are: visible, countable and do not differ much.	They are: invisible, difficult to count, varied.
3.	During exploitation they are used up.	During exploitation they are enriched (non-linearity).
4.	They are difficult to replicate.	Inexhaustible.
5.	Can be obtained/worked out in relatively short period of time.	Their achievement is a long-lasting process.
6.	They are used in the place of their location.	They are used in many locations.
7.	They are often indiscrete.	They are divisible.
8.	Cannot replace intangible resources.	They can replace tangible resources.
9.	They are in the records of the organization.	Not present in the records of an organization.

Source: own elaboration on the basis of K. Materska, *Rozwój koncepcji informacji i wiedzy jako zasobu organizacji* <<http://bbc.uw.edu.pl/Content/20/15.pdf>>.



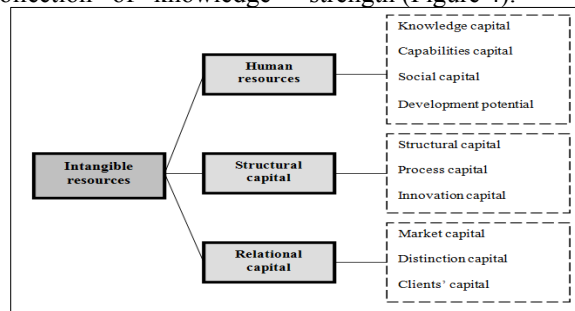
Source: A. Nowakowska-Krystman, *Determinanty sukcesu systemu obronnego państwa w świetle teorii zasobowej*, AON, Warszawa 2014, p. 60.

Figure 3. Resources of the national defence system

Thus, nowadays we witness the increase of the importance of intangible resources, since the performance of any subject depends on the processes, capabilities of managers, technology, information about the recipients and providers as well as on experience.

According to the division elaborated in a project called MERITUM (*MEsuRing Intangibles To Understand and improve innovation Management*), intangible resources are classified into the following categories: human resources, organizational/structural capital, relational capital. Human resources entail knowledge, capabilities, experience, abilities taken away with the employees when they leave the organization, in other words, this is a set of traits which allow for the execution of tasks, solution of problems observed in the organization, collective creation of innovations, building interpersonal relations, inference and making decisions. Structural capital is defined as a collection of knowledge

gathered during a day at work, and it involves all resources which support employees at their work: organizational structure, data bases, procedures, processes, the culture of an organization, the knowledge, the process of learning, flexibility, readiness for changes. Relational capital, as the name itself indicates, pertains to relations between people, organizations, the ability to strike and maintain close and permanent relations, creating social network, thus these are all elements of defence system connected with external relations. They entail the part of human resources but also organizational capital with allows to keep contact with stakeholders as well as it supports the image of an organization. Keeping good relations with the external environment conditions the rationality of management. Those elements include inter alia: the value of brand name, reputation of units, satisfaction of beneficiaries, negotiation skills, activeness in the environment, the competitive strength (Figure 4).



Source: own elaboration on the basis of: J. Jurczak, *Kapitał intelektualny w organizacji przyszłości*, „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstw” 11/2006, No. 11, p. 42.

Figure 4. Structure of intangible resources of a system



Distribution of answers qualified on the basis of the type of resources in %

Category	Time of peace	Time of war
Tangible resources	20,8	30,1
Intangible resources, including:	79,2	69,9
Human resources	35,8	27,7
Structural capital	37,5	30,4
Relational capital	5,8	11,9

Source: A. Nowakowska-Krystman, *Determinanty sukcesu systemu obronnego państwa w świetle teorii zasobowej*, Warszawa 2014, p. 130.

Because of instability of the external environment organizations have to use different management conceptions in order to adjust to the external conditions in a more fluent and dynamic way. It seems that the creation of relational capital allows to meet the requirements of the new management which points to the following determinants of organization's success:

- keeping close and direct relations with the beneficiaries, providers, partners (allies) as well as with competition (organizations posing threat),
- constant care to develop and create new relations,
- minimalization of time which is necessary to reach the sought elements within the allied resources,
- shortening the time necessary to provide partners with information about new services as well as new possibilities in the potential of an organization,
- constant monitoring of the existing relations,
- rapid reaction on the need for changes in the scope of the provided services owing to the flexible allocation of resources,
- conscious fashioning of the organizational culture which highly appreciates the change, learning new skills, assimilation of new members and cultures, tolerates mistakes as well as esteems learning from one's mistakes,
- the strategy of an organization should include criteria of the procedure of constant penetration of the environment for favourable relations.

The objective of such a conduct is economic optimisation which is not based on constant rivalry but on the creation of a network of relations which are more stable and sure.

Taking the above into consideration one can conclude that relational capital has a significant role in the realization of the objective set forth by an organization. Is it confirmed by research conducted in the national defence system?

**Relational capital in intangible resources**

Creation of relational strategies in order to provide for the security of a country is the essence of the national defence system. In order to effectively counteract threats, the state should build a network of privileged relations with the external environment taking into consideration the assumption that the transfer of knowledge and capabilities will be mutually beneficial. It is usually done on the basis of the presumption contract, i.e. the terms of relations are not written down and they depend on the mutual trust, however in the realm of security classical contracts constitute the formal basis. Nonetheless, we cannot

assume that the state operates only on the basis of relational strategy without competitive strategies (By the way, both approaches can be analysed on the basis of the theory of games).

Still, in this case we have in the spotlight relations between stakeholders based on relational capital to realize the rule of the maximisation of security.

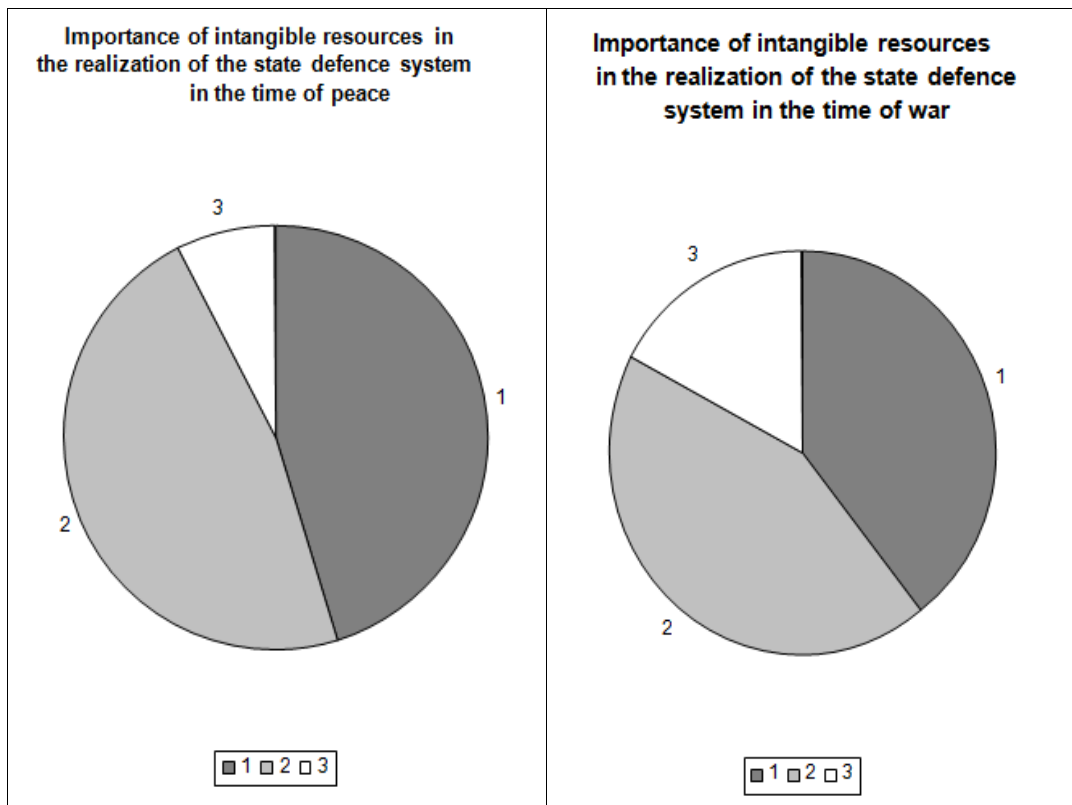
In 2012 a pilot research was carried out amid the civil and military think tank, where the resource-based view of strategic management was employed, and it was confirmed that the most important factors of national defence system are found among intangible resources both in case of the regular defence readiness as well as the elevated one (in case of emergency) and they constitute 79% and 70% respectively. As a result, the tangible resources are at the level of 21% and 30%.

This is the effect of their common availability i.e. to all the interested in similar conditions, and consequently, they cannot be the distinctive factor. Of course, there is one obstacle stemming inter alia from the equipment in technical resources, funds from the state budget.

For the benefit of this article it is especially important to depict the meaning of relational capital in the context of providing security to its beneficiaries. As the data presented in Table 2 shows, relational capital in the time of peace decides in 5,8% about the successful realization of the goal, while in the time of war its meaning increases to 11,9%. Its salience in case of intangible resources amounts to 7,4% and 17,1% (Figure 5).

To sum up, the obtained results indicate that intangible resources are believed to be the source of a success of a complex organization, like the national defence system, most of all due to structural capital and human resources. It is worth to notice that the importance of relational capital increases in line with the level of threat.

Nonetheless, this is the internal capital to which the experts assign bigger meaning and not the capital which gets its shape through contacts with the external environment. This can mean that there is a need to create strong Polish defence system, independent from alliances which very often turned out to be a failure in the history; this can also stem from the weakness of the system and the need to strengthen it, as a result the creation of relations with the environment takes the back seat. The carried out research, which empirically points to the perception of factors which contribute to the realization of the objectives of the national defence system, should be extended in the search for the reasons of such distribution of answers.



Legend: 1 – human resources; 2 – structural capital; 3 – relational capital

Source: A. Nowakowska-Krystman, *Determinanty sukcesu systemu obronnego państwa w świetle teorii zasobowej*, Warszawa 2014, p. 131.

**Figure 5. Importance of intangible resources**

### Conclusion

The variations of the environment cause that each country should look at its own security through the prism of their own defence possibilities resting in the resources, capabilities and competencies.

The creation of intangible resources should take place on the basis of new doctrines of information era which put emphasis on universality, i.e. the ability of the army to shift fast from one type of conflict to another, since it is more common to deal with many dispersed conflicts – ‘niche threats’ rather than the danger of a big war between super powers. Big number of small wars makes the strategists of many armies have a new look at special forces, as niche warriors of tomorrow. Due to that we also observe

demassification of both the military production as well as – due to precision weapons- of damage in the aspect of tangible resources. All this to fully provide for the needs of beneficiaries in the scope of security; as well as bring benefits to particular groups of stakeholders. It turns out that wars and conflicts achieved such a big level of diversity that no country can create an army able to military operations of any kind. Thus, the success of a country is based on strategic alliances, consortiums created to carry out wars, as well as to prevent and deter attacks. Alliances contribute to additional value. Thus, in realizing the goal of the system the ability to strike permanent relations (coalitions) is indispensable.

### References

1. Kay J., *Postawy sukcesu firmy*, PWE, Warszawa 1996.
2. Krupski R. (ed.), *Zarządzanie strategiczne. Ujęcie zasobowe*, WWSZiP, Wałbrzych 2006.
3. Majerska K., *Rozwój koncepcji informacji i wiedzy jako zasobu organizacji*, Warszawa 2007.
4. Nowakowska-Krystman A., *Determinanty sukcesu systemu obronnego państwa w świetle teorii zasobowej*, AON, Warszawa 2014.
4. Penc J., *Menadżer uczącej się organizacji*, Menadżer, Łódź 2000.
5. Perechuda K., Chomiak-Orsa I., *Znaczenie kapitału relacyjnego we współczesnych koncepcjach zarządzania*, [http://zif.wzr.pl/pim/2013\\_4\\_2\\_23.pdf](http://zif.wzr.pl/pim/2013_4_2_23.pdf) (date of access 13.03.2015).
6. Pięrcionek Z., *Strategie rozwoju firmy*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa 1998.
7. Romanowska M., *Dostosowanie strategii przedsiębiorstwa do jego zasobów*, [in:] R. Krupski (ed.), *Zarządzanie strategiczne. Ujęcie zasobowe*, Wałbrzych 2006.
8. Senor D., *Singer S. Naród*

- start-upów. *Historia cudu gospodarczego Izraela*, Wydawnictwo Studio Emka, Warszawa 2013.
9. Stewart T.A., *Intellectual Capital: The New Health of Organisations*, London 1997.
10. *Strategia obronna polski a przyszłość wojska polskiego*, <http://www.piotr.mpolska24.pl/282/strategia-obronna-polski-a-przyszlosc-wojska-polskiego-cz-III>. (date of access 11.01.2015).
11. *Strategor*, Zarządzanie firmą. Strategie. Struktury. Decyzje. Tożsamość, PWE, Warszawa 2001.
12. Toffler A. i H., *Wojna i antywojna*, Świat Książki, Warszawa 1998.
13. Urbanek G., *Kompetencje a wartość przedsiębiorstwa*, Oficyna a Wolters Kluwer business, Warszawa 2011.
14. *MEesuRing Intangibles To Understand and improve innovation Management*, <http://www.oecd.org/sti/ind/1947863.pdf> (date of access 13.03.2015).
15. *MEesuRing Intangibles To Understand*

## **ЗНАЧЕННЯ РЕЛЯЦІЙНОГО КАПІТАЛУ В ПРОЦЕСІ РЕАЛІЗАЦІЇ ЦІЛЕЙ СИСТЕМИ НАЦІОНАЛЬНОЇ ОБОРОНИ**

*Анета Новаковська-Кристман (д-р філософії)*

*Національний університет оборони, Варшава, Польща*

*Стаття під назвою: “Значення реляційного капіталу в процесі реалізації цілей системи національної оборони” має на меті представити значення нематеріальних ресурсів, у тому числі реляційного капіталу, для реалізації завдань, поставлених для національної системи оборони. Основним завданням системи є забезпечення безпеки для громадян, суб’єктів - одержувачів. Значну роль в цьому процесі відіграє реляційний капітал, який створюється за допомогою складної організації - системи оборони держави в контакт з зовнішнім середовищем.*

**Ключові слова:** *реляційний капітал; нематеріальні ресурси; національна система оборони.*

## **ЗНАЧЕНИЕ РЕЛЯЦИОННОГО КАПИТАЛА В ПРОЦЕССЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ СИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ ОБОРОНЫ**

*Анета Новаковская-Кристман (д-р философии)*

*Национальный университет обороны, Варшава, Польша*

*Статья под названием: “Значение реляционного капитала в процессе реализации целей системы национальной обороны” имеет целью представить значение нематериальных ресурсов, в том числе реляционного капитала, для реализации задач, поставленных для национальной системы обороны. Основной задачей системы является обеспечение безопасности для граждан, субъектов - получателей. Значительную роль в этом процессе играет реляционный капитал, который создается с помощью сложной организации - системы обороны государства в контакте с внешней средой.*

**Ключевые слова:** *реляционный капитал; нематериальные ресурсы; национальная система обороны.*

Отримано: 21.02.2016 року.

Олександр Миколайович Печорін

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

## РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ДЕСАНТНО-ШТУРМОВОГО ЗАГОНУ ПІД ЧАС ПІДГОТОВКИ І ВЕДЕННЯ ДЕСАНТНО-УДАРНИХ ДІЙ

*В статті надані основні рекомендації щодо підвищення живучості десантно-штурмового загону під час підготовки і ведення десантно-ударних дій, які дозволять значно підвищити ефективність застосування бригади в цілому та знизити втрати від ударів противника.*

*В сучасних умовах започаткування нових підходів до форм і способів ведення операцій (бойових дій) провідними країнами світу, стрімкого розвитку та зростання можливостей систем управління військами і зброєю, сил і засобів розвідки всіх видів, високоточної зброї та інших засобів вогневого ураження, викликає нагальну необхідність ретельного вивчення і врахування цих факторів в ході планування бойового застосування частин (підрозділів) високомобільних десантних військ з метою підвищення живучості.*

*Вкрай важливим є вирішення проблем підвищення живучості десантно-штурмових загонів на усіх етапах ведення десантно-ударних дій. Постає завдання щодо пошуку шляхів вирішення слабких місць заходів оперативного маскування під час виконання бойових завдань військовими частинами високомобільних десантних військ.*

**Ключові слова:** десантно-штурмовий загін; десантно-ударні дії; живучість.

### Вступ

Аналіз застосування військових частин і підрозділів високомобільних десантних військ (ВДВ)[1-2] в антитерористичній операції на території Донецької та Луганської областей показує, що проблема забезпечення живучості і відновлення боєздатності підрозділів і військових частин ВДВ є складною і багатогранною. Для успішного вирішення цього завдання важливе значення має правильне розуміння характеру втрат військ від ударів сучасної зброї. Одним з основних видів забезпечення живучості військ є проведення оперативно-тактичних заходів, які б забезпечували зниження втрат як від ударів ВТЗ, так і від звичайної зброї.

**Постановка проблеми.** На сучасному етапі розвиток збройної боротьби, форм і способів застосування військових частин ВДВ, розвиток озброєння і військової техніки, сил і засобів розвідки усіх видів, високоточної зброї та інших засобів вогневого ураження, викликає нагальну необхідність ретельного вивчення цих факторів і врахування під час забезпечення живучості військових частин і підрозділів. Враховуючи те, що дії десантно-штурмових загонів (ДШЗ)[3-4] можуть суттєво порушити систему управління військами і тилом, військові фахівці провідних країн світу вважають необхідним виділення значних сил і засобів для ведення боротьби з ними. Таким чином забезпечення живучості військових частин і підрозділів ВДВ в умовах протидії противника є досить актуальним і важливим питанням сьогодення.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Даними проблемними питаннями займалися як вітчизняні фахівці[5-6], так і відповідні фахівці інших держав[7-9]. Доречним є переосмислення наукових підходів щодо підвищення живучості підрозділів бригади під час ведення десантно-ударних дій.

**Метою статті** є надання обґрунтованих рекомендацій щодо забезпечення живучості ДШЗ в ході планування і ведення десантно-ударних дій.

**Методи дослідження.** Під час аналізу і обґрунтування рекомендацій щодо підвищення живучості військових частин і підрозділів ВДВ використовувалися наступні методи: системного аналізу, експертних оцінок, порівняльного аналізу для вивчення сучасних поглядів фахівців провідних країн світу та вітчизняних авторів.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Будучи одним з основних видів оперативного забезпечення військ, оперативне маскування представляє комплекс заходів і дій, спрямованих на приховування від розвідки противника положення і стану своїх військ, задуму майбутніх дій, з метою підвищення живучості і досягнення раптовості їх дій.

В даний час під живучістю розуміють сукупність властивостей, що дозволяють військам зберігати і підтримувати на необхідному рівні боєздатність у різній обстановці і виконувати бойові завдання в умовах активної протидії противника.

Під підвищенням живучості військ варто розуміти, комплекс заходів (завчасних і в ході

бойових дій), метою яких є виключення або максимальне зниження втрат підрозділів, частин від можливих ударів противника, швидка ліквідація їх наслідків і збереження спроможності військ виконувати бойові завдання.

Проведення заходів оперативного маскування, як фактора підвищення живучості ДШЗ у вихідному районі для десантування, здійснюється за двома етапами: планування і підготовки десантно-ударних дій; зосередження ДШЗ у вихідному районі для десантування і завантаження у вертольоти.

Аналіз [5-6] свідчить, що живучість ДШЗ забезпечується низкою факторів, які впливають на умови і хід ведення десантно-ударних дій:

можливості сил і засобів розвідки по викриттю ДШЗ у вихідному районі;

кількісний та якісний склад ДШЗ;

можливості щодо забезпечення прихованості заходів підготовки ДШЗ до ведення десантно-ударних дій;

можливості засобів ураження противника з нанесення ударів по ДШЗ;

можливості АвСВ щодо доставки ДШЗ в район ведення десантно-ударних дій;

можливості з протидії розвідці противника;

вирішення питань оперативного маскування щодо планування і ведення десантно-ударних дій;

фізико-географічні, кліматичні та інші умови.

Заходи маскування, з метою приховування від противника підготовки до ведення десантно-ударних дій, проводяться за єдиним задумом і планом оперативного маскування старшого начальника, в інтересах якого будуть вестися десантно-ударні дії. Він виконується безпосередньо штабами військових частин ВДВ та авіації СВ і включає в себе: збереження в таємниці задуму, плану і завдань ДШЗ; залучення до планування обмеженого кола осіб; ізоляцію особового складу ДШЗ від контакту з іншими підрозділами і місцевим населенням; маскування районів зосередження і очікування ДШЗ; заборона роботи радіостанцій короткохвильового діапазону під час здійснення маршу та в районі очікування.

Підвищенню живучості ДШЗ у вихідному районі для десантування буде сприяти виконання інженерних заходів. Захист військ від ударів ВТЗ здійснюється шляхом розміщення техніки та особового складу в укриттях з дотриманням заходів маскування. Приховування військ має забезпечуватися широким застосуванням маскувальних властивостей місцевості, табельних маскувальних комплектів, а також деформуючого забарвлення бойової техніки, застосуванням димів і аерозолів.

Маскування, особливо такі його способи як, приховування та імітація, є найбільш ефективними заходами збереження боєздатності ДШЗ у вихідному районі.

Приховування стану та положення своїх підрозділів і пунктів управління від технічних засобів розвідки противника, а також окремих

видів техніки від керованих боєприпасів і ракет, здійснюється, як правило, шляхом зниження радіолокаційної, теплової, оптико-електронної та оптичної контрастності техніки і об'єктів по відношенню до навколишнього фону.

Перевірка ефективності приховування військових частин і підрозділів в районі зосередження за досвідом навчань [1-3], проведення АТО на території Донецької та Луганської областей показує, що після виконання усіх заходів маскування вірогідність їх виявлення знижується у декілька разів.

Так проведені розрахунки показують

$$Q = 1 - (P_{\text{ураж}} \cdot P_{\text{вияв}}),$$

при умові, що  $P_{\text{ураж}} = 1$ ,

$$Q = 1 - P_{\text{вияв}},$$

де  $Q$  - живучість ДШЗ (об'єкту), а  $P_{\text{вияв}}$  - вірогідність виявлення ДШЗ (об'єкту) в районі зосередження при веденні фоторозвідки трьома ШСЗ на протязі доби (в умовах 50% населеності місцевості).

Об'єкт	Вірогідність виявлення			
	Без маскування		З маскуванням	
	$P_{\text{вияв}}$	$Q$	$P_{\text{вияв}}$	$Q$
<i>батальйон</i>	0,5-0,6	50-40%	0,01-0,03	99-97%
<i>дивізіон</i>	0,6-0,7	40-30%	0,04-0,06	96-94%

Як видно з таблиці, живучість об'єкта залежить від вірогідності його виявлення. В даному випадку фоторозвідка районів зосередження проводилась трьома штучними супутниками землі (ШСЗ) на протязі доби: в першому випадку без маскування об'єкту; в другому випадку з застосуванням табельних засобів маскування, димів і природних сховищ.

Проведення тільки цих заходів з маскування зменшило вірогідність виявлення об'єктів у 20-40 разів, а живучість при цьому збільшилась більше ніж у два рази.

Найбільшу небезпеку для ДШЗ при підготовці його до десантування являє фото- і телевізійна розвідка, яка ведеться з ШСЗ. Практично ШСЗ оптико-електронної, радіолокаційної і теплової розвідки отримують корекцію польоту для розвідки визначеного району на підставі фоторозвідки. І тільки після цього сукупність розвідувальних даних дозволить противнику зробити висновки і прийняти рішення про нанесення ударів по ДШЗ. Аналіз іноземних засобів розвідки показує, що від часу зосередження ДШЗ у вихідному районі до моменту його виявлення та нанесення по ньому удару пройде не менше 6-8 годин, а проведення вище викладених заходів маскування дозволить значно збільшити час на отримання противником розвідувальних даних і суттєво підвищити живучість ДШЗ у вихідному районі для десантування і раптовості його дій.

Відсутність на озброєнні військових частин ВДВ сучасних технічних засобів маскування на

даний час не дозволяє з високою ефективністю забезпечити маскування і захист ДШЗ у вихідному районі для десантування.

Відсутність достатньої кількості військових частин і підрозділів, які могли б забезпечувати маскування, а також сил і засобів РЕБ, що виділяються для забезпечення десантно-ударних дій – збільшують кількість завдань (по забезпеченню прихованості), які будуть покладені на підрозділи і частини ВДВ. Заходи тактичного маскування у вихідному районі для десантування, які проводяться безпосередньо військовими частинами і підрозділами ДШЗ, включають маскування техніки, фортифікаційних споруд, матеріальних засобів, додержання заходів маскування при русі колон і розміщенні військ на місці. Цілі маскування досягаються вмилем використанням маскуючих властивостей місцевості, застосуванням табельних і підручних маскуючих засобів і матеріалів, обладнанням хибних районів зосередження.

Для ефективного прикриття вихідного району для десантування бригади необхідно залучити підрозділи РЕБ. До їх завдань входить прикриття ДШЗ і угруповання авіації СВ від повітряної розвідки шляхом придушення радіоперешкодами бортових засобів розвідки, управління зброєю, радіонавігації і зв'язку літаків противника.

Крім того, для забезпечення живучості ДШЗ необхідно скорочувати строки його перебування в районах очікування, з періодичною зміною цих районів, виходом в деяких випадках в проміжні райони на віддаленні 20-40 км від посадочних майданчиків. Також підвищувати стійкість управління шляхом створення автоматизованої системи, доведеної до командирів взводів.

Досвід проведення АТО на території Донецької та Луганської областей засвідчує про застосування противником нового підходу до ведення бойових дій, що більше підвищило значення живучості військ для досягнення успіху в операції (бою) та значно ускладнило рішення цієї задачі.

Проведений аналіз дозволив виявити та обґрунтувати основні напрямки удосконалення системи комплексного бойового забезпечення в інтересах збереження та підвищення живучості військ.

Живучість військ (сил) нерозривно пов'язана з живучістю органів управління та її складових: бойової стійкості, захищеності і відновлюваності, що розглядається як об'єктивно необхідна якість, яка характеризує їх здатність зберігати і підтримувати свою боєздатність у різних умовах бойової обстановки.

Розглядаючи питання щодо удосконалення організації управління комплексним оперативним (бойовим) забезпеченням треба орієнтуватися на такі критерії живучості як:

захищеність і уразливність ПУ, вузлів ліній зв'язку та інших елементів системи управління;  
вірогідність виходу з ладу ПУ, вузлів ліній зв'язку;

рівень функціонування СУ після застосування противником різних видів зброї по її елементах;

кількість каналів зв'язку на один напрямок керівництва;

ступінь (кратність) резервування ПУ, вузлів ліній зв'язку та інших елементів в системі управління;

припустимі рівні втрат в особовому складі і техніці управління, при яких функції управління виконуються в достатньому об'ємі;

час відновлення порушеного управління.

Основними шляхами підвищення живучості військ можуть бути:

удосконалення бойової техніки, озброєння і засобів захисту з метою підвищення їх стійкості до ударів сучасної зброї;

удосконалення ОШС військових частин і підрозділів в інтересах успішного виконання завдань;

вміле проведення оперативно-тактичних заходів, що забезпечують зниження втрат від різноманітних засобів ураження;

виховання в особового складу високих морально-психологічних якостей, навчання командирів, штабів і військ умілому застосуванню усіх засобів і способів захисту.

Поряд із перерахованими вище шляхами живучість військ багато в чому залежить від ефективності застосування техніки і зброї, умілої організації та ведення бою.

В удосконаленні ОВТ можна виділити напрямки, які характерні для всіх родів військ. Насамперед, це підвищення загальної стійкості конструкції всіх зразків техніки й озброєння.

Підвищенню живучості військ також може сприяти:

удосконалення засобів індивідуального захисту особового складу на базі полімерних матеріалів;

зниження демаскуючих ознак і скорочення обсягу робіт з підготовки до бойового застосування;

розробка й освоєння високоефективної розвідувальної техніки, яка спроможна прискорити виявлення важливих об'єктів і швидко доведення цих даних до виконавців;

розробка техніки, що дозволяє автоматизувати найбільш складні процеси управління військами.

Удосконалення ОШС військових частин і підрозділів можливе в напрямку досягнення автономності, збільшення їхніх можливостей з вогневого ураження противника і створення необхідних резервів, а також удосконалення структури частин і підрозділів з метою збільшення їх можливостей щодо виконання бойових завдань при високих втратах.

Основними оперативно-тактичними заходами забезпечення живучості військ є:

безупинна, добре організована розвідка;

створення стійкої системи управління;

попередження й оповіщення військ про загрозу і застосування противником ЗМУ;

розосередження військ;

фортифікаційне обладнання місцевості;  
вивід військ з-під можливих ударів противника.

Ефективна розвідка, в значній мірі, визначає успіх в підвищенні живучості військових частин, тому що від неї багато в чому залежать своєчасність попередження, а отже, і зниження ефективності ударів противника. При цьому під високою ефективністю розуміється:

своєчасне виявлення високоточних систем, визначення найбільш уразливих елементів, у першу чергу засобів розвідки і управління;

точне визначення координат об'єктів, знання системи їх охорони, оборони і повітряного прикриття;

своєчасне опрацювання та передачу отриманої інформації у мінімально короткі терміни.

Стійкість системи управління досягається створенням розгалуженої системи працездатних ПУ, а також ретельною підготовкою кожного з них до взяття управління на себе.

Розосередження військ є одним із важливих заходів, що забезпечують захист військ від ЗМУ і ВТЗ та дуже ефективним заходом забезпечення їхньої живучості.

Загальною вимогою до розосередження є забезпечення безпечного віддалення частин і підрозділів від можливих об'єктів удару противника і зниження цим можливості їх ураження. Проте, розосередження не повинно проводитися на шкоду загальної діяльності військ і перешкоджати своєчасному зосередженню їхніх зусиль у вирішальному місці у вирішальний момент.

Фортифікаційне обладнання місцевості є одним із найважливіших заходів, що забезпечує різке зниження втрат військ від ударів противника і збереження їхньої живучості, тому що при цьому значно зменшується радіус ураження особового складу і бойової техніки, а отже, і втрати військ.

Вивід підрозділів з-під можливих ударів противника є ефективним заходом забезпечення

живучості військ. Зміна районів розташування частин і підрозділів звичайно проводиться при їх відкритому розташуванні і наявності безпосередньої загрози нанесення ударів противником. Якщо ж підрозділи і частини займають райони, які добре обладнані в інженерному відношенні, то такий маневр у необладнані райони може бути не вигідний, тому що різко знижується захищеність особового складу і бойової техніки.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Аналіз досвіду збройних конфліктів і локальних війн останніх десятиліть, проведення АТО на території Донецької та Луганської областей показує, що в умовах підвищення ефективності вогневого ураження, зростання можливостей сил і засобів розвідки виникає необхідність у підвищенні заходів живучості військових частин і підрозділів ВДВ під час підготовки і ведення бойових дій.

Можливими основними шляхами удосконалення системи комплексного оперативного (бойового) забезпечення військ в інтересах збереження та підвищення живучості в умовах сучасного збройного конфлікту є:

удосконалення ОШС частин і підрозділів;  
удосконалення способів бойового застосування сил та засобів оперативного (бойового) забезпечення;

удосконалення організації управління комплексним оперативним (бойовим) забезпеченням.

Реалізація наведених в статті рекомендацій дозволяє в цілому підвищити ефективність ведення ДШЗ десантно-ударних дій, приступити до визначення можливих напрямків їх удосконалення, а також до розробки рекомендацій за способами і формами бойового застосування військових частин і підрозділів ВДВ.

### Література

1. ВДВ: гартування війною // Народна Армія №72 (5407) 31.06.2015. 2. Рік АТО, або як нарощуються "м'язи" нашого війська // Народна Армія № 18.04 2015. 3. Аеромобільні та повітрянодесантні війська: досвід дій та перспективи розвитку: навч. посіб. / С. Г. Лісовий, В. В. Стрижевський, О. М. Мардар та ін. – К.: НАОУ, 2008. – 64 с. 4. Печорін О. М. Погляди військових фахівців провідних країн світу щодо застосування повітрянодесантних (аеромобільних) військ в сучасних умовах // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. 2014 № 1 (61) / О. М. Печорін. – Х. 2014 с.153-161. 5. Розвиток загальної тактики в локальних війнах і збройних конфліктах другої половини ХХ та на початку ХХІ

століть: Монографія/ В. В. Стрижевський. – К.: НАОУ, 2006. – 272 с. 6. Дембовський Б. М. Розвиток загальної тактики в локальних війнах і збройних конфліктах другої половини ХХ сторіччя. – К.: НАОУ, 2001. – 24 с. 7. Вороб'єв І. Н., Кисел'єв В. А. Вооруженный конфликт: борьба с диверсионно-террористической деятельностью противника // Военная мысль. – 2006. – № 1. – С. 34-40. 8. Береговой А., Закиров О. 18-й Воздушно-десантный корпус Сухопутных войск США / Зарубежное военное обозрение // – 2000. – №5. – С.18-24. 9. Гармаш В., Островной И. Аэромобильные операции / В.Гармаш // Зарубежное военное обозрение. – 1990.– №9. – С.21-26.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ ДЕСАНТНО-ШТУРМОВЫХ ОТРЯДОВ ВО ВРЕМЯ ПОДГОТОВКИ И ВЕДЕНИЯ ДЕСАНТНО-УДАРНЫХ ДЕЙСТВИЙ

Александр Николаевич Печорин

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статті розглянуті рекомендації підвищення живучості десантно-штурмового отряда во время підготовки і ведення десантно-ударних дій, які дозволяють значительно підвищити ефективність застосування бригади в цілому і зменшити втрати від ударів противника.

В сучасних умовах впровадження нових підходів до форм і способів ведення операцій (бойових дій) ведучими країнами світу, стрімке розвиток і збільшення можливостей систем управління військами і озброєнням, сил і засобів розвідки всіх видів, високоточного озброєння і інших засобів вогневого ураження, викликає неотложную необхідність ретельного вивчення і врахування цих факторів во время планування бойового застосування частин (підрозділів) високомобільних десантних військ з метою підвищення живучості.

Очень важным є рішення проблеми підвищення живучості десантно-штурмового отряда на всіх етапах ведення десантно-ударних дій. Встає питання пошуку шляхів рішення слабких місць заходів оперативної маскировки во время виконання бойових завдань військовими частинами високомобільних десантних військ.

**Ключевые слова:** десантно-штурмовой отряд; десантно-ударные действия; живучесть.

## THE RECOMMENDATIONS WITH REGARD TO INCREASING AN AIR ASSAULT DETACHMENT SURVIVABILITY DURING PREPARATION AND CONDUCTING AIRMOBILE ASSAULT ACTIONS

*Oleksandr M. Pechorin*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*In the article are given basically recommendations concerning the decreasing of the air assault detachment survivability, during the preparation and conducting of the airmobile (airborne) assault actions.*

*As well, the recommendations can extremely increase the effectiveness of the airmobile brigade usage in its whole structure, to reduce the losses from the enemy enemy impact.*

*At the present conditions, the creation of new forms and methods of the combat actions (operations), conducting by the world leading countries, fast development and increasing, governing systems opportunities, of all types of the recon is censors means and forces, high accuracy weapons and another means of fire influence, arouses extreme necessity of the learning and accounting all those factors, during the planning process of the combat application of airborne units in the aim of their survivability increasing.*

*Also it's extremely important, that the pection of the problem is the increasing of survivability of the air assault detachments in all phases of the air mobile combat actions. The task, as finding of weak places in the operational camouflage system during the task execution of the airmobile forces units.*

**Keywords:** airborne assault action; survivability; air assault detachment.

### References

- 1. Airborne:** harpeded by war. [VDV: hartuvannia viinoiu], Narodna Armij №72 (5407) 31.06.2015.
- 2. A year of ATO,** or, how the Army's grows. [Rik ATO, abo yak naroshchuiutsia "miazy" nashoho viiska], Narodna Armij №42 (5377) 18.04.2015.
- 3. Airmobile and airborne forces.** The experience and development perspectives. [Aeromobilni ta povitrianosantni viiska: dosvid dii ta perspektyvy rozvytku: navch. posib], (2008), Lisovuy S.G., Strievskuy V.V., Mardar O.M., Kyiv: NAOU, 64 p.
- 4. Pechorin O.M.** (2014) The views of the military experts of leading world countries on the use of airborne forces in modern conditions, [Pohliady viiskovykh fakhivtsiv providnykh krain svitu shchodo zastosuvannia povitrianosantnykh (aeromobilnykh) viisk v suchasnykh umovakh], Zbirnyk naykovux praz Nazionalnoj akademij Derjavnoj prukordonnoj slyjbu Ukrainyi, No 1(61), pp. 153-161.
- 5. The development** of general tactics in the local wars and conflicts of the second part XX century, beginning of XXI century Monograph, [Rozvytok zahalnoi taktiky v lokalnykh viinakh i zbroinykh konfliktakh druhoi polovyny KhKh ta na pochatku KhKhI stolit: Monografija] (2006), V.V. Strijevskuy, Kyiv: NAOU, 272 p.
- 6. The development** of general tactics in the local wars and conflicts of the second part XX century, [Rozvytok zahalnoi taktiky v lokalnykh viinakh i zbroinykh konfliktakh druhoi polovyny XX storichchia], (2001), Dembovskiy B.M., Kyiv: NAOU, 24p.
- 7. Vorobyv I.H.,** Kuseloyv V.A. (2006), Armed conflict: the contest with sabotage and terroristic activity of the enemy, [Vooruzhennyj konflikt: bor'ba s diversionno-terroristicheskoy dejatel'nost'ju protivnika], Voennay musul, No.1, pp. 34-40.
- 8. Beregovoy A.,** Zakirov O. (2006), 18-th airborne copse of the US Land Forces, [18-j Vozdushno-desantnyj korpus Suhoputnyh vojsk SShA], Zarybenoe voennoe obozrenye, No 5, pp. 18-24.
- 9. Garmach B.,** Ostrovnoyi I. (1990), Airmobile operations, [Ajeromobil'nye operacii], Zarybe noe voennoe obozrenye, No 9, pp. 21-26.

Отримано: 14.03.2016 року.



УДК 519.6

*Юрій Євгенович Репіло (д-р військ. наук, професор)**Олександр Васильович Майстренко (канд. військ. наук)**Михайло Васильович Адаменко**Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

## ЕВОЛЮЦІЯ ЗМІСТУ ПРИНЦИПІВ ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ ПІД ЧАС ВОГНЕВОГО УРАЖЕННЯ ПРОТИВНИКА

Стаття присвячена еволюції змісту принципів застосування військових формувань ракетних військ і артилерії під час вогневого ураження противника, зокрема принципу масування (зосередження) артилерійських підрозділів та їх вогню на найважливіших напрямках та твердого, стійкого і безперервного управління артилерійськими підрозділами, а також запропоновано новий принцип, зокрема принцип збалансованості підсистем вогневого ураження противника по їх спроможностям, які удосконалені за рахунок використання закону найменших (слабкої ланки) та розосередження організаційної структури управління, що дозволить підвищити ступінь реалізації спроможностей та підвищити стійкість функціонування військових формувань ракетних військ і артилерії під час вогневого ураження противника. Також в статті запропоновано новий принцип бойового застосування військових формувань ракетних військ і артилерії під час вогневого ураження противника, зокрема принцип збалансованості підсистем вогневого ураження противника по їх спроможностям, який ґрунтується на формуванні організаційних ланцюгів підсистем з приблизно рівними спроможностями.

**Ключові слова:** принцип застосування військового формування; ракетні війська і артилерія; вогневе ураження противника.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Результати аналізу бойового застосування військових формувань (ВФ) ракетних військ і артилерії (РВіА) в збройних конфліктах свідчить про певну розбіжність між результатами вогневого впливу на противника, що очікуються під час планування їх бойового застосування та тими, що досягаються реально [1-2]. Інколи, внаслідок досягнення величини вогневого впливу однієї сторони, що була спланована за показником відносної кількості безповоротних втрат протилежної, остання не тільки не відмовлялася від своїх планів, а і зберігала здатність виконувати певні завдання в повному об'ємі [1]. Також, мали місце випадки коли навіть при безповоротних втратах менших від запланованих противник відмовлявся від подальших дій [2]. Результати досліджень [2] свідчать про те, що до означеного приводить недостатньо точне врахування можливостей як своїх сил так і сил противника. До того ж, як правило, взаємовплив можливостей підсистем вогневого ураження противника (ВУП) (розвідки, управління та вогневого впливу), а також взаємовплив можливостей щодо отримання результату (продуктивність) та можливостей щодо збереження сил і засобів ВФ (стійкість), або не враховуються, або враховуються через певні сталі коефіцієнти.

Таким чином в практиці бойового застосування ВФ РВіА виникла нагальна потреба у пошуку шляхів достатньо точного визначення можливостей як своїх військ так і військ

противника, а також їх (можливостей) взаємовпливу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Результати аналізу останніх досліджень з означених питань [3-6] свідчать про певні досягнення щодо визначення можливостей противника та своїх військ через визначення важливості об'єктів в залежності від етапу операції (бою) [3]. Однак, важливість об'єкту залежить від відносно великої кількості чинників параметри яких динамічно змінюються в ході операції [4]. До того ж, деякі чинники в певній мірі взаємозалежні [4], тому вести мову про будь-яке сталі значення важливості певного об'єкту, навіть на певному етапі операції (бою), можливо лише в теоретичному плані.

Також мають місце дослідження спрямовані на відображення можливостей через імовірний опосередкований результат впливу на противника [5] (через величину відносної кількості його безповоротних втрат або через час його бездіяльності). Однак показники, які застосовуються в означених дослідженнях (як то математичне сподівання відносної кількості безповоротних втрат, математичне сподівання відносного часу втрати боєздатності противника, ступінь зниження його бойового потенціалу) [5] відображаючи результати функціонування лише засобів безпосереднього вогневого впливу на противника, не дозволяють враховувати структурний взаємозв'язок між складовими елементами системи його вогневого ураження. При цьому вважається, що означені елементи

функціонують так, щоб забезпечити засоби вогневого впливу необхідною інформацією (розвідувальними даними, командами) в повному об'ємі [5]. На практиці, доволі часто можливості певних підсистем ВУП організаційно об'єднаних між собою залишаються нереалізованими через їх різну величину [6].

Одна із основних проблем пов'язаних із визначення можливостей ВФ, на думку авторів, лежить в площині загальнотеоретичних основ, зокрема принципів застосування артилерії під час ВУП. Зокрема, принцип масування (зосередження) артилерійських підрозділів та їх вогню на найважливіших напрямках у вирішальні етапи операції (бою) (яке здійснюється з метою досягнення необхідної переваги в силах та засобах над противником і виконання поставлених завдань у короткі терміни) [7], поступово втрачає свою актуальність в такому трактуванні, особливо при застосуванні противником "партизанських" методів ведення бойових дій.

До того ж, реалізація принципу твердого, стійкого і безперервного управління артилерійськими підрозділами базується на централізації управління [7] що, якраз навпаки призводить до зменшення стійкості функціонування ВФ РВіА, як організаційної структури.

Таким чином, в теоретичному плані визначення можливостей як своїх військ, так і військ противника та їх (можливостей) взаємовпливу виникла нагальна потреба у комплексному перегляді змісту принципів застосування ВФ РВіА під час ВУП з урахуванням організаційного об'єднання його підсистем.

**Мета статті.** Еволюція змісту принципів застосування ВФ РВіА під час ВУП для підвищення ступеня реалізації їх спроможностей.

### Виклад основного матеріалу дослідження.

Для подальшого викладення матеріалу пропонується уточнити певні терміни, які мають принципове значення для подальшого дослідження. Так, в статті прийнято під

"спроможностями" розуміти здатність до виконання певного завдання незалежно від умов його виконання [8]. В той же час "можливості" – це здійсненність певного завдання з урахуванням умов його виконання [8].

Звичайно при достатніх спроможностях підсистем розвідки та управління щодо забезпечення необхідною інформацією підсистему вогневого впливу можливо припустити, що результируючі можливості всієї системи ВУП можливо оцінювати лише по спроможностям підсистеми вогневого впливу. Однак, навіть в цьому випадку, недостатні спроможності щодо стійкості певних підсистем призведе до зниження можливостей цієї підсистеми і відповідно інших підсистем. Це в повній мірі відповідає закону найменших [9], відповідно до якого: "Стійкість ланцюга (системи) визначається найслабшою із її ланок (підсистем)".

Таким чином, взаємовплив спроможностей підсистем системи ВУП полягає в обмеженні означених спроможностей рівнем найменших спроможностей певної підсистеми. Для прикладу пропонується розглянути певну ідеалізовану організаційну структуру яка включатиме підсистеми: розвідки, управління та вогневого впливу. Спроможності  $\lambda^{(c)}$  та можливості  $\lambda^{(m)}$  пропонується вимірювати через інтенсивність "обробки" об'єктів противника (тут мається на увазі певна дія з інформацією або безпосередній вплив в залежності від специфіки підсистеми). Так, для підсистеми розвідки – це інтенсивність виявлення об'єктів противника  $\lambda_p$ , для управління – інтенсивність видачі команд на ураження об'єктів противника  $\lambda_y$ , для підсистеми вогневого впливу – інтенсивність виконання завдань щодо ураження об'єктів противника  $\lambda_b$ . Виходячи з цього, для розуміння функціональних зв'язків між елементами системи ВУП, наведемо принципову схему функціонування системи ВУП (рис. 1).

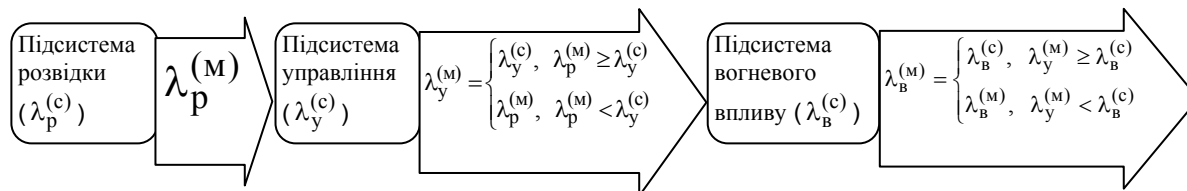


Рис. 1. Принципова схема функціонування системи ВУП

Аналіз функціональних зв'язків між підсистемами, показаних на рис.1 свідчить про необхідність формувати організаційні ланцюги з приблизно рівними спроможностями для підвищення ступеня реалізації спроможностей системи в цілому. До того ж, використання приблизно рівних за спроможностями підсистем ВУП дозволить залучати мінімально необхідну кількість сил і засобів, що опосередковано підвищить стійкість підсистем.

На практиці, система ВУП має більш складну ієрархічну систему. До різновидів організаційного об'єднання відносяться централізоване та мережевоцентричне [10]. Результати аналізу означених об'єднань свідчать, що при централізованому об'єднанні можливості щодо виконання завдань з ураження об'єктів противника  $\lambda_{b(c)}^{(m)}$  будуть складатися із можливостей окремих

ланцюгів, які в свою чергу будуть визначатися тою підсистемою в ланцюзі яка матиме найменші спроможності. Виходячи з цього, можна припустити, що при мережевоцентричному об'єднанні можливості щодо виконання завдань з ураження об'єктів противника  $\lambda_{в(м)}^{(м)}$  будуть

визначатися тою підсистемою, яка матиме мінімальні спроможності.

Для порівняння пропонується розглянути приклад, в якому деяка сукупність сил і засобів розвідки, управління та вогневого впливу буде організаційно об'єднана, в першому випадку за централізацією, в другому – мережевоцентричністю (рис. 2).

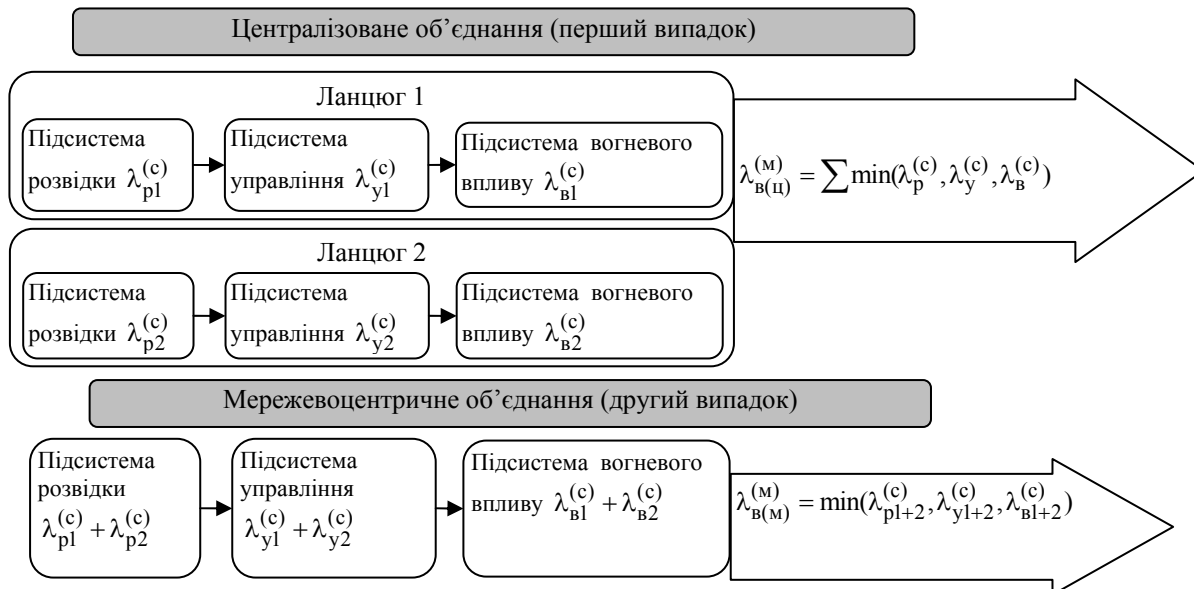


Рис. 2. Принципова схема функціонування системи ВУП

Таким чином, результати дослідження зв'язків підсистем ВУП можливо провести шляхом аналізу співвідношення інтенсивностей при

централізованому та мережевоцентричному об'єднанні означених підсистем (табл.1).

Таблиця 1

Таблиця результатів дослідження співвідношення інтенсивностей при централізованому та мережевоцентричному об'єднанні підсистем ВУП

Номер дослідження n	Інтенсивність виконання завдань										$\frac{\lambda_{в(ц)}^{(м)}}{\lambda_{в(м)}^{(м)}}$
	підсистемою розвідки $\lambda_p^{(c)}$		підсистемою управління $\lambda_y^{(c)}$		підсистемою вогневого впливу $\lambda_b^{(c)}$		при централізованому об'єднанні $\lambda_{в(ц)}^{(м)}$			при мережецентричному об'єднанні $\lambda_{в(м)}^{(м)}$	
	Ланцюг 1	Ланцюг 2	Ланцюг 1	Ланцюг 2	Ланцюг 1	Ланцюг 2	Ланцюг 1	Ланцюг 2	В цілому	В цілому	
1	1	3	2	8	3	5	1	3	4	4	1
2	2	7	3	10	3	3	2	3	5	6	0,833333
3	3	17	7	4	5	2	3	2	5	7	0,714286
4	4	2	7	11	6	5	4	2	6	6	1
5	5	8	4	2	8	7	4	2	6	6	1
6	6	3	3	12	11	18	3	3	6	9	0,666667
7	7	12	5	8	6	5	5	5	10	11	0,909091
8	8	8	7	9	8	16	7	8	15	16	0,9375
9	9	8	2	6	7	2	2	2	4	8	0,5
10	9	3	5	2	7	5	5	2	7	7	1
11	8	3	7	17	2	6	2	3	5	8	0,625
12	7	7	9	5	4	3	4	3	7	7	1
13	6	9	5	8	7	4	5	4	9	11	0,818182

Номер досліджуваного п	Інтенсивність виконання завдань										$\frac{\lambda_{В(Ц)}^{(M)}}{\lambda_{В(M)}^{(M)}}$
	підсистемою розвідки $\lambda_p^{(c)}$		підсистемою управління $\lambda_y^{(c)}$		підсистемою вогневого впливу $\lambda_b^{(c)}$		при централізованому об'єднанні $\lambda_{В(Ц)}^{(M)}$			при мережецентричному об'єднанні $\lambda_{В(M)}^{(M)}$	
	Ланцюг 1	Ланцюг 2	Ланцюг 1	Ланцюг 2	Ланцюг 1	Ланцюг 2	Ланцюг 1	Ланцюг 2	В цілому	В цілому	
14	5	2	7	9	8	2	5	2	7	7	1
15	4	8	3	9	8	12	3	8	11	12	0,916667
16	3	9	6	3	8	5	3	3	6	9	0,666667
17	2	3	9	2	3	6	2	2	4	5	0,8
18	1	2	2	6	4	8	1	2	3	3	1
19	1	5	5	8	9	9	1	5	6	6	1
20	2	8	7	2	9	6	2	2	4	9	0,444444
21	3	9	6	5	1	4	1	4	5	5	1
22	4	4	7	3	2	2	2	2	4	4	1
23	5	2	2	2	4	1	2	1	3	4	0,75
24	6	2	4	5	5	23	4	2	6	8	0,75
25	7	7	2	5	7	5	2	5	7	7	1
26	8	9	6	8	5	6	5	6	11	11	1
27	9	2	8	9	3	7	3	2	5	10	0,5
28	3	5	8	5	3	8	3	5	8	8	1
Середнє значення співвідношення інтенсивностей виконання завдань $\bar{M} = \left( \frac{\sum_n \lambda_{В(Ц)}^{(M)}}{\sum_n \lambda_{В(M)}^{(M)}} \right) / n$											0,851137

Результати аналізу інтенсивності виконання завдань табл. 1 свідчать про те, що мережецентричне об'єднання є більш доцільним, так, як в цьому випадку реалізується більше, порівняно з централізованим, спроможностей. Для прикладу означеного в табл. 1 мережецентричне об'єднання дозволяє реалізувати приблизно на 15% більше спроможностей системи ВУП в цілому. Однак, необхідно зауважити, що створення мережецентричної організаційної структури вимагає більше операційних затрат [10].

В цілому закон найменших (слабкої ланки) необхідно розглянути і в розрізі ураження противника. Так, на цей час, прийнято визначати важливість об'єкту для ураження спираючись в кращому випадку на його спроможності [8], при цьому не враховуючи результати (можливих) попередніх дій (об'єктів які були ураженні). Тобто при виконанні завдань з ураження об'єктів противника не враховується стійкість підсистем вогневого ураження наших військ противником. Для більшої наглядності пропонується розглянути приклад, з наступними вхідними даними: в підсистемах вогневого ураження наших військ противником є по шість об'єктів з різними спроможностями відповідно і їх важливість різна в залежності від спроможностей. Пропонується припустити, що можливості наших військ

складають шість завдань щодо ураження об'єктів противника з імовірністю ураження 1. Таким чином, пропонується розглянути два випадки: перший – коли завдання виконуються по ураженню найбільш важливих об'єктів противника, другий – коли завдання виконуються по ураженню однієї із підсистем вогневого ураження наших військ противником. Результати дослідження втрат можливостей противника при ураженні найбільш важливих об'єктів противника або однієї із підсистем вогневого ураження наших військ наведено у табл.2.

Результати аналізу спроможностей ВФ (табл. 2) свідчать, що при зосередженні зусиль щодо ураження об'єктів противника однієї із підсистем, результати впливу значно зростають. Адже, зменшення спроможностей однієї з підсистем призведе до обмеження спроможностей системи в цілому. Для умов прикладу: при зосередженні зусиль на ураженні однієї із підсистем можливості системи ВУП противника зменшаться вдвічі. Звичайно в прикладі розглянуті ідеалізовані умови: неврахована стійкість об'єктів противника, прийнято що викриті всі об'єкти, імовірність ураження прийнято за 1. В той же час, результати дослідження дозволяють на підставі закону найменших (слабкої ланки) розширити сутнісне наповнення деяких принципів застосування ВФ під час ВУП.

**Таблиця результатів дослідження втрат можливостей противника при ураженні найбільш важливих об'єктів противника або однієї із підсистем вогневого ураження наших військ**

№ об'єкту	Спроможності (важливість) об'єктів противника												
	до початку вогневого ураження				при ураженні шести найбільш важливих об'єктів (перший випадок)				при ураженні об'єктів підсистеми розвідки (частковий другий випадок)				
	розвідки $\lambda_{р(поч)}^{(c)}$	управління $\lambda_{у(поч)}^{(c)}$	вогневого впливу $\lambda_{в(поч)}^{(c)}$	в цілому $\lambda_{в(поч)}^{(m)}$	розвідки $\lambda_{р(пер)}^{(c)}$	управління $\lambda_{у(пер)}^{(c)}$	вогневого впливу $\lambda_{в(пер)}^{(c)}$	в цілому $\lambda_{в(пер)}^{(m)}$	розвідки $\lambda_{р(др)}^{(c)}$	управління $\lambda_{у(др)}^{(c)}$	вогневого впливу $\lambda_{в(др)}^{(c)}$	в цілому $\lambda_{в(др)}^{(m)}$	
1	9	8	10	8	0	0	0	0	0	8	10	0	
2	8	7	8	7	0	0	0	0	0	7	8	0	
3	5	6	5	5	5	6	5	5	0	6	5	0	
4	5	4	4	4	5	4	4	4	0	4	4	0	
5	3	3	4	3	3	3	4	3	0	3	4	0	
6	2	1	2	1	2	1	2	1	0	1	2	0	
Разом				28	-				13	-			
Втрати можливостей $\lambda_{в(втрати)}^{(m)} = \lambda_{в(поч)}^{(m)} - \lambda_{в(пер)}^{(m)} (\lambda_{в(др)}^{(m)})$					-				15	-			

Так, пропонується розширити зміст принципу масування (зосередження) артилерійських підрозділів та їх вогню на найважливіших напрямках наступним доповненням: зосередження зусиль проводити, в тому числі, і по найбільш слабким (або розвіданим) підсистемам вогневого ураження наших військ (закон найменших). Сутність доповнення полягає не у повному виключенні об'єктів інших підсистем, а у разі виникнення необхідності робити вибір між декількома об'єктами для ураження, перевагу надавати тим об'єктам, які відносяться до найслабшої підсистеми вогневого ураження наших військ.

До того ж, принцип твердого, стійкого і безперервного управління артилерійськими підрозділами пропонується реалізовувати не через централізацію організаційної структури управління, а через її розосередження (мережевоцентризм), для підвищення стійкості функціонування та ступеня реалізації спроможностей ВФ РВіА під час ВУП.

Також, зважаючи на отримані в роботі результати, пропонується включити до сукупності принципів бойового застосування ВФ РВіА під час ВУП, принцип збалансованості підсистем ВУП за їх спроможностями. Сутність принципу полягає у формуванні організаційних ланцюгів підсистем ВУП (розвідки, управління, вогневого впливу) з приблизно рівними спроможностями. Застосування принципу також дозволить підвищити ступінь реалізації спроможностей системи в цілому. До того ж, використання приблизно рівних за спроможностями підсистем ВУП дозволить залучати мінімально необхідну кількість сил і засобів, що опосередковано підвищить стійкість підсистем.

**Література**

1. **Майстренко О. В.** Тенденції розвитку форм і способів застосування ракетних військ і артилерії у

**Висновки й перспективи подальших досліджень**

Таким чином, в статті дістав еволюційних змін зміст принципів застосування ВФ РВіА під час ВУП, зокрема принципу масування (зосередження) артилерійських підрозділів та їх вогню на найважливіших напрямках та принципу твердого, стійкого і безперервного управління артилерійськими підрозділами. Принцип масування удосконалено за рахунок використання закону найменших (слабкої ланки), що дозволить підвищити ступінь реалізації спроможностей військових формувань РВіА. Принцип твердого, стійкого і безперервного управління артилерійськими підрозділами удосконалено за рахунок розосередження організаційної структури управління, що також дозволить підвищити ступінь реалізації можливостей та підвищити стійкість функціонування ВФ РВіА під час ВУП.

Також в статті запропоновано новий (для сукупності принципів бойового застосування ВФ РВіА під час ВУП) принцип, зокрема принцип збалансованості підсистем ВУП по їх спроможностям, який ґрунтується на формуванні організаційних ланцюгів підсистем ВУП з приблизно рівними спроможностями, що дозволить підвищити ступінь реалізації спроможностей системи в цілому, а також залучати мінімально необхідну кількість сил і засобів, що опосередковано підвищить стійкість підсистем.

**Подальші дослідження** пропонується присвятити обґрунтуванню методичних рекомендацій щодо підвищення ступеню реалізації можливостей та стійкості функціонування ВФ РВіА під час ВУП

локальних війнах та збройних конфліктах останніх десятиліть./ Майстренко О. В. // Матеріали доповідей

науково-практичного семінару кафедри ракетних військ і артилерії “Перспективи бойового застосування ракетних військ і артилерії ЗС України”. – Львів: АСВ, 2015. – С.8-12. 2. **Майстренко О. В.** Аналіз форм і способів застосування ракетних військ і артилерії у локальних війнах та збройних конфліктах останніх десятиліть /Майстренко О. В.// Матеріали науково-практичного семінару “Роль і місце ракетних військ і артилерії в системі вогневого ураження за досвідом їх застосування у локальних війнах та збройних конфліктах останніх десятиліть”. – Львів: АСВ, 2013 С. 25-29. 3. **Троценко К. А.** О реализации боевых возможностей тактической группировки войск / Троценко К.А. // Военная мысль. – 2008. – № 6. – С. 70–75. 4. **Майстренко О. В.** Визначення області доцільних значень для показників точності та раповості вогню артилерії (ударів ракет)/ Майстренко О. В., Репіло Ю.С., Демидко Д. Л. – К.: НУОУ, 2015. – Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони №1(22). – С. 79–83. 5. **Калиновский О. Н.** Об оценке огневых возможностей войск в операции. / Калиновский О. Н. //

Военная мысль – 1996. – № 5(9-10). – С. 52-56. 6. **Морозов Н. А.** К методике параметризации модели для оценки боевых возможностей группировок войск (сил) в операциях / Н. А. Морозов, В. В. Баков // Научно-технический сборник МО РФ. – 2003.– № 1.– С. 24–31. 7. **Тактична** підготовка артилерійських підрозділів : підручник / П. Є. Трофименко, Ю. І. Пушкарьов, С. П. Латін та ін. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 776 с. 8. **Майстренко О. В.** Підхід до визначення бойових можливостей угруповання в бою (операції). / Майстренко О. В. Репіло Ю. Є. // – К.: НУОУ, 2013. – Труды ЦВСД №3(49) – С. 55–59. 9. **Богданов А. А.** Всеобщая организационная наука. Тектология. Кн. 1. / А. А. Богданов. – М. : изд Экономика, 1989. – 394 с. 10. **Майстренко О. В.** Удосконалення методики оцінювання ефективності ураження системи бойового управління противника /Майстренко О. В., Соколовський С. М., Артамошенко В. С. // – К.: НУОУ, 2012. – Труды університету №6 (112). – С. 43–46.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРИНЦИПОВ ПРИМЕНЕНИЯ ВОИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ РАКЕТНЫХ ВОЙСК И АРТИЛЛЕРИИ ВО ВРЕМЯ ОГНЕВОГО ПОРАЖЕНИЯ ПРОТИВНИКА

*Юрий Евгеньевич Репило (д-р воен. наук, профессор)  
Александр Васильевич Маистренко (канд. воен. наук)  
Михаил Васильевич Адаменко*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*Статья посвящена усовершенствованию содержания принципов применения воинских формирований ракетных войск и артиллерии во время огневого поражения противника, в частности принципа массирования (сосредоточения) артиллерийских подразделений и их огня на важнейших направлениях, а также принципа твердого, стойкого и непрерывного управления артиллерийскими подразделениями, а также предложен новый принцип, в частности принцип сбалансированности подсистем ОПП по их возможностям, которые усовершенствованы за счет использования закона наименьших (слабого звена) и рассредоточения организационной структуры управления, которое позволит повысить степень реализации возможностей и повысить стойкость функционирования воинских формирований ракетных войск и артиллерии во время огневого поражения противника. Также в статье предложен новый принцип боевого применения воинских формирований ракетных войск и артиллерии во время огневого поражения противника, в том числе принцип сбалансированности подсистем огневого поражения противника по их возможностям, основанный на формировании организационных цепей подсистем с примерно равными возможностями.*

**Ключевые слова:** принцип применения воинского формирования; ракетные войска и артиллерия; огневое поражение противника.

## TO IMPROVE CONTENT OF EMPLOYMENT PRINCIPLES OF MISSILE FORCES AND ARTILLERY UNITS DURING THE FIRE OF THE ENEMY

*Yurii Y. Repilo (Doctor of Military Sciences, Professor)  
Oleksandr V. Maistrenko (Candidate of Military Sciences)  
Mykhailo V. Adamenko*

*National Defense University of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*The article is devoted to improving the content of the principles on the use of military units of missile troops and artillery during a fire destruction of the enemy, in particular the principle of massaging (concentration) artillery units and their fire on the major areas, as well as the principle of solid, stable and ongoing management of artillery units, and also provided a new principle, in particular the principle of balance subsystems of AKI according to their capabilities, which are improved by the use of the law the least (weakest link) and the dispersal of organizational structure of management, which will increase the degree of empowerment and enhance the vitality of the functioning military units of missile troops and artillery during a fire destruction of the enemy. The article also proposes a new principle of combat application military units of missile troops and artillery during a fire destruction of the enemy, including the principle of equilibrium subsystems fire destruction of the enemy on their capabilities, based on the formation chains of organizational subsystems with approximately equal probability.*

**Keywords:** application of a principle military formation; missile forces and artillery; fire damage to the enemy.

### References

1. **Maystrenko A.V.** (2015), Trends in the forms and uses of missile troops and artillery in local wars and armed conflicts of recent decades [*Tendencii rozvytku form i sposobiv zastosuvannya raketnyh viysk i artilerii u lokalnyh viynah ta zbroynyh konfliktah ostannyh desyatylity*], ASV, Lviv, pp. 8-12. 2. **Maystrenko A.V.** (2013), Analysis of forms and uses of missile troops and artillery in local wars and armed conflicts of recent decades. [*Analiz form i sposobiv zastosuvannya raketnyh viysk i artilerii u lokalnyh viynah ta zbroynyh konfliktah ostannyh desyatylity*], ASV, Lviv, pp. 25-29. 3. **Trotsenko K.A.** (2008), On the implementation of the combat capabilities of tactical groupings of troops [*O realizacii boevykh vozmozhnostey takticheskoy gruppirovky voysk*], Voennaya mysl, No 6, pp. 70-75. 4. **Maystrenko A.V.**, Repilo Y.E., Demidko D.L. (2015), Determining the appropriate area designations for performance and accuracy surprise artillery fire (the missile strikes). [*Vyznachennya oblasti znachen dlya pokaznykiv tochnosti ta raptovosti vognyu artilerii*], Suchasni informacijni tekhnologiji u sferi bezpeky ta oborony, No. 1 (22), pp. 79-83. 5. **Kalinowskiy O.N.** (1996), An estimate of firing capabilities of troops in the operation. [*Ob ocenky ognevyyh vozmozhnostey voysk v operacii*], Voennaya mysl, No 5(9-10), pp. 52-56. 6. **Morozov N.A.**, Dakov V.V., (2003), By the method of parameterization of the model to assess the combat capabilities of troops (forces) in operations. [*K metodyke parametryzatsii modeli dlya ocenky boevyyh vozmozhnostey gruppirovok voysk (syl) v operaciyah*], Nauchno-tehnichnyy sbornik MORF No 1, pp. 24-31. 7. **Trofimenko P.Y.**, Pushkaryov Y.L., Latin S. P. (2012), Tactical training artillery units: textbook. [*Tatychna pidgotovka artileriysskyh pidrozdiliv*], Sumy, 776 p. 8. **Maystrenko A.V.**, Repilo Y.E. (2013), The approach to the definition of military capabilities in the battle group (the operation). [*Pidhid do vyznachennya boyovykh mozhlyvostey ugrupovannya v boyu (operacii)*], NUOU, Kiev, Trudy CVSD, No3(49), pp. 55-59. 9. **Bogdanov A.A.** (1989), Universal organizational science. Tectology. Bk. 1. [*Vseobshaya organizacionnaya nauka. Tektologiya*], Moscow: izd Ekonomika, 394 p. 10. **Maystrenko A.V.** (2012), Improved methods of evaluating the effectiveness defeat the enemy command and control system. [*Udoskonalennya metodyky ocynnyuvannya efektyvnosti urajennya systemy boyovogo upravlinnya protyvnyka*], Trudy universytetu, No.6, pp. 43-46.

Отримано: 10.02.2016 року.

*Віталій Анатолійович Савченко (д-р техн. наук, с.н.с.)*

*Тарас Михайлович Дзюба (канд. техн. наук, доцент)*

*Ігор Олексійович Діба*

*Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна*

## ФОРМУВАННЯ ВИМОГ ДО ДОМІНУЮЧОГО СТРАТЕГІЧНОГО МЕТАНАРРАТИВУ ДЛЯ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ АГРЕСИВНИХ СТРАТЕГІЧНИХ НАРРАТИВІВ ОПОНЕНТІВ

У даній статті ключовим є розкриття питання створення стратегічного нарративу як невід'ємної частини побудови свідомого суспільства, та взаємопов'язаного інституту контролю напрямку стратегічного розвитку держави. Усвідомлення важливості вирішення питань сьогодення, потребує мобілізації всіх національних ресурсів, інформаційних зусиль які працюватимуть в інтересах національного нарративу, особливо на інформаційному театрі ведення протиборств, та досягнення стратегічних цілей держави.

У зв'язку з останніми подіями у нас в державі Україна потребує формування чіткого національного стратегічного нарративу. Завершальним кроком після формування стратегії національної безпеки повинно бути загальне прийняття та розуміння її у кожному громадянині України.

Для уніфікації підходу формування керованого процесу, підтримки природнього розвитку, та побудови стратегічного нарративу, пропонуємо до вашої уваги алгоритм побудови стратегічного нарративу. В зв'язку з чим проведений глибокий аналіз літературних джерел який допомагає переосмислити та зрозуміти в повній мірі важливість національного нарративу України, та можливості його реалізації в формуванні безпекової політики держави на всіх етапах планування та прийняття рішень.

**Ключові слова:** стратегічний нарратив; національний нарратив; ідентичність; метанарратив; багатостороння історія; мульти-культурна історія; націє-центричність; інформаційне середовище; інформація; інформаційний вплив; пропаганда.

### Вступ

Поле битви наразі є не тільки фізичний простір країни її суверенітет і територіальна цілісність, а й “серця та розум” українських громадян і, відповідно, відношення та підтримка світової спільноти. У цій війні перевагу завоює той, хто зможе забезпечити єдність свого суспільства, правильне розуміння і схвалення власних дій міжнародною спільнотою, посягати сумніви в суспільстві ворога.

В останній (чинній) редакції Воєнної доктрини України [14] основним інструментом реалізації даного напрямку діяльності визначено стратегічні комунікації: “скоординоване і належне використання комунікативних можливостей держави – публічної дипломатії, зв'язків із громадськістю, військових зв'язків, інформаційних та психологічних операцій, заходів, спрямованих на просування цілей держави”.

Процес стратегічних комунікацій можна описати наступним алгоритмом:

- аналіз обстановки: воєнно-політичної, воєнно-стратегічної, суспільно-політичної, інформаційної тощо;

- визначення мети стратегічних комунікацій;

- визначення та оцінка основних цільових аудиторій;

- розроблення «нарративу» - розповіді (історії), яка розкриває мету стратегічних комунікацій;

- розроблення (з урахуванням нарративу) тематик інформування кожної цільової аудиторії;

- визначення (розроблення) технологій інформування кожної цільової аудиторії (тривалість використання тематики інформування, частота інформування, особливості висвітлення інформації, ступінь об'єктивності та достовірності інформації, яка розповсюджується тощо);

- визначення та оцінка каналів та джерел розповсюдження інформації (ЗМІ, соціальні мережі, слухи тощо) для кожної цільової аудиторії;

- розроблення інформаційних матеріалів (меседжів) для кожної цільової аудиторії з урахуванням нарративу та тематик інформування, а також обраних каналів та джерел розповсюдження інформації;

- реалізація стратегічних комунікацій.

- оцінювання ефективності проведених стратегічних комунікацій.

Для розкриття головного питання статті, хотілося б зазначити одне з трактувань нарративу

© В.А. Савченко, Т.М. Дзюба, І.О. Діба



– інтерпретація загального історично-локального, соціально інструментального та прагматичного механізму організації людського досвіду і набуття людиною своєї ідентичності.

Пошук та здобуття національного стратегічного нарративу повинно бути невід’ємним та логічним продовженням історії, як набуття етно-національного само розуміння. Кожен українець повинен бути здатним ідентифікувати себе у своєму власному житті, та житті країни. Ми повинні зрозуміти що ми виняткова нація, яка прагла до здобуття самостійності усю свою історію. Ну а тепер здобувши її ми повинні реалізувати весь наш потенціал загальнолюдських цінностей. Одним з напрямків реалізації національного нарративу повинно бути здобуття поваги, захоплення, громадянами України та міжнародною спільнотою в прийняттях рішень на дипломатичній арені, досягнення державних цілей, та конкурентноздатності на міжнародній арені.

**Постановка проблеми.** Україна потребує формулювання чіткого національного стратегічного нарративу. В зв’язку з останніми подіями у нас в державі сформувалася стратегія національної безпеки. І вона повинна сприйматися не тільки як документ розрахований для фахівців в даному напрямку, але й ще й мати відгук в серцях та розумах громадян України. Ми маємо охопити широкий спектр питань, всіх громадян. У нас є історія з багатоетнічним початком, з сильною та натхненною серединою, і в решті-решт нам потрібна проекція щасливого кінця, яка буде затьмарювати наші політичні розбіжності, орієнтувати нас як націю, і давати нам загальний напрямок, завойовуючи довіру і прихильність в серцях і розумах наших громадян, що дасть можливість досягнення нашого місця призначення вчасно та заплановано.

Ми повинні зрозуміти що однією з умов досягнення цілей, та вирішення питань сьогодення, є мобілізація всіх національних ресурсів, інформаційних зусиль які працюватимуть в інтересах національного нарративу на театрі ведення протиборств, як політичних так в кінці-кінців і військових дій.

Чітка ідентифікація дій та вчинків котрі формуватимуть сприйняття стратегічного нарративу повинні відповідати на основне питання, як розуміється наша історія з відповідністю до “розумінням свого існування сьогодення”. Іншими словами, самоусвідомлення сьогодення безпосередньо пов’язане з політичними, соціальними і правовими зверненнями.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

В основу обговорень в даній статті полягли матеріали Woodrow Wilson Center 2011 “A National Strategic Narrative” by Captain Porter’s and Colonel Mykleby’s [9].

А також, видання Павла Роберта Марочія “Історія України” (Київ, 2007р.)[1], де подано

ширший контекст європейського й українського Істріє писання впродовж кінця XIX - початку XXI ст.

В зазначених роботах започатковано розв’язання даної проблеми.

**Мета статті.** Формування вимог для створення домінуючого метанарративу який буде відповідати міжнародній багатонаціональній ініціативі співтовариств для нейтралізації та руйнуванню агресивних стратегічних нарративів опонентів, як передумови та невід’ємного супроводу насильства.

Враховуючи це одним з основних питань які потребують першочергового розгляду в даній статті є визначення меж формування вимог до побудови стратегічного метанарративу. Так як Україна – країна з багатоетнічною історією, ми маємо усі передумови для розширення, виходу за межі, національно-етнічного нарративу не змінюючи його, що суперечило б всім визначенням.

У результаті аналізу джерел виділяються раніше не вирішені питання та проблеми, яким присвячена стаття.

### **Виклад основного матеріалу дослідження**

Однією з невід’ємних частин сьогодення є взаємозалежність населення від інформаційних ресурсів, що зумовлює інформаційне збагачення однієї сторони та розширення іншої сторони.

Могутнім важелем на полі битви інформаційного впливу став Інтернет, посунувши такого велетня як телебачення. Проблемою сьогодення є цілеспрямований інформаційний вплив на громадян України, який проводиться тотальною навалою пропаганди, реалізуючи штучно створені стратегічні нарративи шляхом підміни понять, модифікації сприйняття, та дезорганізації в інформаційному просторі.

Для протидії діям впливу описаним вище, у нашої держави є беззаперечна зброя - наша історія. Так як вже згадувалось, сила нарративу, тобто його міць, вплив та сприйняття масами залежить від його підґрунтя.

Закладення стійкого нарративу спричинить природній імунітет, та не сприйняття ціле направлених впливів з інформаційного простору.

Важким завданням буде охопити багатонаціональну парадигму Українського народу, що стоїть обов’язковим завданням перед створенням дійсно успішного стратегічного нарративу. Так як національним нарративом української історії охоплено не всіх українців, що вже казати про інші етнічні групи. Як нещодавно зазначив А.Каппелер, неможливо написати історію державних інституцій, економіки, торгівлі або урбаністичних центрів України, зосереджуючи увагу лише локально. Використання багатоетнічного підходу до української історії може допомогти написати кращий український

історичний нарратив, однак також несе у собі загрозу замінити один нарратив, багатьма схожими нарративами. Тому завдання нової української історіографії полягає не в тому, щоб урізноманітнити національну парадигму, а вийти за її межі.

Розкриття головного питання статті неможливе без короткого анонсу історичного підґрунтя формування національного нарративу в нашій державі, отже:

Протягом своєї історії Україна була кордоном не лише різних державних утворень, а й - ще важливіше - різних цивілізаційних і культурних зон. Україна завжди була прикордонною зоною між євразійськими степами, де жили кочівники, і заселеними лісовими територіями. Київ, майбутню столицю України, засновано як прикордонний пост між цими двома світами. Боротьба за виживання зі степовиками та подальша колонізація степу - одна з найважливіших тем української історії.

Українське степове прикордоння стало місцем зародження особливої когорти степових мешканців - козаків - і відповідного типу ідентичності.

1845 р. Костомаров, молодий професор Київського університету, організував невеликий гурток - Кирило-Мефодіївське братство. Костомаров був одним із найкращих істориків імперії свого часу, єдиним прикладом рідкісного в наших географічних довготах типу "історика-митця". Літературна фантазія підштовхувала його наукову інтуїцію. Костомарова не задовольняє Устряловський гранд-нарратив. Молодий професор Київського університету, котрий на той момент встиг написати лише дві дисертації, складає "Книгу буття українського народу".

Та створення українського нарративу було відкладено на 50 років: в 1847 р. Кирило-Мефодіївське братство розгромила царська жандармерія. "Книга буття" переїхала до архіву Третього відділення, де пролежала - подалі від людських очей - до 1917 року. Костомарова засудили не за окрему українську історію, а насамперед за революційно-демократичні ідеї. Українській інтелігентці, які склали національний рух, лякалися репресивних дій центральної влади через об'єктивну слабкість свого руху, викликану запізнілістю модернізації країни, відсталістю нижчих верств і популярністю серед вищих верств іншої ідентичності (малоросійської чи просто російської).

Костомаров був панславистом, який так і не розірвав остаточно дві руські народності, Драгоманов писав із соціалістичних позицій і мріяв про федерацію громад, Грушевський - націоналіст, лівий ліберал, правий есер (український варіант "міністра-капіталіста" Тимчасового уряду).

Реконструюючи старі міфи російської історіографії, він навздогін створює нові,

українські: зістарює український народ до початків нашої ери (анти) (Грушевський 1898), "приватизує" Київську Русь, наголошує на розбіжностях між українцями та росіянами

Першу серйозну спробу написати територіальну, багатоетнічну та мульти-культурну історію України зробив П.Р.Магочій. Його велика, майже на 800 сторінок праця, уперше опублікована в 1996 р., стала альтернативою більш традиційному нарративу О.Субтельного 1988 р., який в українському та російському перекладах не раз перевидавався в Україні, а в перші роки незалежності навіть використовувався як посібник в українських університетах. П.Р.Магочій зумів написати історію України не тільки довшу, але й значно повнішу, ніж О.Субтельний, знайшовши в ній місце особам і подіям, яких у традиційному нарративі не було, хоча вони вельми важливі для розуміння минулого й теперішнього України.

Ще більш показове у цьому контексті порівняння його нещодавно виданої праці "Україна: ілюстрована історія" ("Ukraine: An Illustrated History") з її далеким прототипом - "Ілюстрованою історією України" М. Грушевського, опублікованою в 1911 р. Для прикладу можна взяти ілюстративний матеріал книжок М. Грушевського та П.Р. Магочія до культурної історії Східної України XIX ст. Отже, обидві містять портрети І. Котляревського, Т. Шевченка, М. Костомарова, П. Куліша та М. Драгоманова серед інших українських діячів того часу. Проте П.Р. Магочій виходить за межі українського національного руху та нарративу М. Грушевського й додає портрети М. Гоголя, Баал Шем Това, Шолом-Алейхема, Ю. Б. Залеського та І. Гаспринського.

Історичний нарратив П.Р. Магочія, без сумніву, багатший за нарратив М. Грушевського і приділяє значно більше уваги багатоетнічній та мультикультурній історії України, уводячи до неї персоналії з проросійською орієнтацією, провідних представників єврейського, польського й кримськотатарського культурних відроджень в Україні.

Із точки зору не націєцентричної теорії, важливішими є спроби Грушевського подолати етно- та державоцентризм (зокрема йдеться про створення історії різних соціальних груп, культурну історію тощо, див. 5 і 6 томи "Історії України-Руси"), що їх він, як це не парадоксально, робить паралельно з конструюванням національного нарративу.

Окреслюючи часові рамки української історії, тогочасний нарратив описував українців як народ, давніший за росіян, і, відповідно, наділяв їх незаперечним правом на суверенний культурний та політичний розвиток без будь-яких перешкод із боку їхнього молодшого брата. Задля досягнення мети початок цього історичного нарративу слід було відсунути якомога далі. У результаті нарратив, вироблений відповідно до поточних

наукових стандартів, озвучив право українців на “присвоєння” Київської Русі.

Національний нарратив розглядав українську історію як становлення українського народу в результаті низки злетів і падінь. Подібно до Г. фон Зібеля та інших тогочасних німецьких істориків, котрі витворили міф німецької нації як “приспаної красуні”, пробудженої “поцілунком” визвольних воєн, українські історики вірили та працювали заради “пробудження” своєї нації. Український нарратив був телеологічним так само, як і російський, тільки його кінцевою метою було не “возз’єднання російського народу”, а емансипація “однієї з його частин” від пригноблення з боку іншої.

Коли після 1991 р. панівною в українській історіографії стала національна парадигма, історіографічна українська нація нарешті здобула гору в історіографічному змаганні з династіями, державами й домінуванням російської та польської націй. Ця зміна перспективи усунула багато шкоди, заподіяної українцям у межах російсько- та польсько центричного нарративів.

У незалежній Україні нарратив пережив ще більш дивовижні, але так само об’єктивно зумовлені трансформації. Новий ідеологічний цемент складався передусім із літературної мови та національної історії, історія в свою чергу виступала в якості підштовхуючого та стимулюючого чинника.

Для уніфікації підходу формування керованого процесу підтримки природного розвитку, та побудови стратегічного нарративу, пропоную до вашої уваги алгоритм побудови стратегічного нарративу:



Рис.1 Алгоритм побудови стратегічного нарративу

Розробки стратегічного нарративу припускає прогнозування майбутніх можливостей, переосмислення минулих звершень і знову оцінити проблеми сьогодення. Будівництво стратегічного нарративу з урахуванням минулого і сьогодення дозволяє організувати проектування та прогнозування можливих варіантів майбутнього, що так необхідно для стратегій прийняття рішень в нестабільних умовах.

Стратегічний нарратив, як ефективний прогноз майбутнього, пов’язує воєдино резонансні тлумачення минулого і сьогодення. Щоб в свою чергу мати успіх серед загальної аудиторії, маючи певний ступінь когерентності, тобто мати причинно-наслідкову послідовність подій, що дозволить аудиторії слідувати логічному прогнозуванню можливих результатів.

Створення особливого погляду на майбутнє в форматі певного симбіозу історії та нинішніх пріоритетів, може спричинити зворотні(побічні) процеси переоцінки минулого і сьогодення.

Від створення стратегічного нарративу залежить стратегія прийняття рішень на всіх рівнях управління, роблячи систему управління стійкішою до будь-яких впливів. Проблемою сьогодення є боротьба в інформаційному просторі, починаючи від мережі Інтернет, використанням пропаганди в ЗМІ, закінчуючи проведенням дезинформуючих чи провокуючих акцій.

Світовий досвід показує, що стратегія прийняття рішень формується з спадщини минулого. А також взаємозалежність майбутніх результатів від прогнозів на майбутнє. Накопичений досвід може само проявлятися в процесах та здійснювати підтримку вирішення поточних проблем.

### Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропонований алгоритм дасть можливість влучно та об’єктивно створити стратегічний нарратив.

Зрозуміло, слід зробити ще дуже багато, щоб залучити українську історію до світового історичного нарративу. Історію України слід переосмислити заради того, щоби подолати обмеження, накладені на неї спочатку імперською, а потім національною парадигмами. Це дозволить інтегрувати українське минуле в історію Східної Європи та всього континенту. Можна вірити в те, що майбутнє України - в Європі, однак її минуле має бути там, де воно справді відбувалося: посеред багатоманітності світів, створених цивілізаційними та імперськими кордонами впродовж усієї історії території, яку ми сьогодні називаємо Україною.

У тому, що українська історія лише виграє, якщо буде уявлена поза рамками, у котрі її поставили імперська та національна парадигми, немає сумнівів. Методи, які сьогодні використовують у межах мікро- та макроісторичних досліджень, неодмінно зроблять українську історію повнішою та більш правдивою, розширивши її життєвим досвідом людей різних національностей, культур і політичних поглядів, які населяли цю територію в минулому чи живуть тут сьогодні. Така нова історія України збагатить історію Східної Європи та Європейського субконтиненту і надасть їй нового забарвлення.

*Література*

1. **Магочій П. Р.**, "Історія України" Київ, 2007 р.
2. **Бовуа Д.**, 1998. Битва за землю в Україні 1863-1914. Поляки в соціо-етнічних конфліктах. Київ: Критика.
3. **Грицак Я. Й.**, 2001. "Яких-то князів були столиці в Києві?..": до конструювання історичної пам'яті галицьких українців у 1830-1930-ті роки. Доступ 12.09.15 за адресою: <http://www.franko.lviv.ua/Subdivisions/um/um6/Statti/5-NRYTSAK%20Yaroslav.htm>.
4. **Грушевський М. С.**, 1898. Історія України-Руси. Т. 1. Доступ 12.09.15 за адресою: <http://litopys.org.ua/hrushrus/iur10402.htm>.
5. **Драгоманов М. П.**, 1876. Антракт з історії українофільства (1863-1872). Доступ за адресою: <http://litopys.org.ua/drag/drag08.htm>.
6. **Заруба В. М.**, 2004. Історик держави і права України академік М. Є. Слабченко (1882-1952). Дніпропетровськ: Ліра
- ЛПГД. 7. **Когут З. О.**, 2004. Коріння ідентичності. Студії з ранньомодерної та модерної історії України. Київ: Критика.
8. **Козеллек Р.**, 2005. Минуле майбутнє. Про семантику історичного часу. Київ: Дух і літера.
9. **Captain Porter's and Colonel Mykleby's** 2011 "A National Strategic Narrative" by Woodrow Wilson Center.
10. **Кравченко В.**, 2011. Україна, Імперія, Росія. Київ: Критика.
11. **Лисяк-Рудницький І. П.**, 1994. Історичні есе. Т. 2. Київ: Основи.
12. **Сохань П. С.**, (гол. ред.), 1990. Кирило-Мефодіївське товариство. Т. 1. Київ: Наукова думка.
13. **Драгоманов М. П.**, 1917. Историческая Польша и великорусская демократия. Киев: Типо-литография М. Э. Заездного.
14. **Указ Президента України** Про рішення РНБО України від 02.09.15 "Про нову редакцію Военної доктрини України".

**ФОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ДОМИНИРУЮЩЕМУ СТРАТЕГИЧЕСКОМУ  
МЕТАНАРРАТИВУ ДЛЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ АГРЕССИВНЫХ СТРАТЕГИЧЕСКИХ  
НАРРАТИВОВ ОППОНЕНТОВ**

*Виталий Анатольевич Савченко (д-р техн. наук, с.н.с.)*

*Тарас Михайлович Дзюба (канд. техн. наук, доцент)*

*Игорь Алексеевич Дыба*

*Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

*В данной статье ключевым является раскрытие вопроса создания стратегического нарратива как неотъемлемой части построения сознательного общества, и взаимосвязанного института контроля направления стратегического развития государства. Осознание важности решения вопросов современности, требует мобилизации всех национальных ресурсов, информационных усилий которые будут работать в интересах национального нарратива, особенно на информационном театре ведения противоборства, и достижения стратегических целей государства.*

*В связи с последними событиями у нас в государстве Украина нуждается формулировке четкого национального стратегического нарратива. Завершающим шагом после формулирования стратегии национальной безопасности должно быть общее принятие и понимание ее в каждом гражданином Украины.*

*Для унификации подхода формирования управляемого процесса, поддержания естественного развития, и построения стратегического нарратива, предлагаю вашему вниманию алгоритм построения стратегического нарратива. В связи с чем проведен глубокий анализ литературных источников который помогает переосмыслить и понять в полной мере важность национального нарратива Украины и возможности его реализации в формировании безопасности государства на всех этапах планирования и принятия решений.*

**Ключевые слова:** *стратегический нарратив; национальный нарратив; идентичность; метанарратив; много-этническая история; мульти-культурная история; нации-центричность; информационную среду; информация; информационное воздействие; пропаганда.*

**FORMATION REQUIREMENTS FOR STRATEGIC DOMINANT NARRATIVE TO NEUTRALIZE THE  
AGGRESSIVE STRATEGIC NARRATIVE OPPONENTS**

*Vitalii A. Savchenko (Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow)*

*Taras M. Dziuba (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)*

*Ihor O. Dyba*

*National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

*This article is the key issue of opening a strategic narrative as an integral part of building conscious society and institute control interconnected strategic direction of development. Awareness of the importance of issues today requires the mobilization of all national resources, information efforts that will work for the national narrative, especially in the information confrontation doing theater, and achieve the strategic goals of the state.*

*Due to recent events in our country Ukraine needs clear formulation of national strategic narrative. The final step after formulating national security strategy should be a general acceptance and understanding of every citizen of Ukraine.*

To unify the approach of forming the controlled process, support natural development, and building strategic narrative, offers a strategic algorithm for constructing narrative. In therefore conducted a deep analysis of the literature that helps rethink and understand the full importance of the national narrative Ukraine and its possible implementation in shaping security policy at all stages of planning and decision making.

**Keywords:** strategic narrative; national narrative; identity; narrative; multicultural history; multi-cultural history; information environment; information; information influence; propaganda;.

### References

- 1. Magochii P.R.** (2007), "History of Ukraine", [*Istoriia Ukrainy*], Kyiv.
- 2. Bovua D.**, (1998), The battle for land in Ukraine 1863-1914. Poles in socio-ethnic conflicts. Kyiv: Criticism, [*Bytva za zemliu v Ukraini 1863-1914. Poliaky v sotsio-etnichnykh konfliktakh*]. Kyiv: Krytyka.
- 3. Hrytsak Y.**, (2001), What were some of the princes of the capital Kiev? .., [*Yakykh-to kniaziv buly stolytsi v Kyievi?.. do konstruiuvannia istorychnoi pamiaty halychykykh ukrainsiv u 1830-1930-ti roky*], Dostup za adresoiu: <http://www.franko.lviv.ua/Subdivisions/um/um6/Statti/5-HRYTSAK%20Yaroslav.htm>.
- 4. Hrushevskiy M.S** (1898). History of Ukraine-Rus. [*Istoriia Ukrainy-Rusy*] Dostup za adresoiu: <http://litopys.org.ua/hrushrus/iur10402.htm>.
- 5. Drahomanov M.P.** (1876), Intermission Ukrainophilism of history (1863-1872), [*Antrakt z istorii ukrainofilstva (1863-1872)*]. Dostup za adresoiu: <http://litopys.org.ua/drag/drag08.htm>.
- 6. Zaruba V.M.** (2004), Historian State and Law Academy of Ukraine, [*Istoryk derzhavy i prava Ukrainy*], akademik M.Ye. Slabchenko (1882-1952). Dnipropetrovsk: Lira LIHD.
- 7. Kohut Z.O.** (2004), The roots of identity. Studies in the early modern and modern history of Ukraine, [*Korinnia identychnosti. Studii z rannomodernoi ta modernoi istorii Ukrainy*], Kyiv: Krytyka.
- 8. Kozellek R.** (2005), The past is the future. On the semantics of historical time, [*Mynule maibutnie. Pro semantiku istorychnoho chasu*], Kyiv: Dukh i litera.
- 9. Captain Porter's** and Colonel Mykleby's (2011), A National Strategic Narrative by Woodrow Wilson Center.
- 10. Kravchenko V.** (2011), Ukraine, Empire, Russia. Kiev, [*Ukraina, Imperiia, Rosiia*] Kyiv: Krytyka.
- 11. Lysiak-Rudnytskyi I.P.**, (1994). [*Istorychni ese. T. 2*], Kyiv: Osnovy.
- 12. Sokhan P.S.** (1990), Cyril and Methodius, [*Kyrylo-Mefodiivske tovarystvo. T. 1.*], Kyiv: Naukova dumka.
- 13. Drahomanov M. P.**, (1917), Ystorycheskaya Poland and velykorusskaya democracy, [*Ystorycheskaia Polsha y velykorusskaia demokratyia*]. Kyiv: Typo-lytohrafiya.
- 14. Ukaz Prezydenta** On the decision of the National Security Council of Ukraine 02.0915 "On the new edition of the Military Doctrine of Ukraine.". Ukrainy Pro rishennia RNBO Ukrainy vid 02.0915 "On the new edition of the Military Doctrine of Ukraine" [*Pro novu redaktsiiu Voiennoi doktryny Ukrainy*].

Отримано: 11.04.2016 року.

Piotr Sienkiewicz (PhD, Professor)

Piotr Gawliczek (Associate Professor)

National Defence University, Warsaw, Poland

## SYSTEMS ANALYSIS OF SECURITY MANAGEMENT AND ANALYSIS OF RISK IN CRISIS SITUATIONS

*A general model of threats, systems' safety and safety management has been presented. The model of safety management is considered in terms of a duplex control over the allocation of means and security measures. The article presents also the general crisis situation model of the system caused due to the external threats' accumulation. The risk analysis has been adopted as a condition to rationalise anti-crisis situations as risk makes up an attribute of systems' activities in a dynamic uncertain environment.*

**Keywords:** threats; risk; modeling; systems approach.

### Introduction

A system analysis of security of any objects is sensible when danger exists, that is to say when there are threats that can cause either an interruption of functioning (existence, progress) of those objects, or a loss of certain properties thereof. Security is a ambiguous notion, regarding to: (1) lack of danger; (2) a system of institutional and non-institutional guarantees of threats' elimination or minimization; (3) one of the existing existential values, related to sense of stability, an enduring favorable state of affairs, a sense of lack of threats, confidence. In terms of political science and national (international) security related studies, both the coverage criterion (e.g. regional security, global security) and the subject criterion (military, economic, ecological, technical, cultural security) are applied. On the other hand, on the basis of system analysis, two dominant approaches exist, namely:

Security understood as an object's property, qualifying its resistance to the emergence of dangerous situations (threats), the major accent being put on the object's security failure, that is its susceptibility to real or potential threats;

Security of a system understood as its capability to protect its intrinsic values against outside threats.

We need to notice two aspects of security: the objective one, when conditions exist to create real threats, and the subjective one, which expresses the feeling of security or insecurity. In systemic studies, the relation is highlighted, between the security of systems and other system characteristics, such as e.g. stability, balance, reliability, resilience, readiness, etc, especially their effectiveness (in terms of efficiency and/or economy).

Risk, connected with uncertainty, belongs to the most common and irremovable social life dimensions (Kozielecki, 2004). Humanity from its beginnings has been dealing with crisis situations provoked by unexpected tragic events, lack of success and life failures (Koniczny, 2001). Certainly it would be difficult to prove that "crisis development" is a systemic characteristic feature of modern organisations. However, one must agree with the

opinion that the crisis management ability, i.e. decision making in crisis situations, should make up an attribute of modern strategic management systems. The connection of risk and crisis management problems can be easily expressed assuming that decision making in crisis situations means the necessity to make choices of action strategies in high risk conditions.

### Model of threats

A threat to the system's security is any occurrence (process, event) that is undesirable in terms of uninterrupted functioning of the system. Such occurrences or their accumulation in the given time and place, by affecting it destructively, create a threatening situation for the system's existence (development). It should also be noted that there is a possibility of creating situations dangerous to the system, caused internal threats resulting from e.g. system's failure.

System's **situation** is taken into consideration  $\Sigma = \langle S, E, R \rangle$

Where: S – the system, which is the **object** of threats:  $S \subset M, R^w$ , M – a set of elements,  $R^w$  – a set of relations between elements;

E – the environment, consisting of elements, which are the **sources** of threats;  $Rz \subset S \times E$  – a set of relations.

The system as an object of threats is characterized by its defensive potential (system security):  $P(S) \geq 0$ . The source of threats is characterized by its destructive potential:  $P(e) \geq 0$ ,  $e \in E$ . Set  $R^z$  describes the **threat relation**  $Rz = Rz(e, S)$ , such that  $eR^zS \Leftrightarrow P(e) \geq P(S)$ , which means that the object is threatened by  $e \in E$ . The function  $R^z(t)$  can be a threat relation in real time  $t \in T$ . The **state of threat** may be interpreted as a point on a complex Gaussian plane, described with the coordinates  $P(e)$ ,  $P(S)$ , which means that  $z = z(e, S) = (P(e), P(S))$ ; suppose that to every  $t \in T$  we can assign a complex number  $Z(t) = P(e, t) + iP(S, t)$  and then the collection of points described with the equation  $z = z(t)$  may be interpreted as a trajectory of the states of threat situation.

The trajectory can go as follows:

a) If the relation  $Rz(t)$  is true for every  $t \in T$ , which means that  $Imz(t) \leq Rez(t)$ , then the trajectory  $z=z(t)$  is a **threat trajectory**.

b) If the relation  $Rz(t)$  is not true for every  $t \in T$ , then the trajectory  $z=z(t) \equiv b(t)$  is a **security trajectory**.

Between trajectory  $z(t)$  and  $t$  axis, a threat plane  $\Pi(z(t))$  can be spread, whereas between trajectory  $b(t)$  and  $t$  axis, a safety plane  $\Pi(b(t))$  can be spread. Both these planes create a whole. An analysis of this model allows us to consider threat situations in terms of R. Thom's catastrophe theory.

A system analysis of threat situations can be "scaled" according to two **criteria**:

a) Probability criterion (*security*) of emerging of a state of threat (or other measure of the possibility of threat occurrence, e.g. fuzzy measurement);

b) Importance criterion (*severity*) of the state of threat (e.g. the risk and the value of the system in question or the value of resources it disposes).

If the system  $S$  has a function of security threats  $z(t)$  assigned to it and the function of reliability is  $Rel(t)$ , then the function of the systems effectiveness is:

$E(t) = f(u(t), K(t) \equiv \phi(z(t), Rel(t)))$ , where  $U(t)$  – utility function,  $K(t)$  – cost (expenditure) function.

#### System's security model

If the threats have been recognized, then the system's security depends on equipping it with a specified resistance potential (security). In particular, it can be a particular, usually layered security system, protecting against threats.

Let us consider, as before, a given system situation  $\Sigma$  and assume that the data is as follows:

Outside threats  $A(t)$  coming from the system's ( $S$ ) environment ( $E$ ), to which a function of threat potential corresponds;

System's ( $S$ ) resistance to outside threats  $B(t)$ , which corresponds to the function of the defense (security) potential.

Above situation characteristics are random functions with known probability distribution:

$F(a, t) = \Pr\{A(t) < a, a \geq 0\}$ ,  $G(b, t) = \Pr\{B(t) < b, b \geq 0\}$ ,  $t \in T$

A generalized indicator of the system's security can be expressed by the probability that the threats will not exceed a given critical (permissible) point  $a_0 \geq 0$  and the system's resistance will be greater than a specified limit  $b_0$ , which is  $\beta(t) \equiv \beta(a_0, b_0) = \Pr\{A(t) \leq a_0, B(t) > b_0\}$  which, in terms of statistical independence of the values in question, gives us an indicator of the system's security:  $\beta(t) = F(a_0, t) [1 - G(b_0, t)]$ .

Accepting the desirable level of system's security as  $\beta_0 > 0$ , we may say that the system is safe within time  $T$ , provided that in every moment  $t \in T$  the condition  $\beta(t) \geq \beta_0$  is met.

In the case of technical objects, analyses of the object's security utilize certain simplified procedures, which boil down to determining the probability of "destruction"

$P = p(P_S \leq P_e)$ ,  $P_e \equiv A(t)$ ,  $P_S \equiv B(t)$ ,

Which means that there is a possibility of generalized resistance (bearing capacity)  $P_s$  is no larger than a generalized threat (encumbrance)  $P_e$ .

Apart from crisis situations, where national or business security is at stake, special attention is paid to crisis situations caused by extensive threats (e.g. chemical and energy disasters, weather anomalies, viral epidemics, etc.) and local threats (e.g. road accidents, building disasters, explosions, etc.). Procedures and standards are made for various types of crisis situations, setting out e.g. threat classes and threat objects' classes, severity of the threats' results, etc.

#### Security management

In the system analysis of security it has been assumed that the following have im-pact on the system's effectiveness:

a) System's reliability, its capability to operate smoothly (with no failure, damage, errors, etc) in the given time;

b) System's security, its capability to protect itself efficiently against the effects of outside threats.

System security management is an integral part of system management and is associated with rationalizing the choice of measures (methods, technologies) providing secure (consistent with its purpose) functioning of the system in a dangerous environment.

If there are no outside threats, then system security management can be reduced to managing over the system's reliability: we must chose such a reliability strategy, whose criterion value (function of system's reliability) is at maximum, assuming that the cost of the reliability increase (or keeping reliability on the desirable level) does not exceed the permissible limit.

If, however, threat to the system's security exists, then security management can be reduced to choosing such security strategy (means for protection against threats) from a set of permissible strategies, whose anticipated value of the effects of threats (losses) is minimal, assuming that the cost of applying this strategy (implementing security measures) does not exceed the permissible limit.

#### Crisis Situation

"Crisis" belongs to basic notions that cannot be replaced in the Greek language. Deriving from *krino* – meaning to divide, choose, decide, judge and also to face, argue and fight with something, crisis was to mean an inevitable solution or development. This notion showed a severe alternative, not allowing for any revision: success or failure, life or death, and ultimately salvation or condemnation. Crisis is always an evolutionary state as it is transitional. The state of crisis appears after a state that is understood as (relatively) normal. Crisis either leads to a disaster or is "dissolved" causing consequences of different nature or weight. In crisis there often arises a loss or imbalance of the loss of values necessary for "normal" system functioning, i.e. the one that favours its development.

A **crisis situation** is defined as such a systemic situation whose characteristic feature is the appearing

of negative (destructive) phenomena (processes, events) or their accumulation that lead to threatening the abilities of the system autonomous development (effective conducting of their basic functions).

Generally, the reasons for the crisis to appear may be divided into the following:

**external**, i.e. accumulated negative phenomena, the source of which is the system environment:

**internal**, i.e. accumulated negative phenomena, the sources of which are placed outside the system.

Taking into consideration the crisis situation from the system management point of view, the situation can be assumed to be:

the situation in which system functioning has been permanently disturbed;

the situation in which the system really or apparently lost the control (management) function;

the situation that threatens accomplishing the system strategic tasks;

the situation that breaches the dynamic functional balance of the system;

the situation that may threaten the existence of the system (disaster) or its sub-systems.

Nonetheless, analysing the crisis situation as a particular decision making situation, the following features can be attributed to it:

time of decision making – very short;

degree of predictability – very low (surprise);

level of risk – very high;

fears resulting from uncertainty – very high (fright).

Depending on the phase of crisis situation development, there may be distinguished the following anti crisis strategies:

**active**: anticipatory and preventive;

**reactive**: repulsive and eradicating.

Due to its ability to control the crisis and the degree of its intensity, there can be differentiated four basic types of crisis situations (often following each other as the subsequent stages of threat development for the system):

(1) **potential crisis** – the crisis symptoms are relatively weak, there appear signals of decreased functionality effectiveness in various areas (subsystems) of the system;

(2) **hidden crisis** – difficulties appear in effective accomplishment of the system tasks and functions, but their causes cannot be identified or their effects revealed.

(3) **acute crisis, but possible to resolve** – the effects of persisting and growing difficulties that disturb the functioning of the system can be felt;

(4) **acute crisis, impossible to resolve** – accumulation of threats and unrestrained (chaotic) development of destructive phenomena lead to losing the system stability and control, the consequence of which may be the depletion of reserves (defence potential), losing control of the environment, drastic limitation of decision making freedom.

Chart 1

**Taxonomy of Crisis Situations.**

Sources of Crisis	Kind of Crisis Situation	Type of Crisis
Life threatening states of the: heart, breathing, gastrology, kidney, and neurogenic background – trauma – diabetes – injuries – drowning – electrocution – hypothermia – intoxication – burns – heat stroke - frostbite	acute life threatening state	physiological
Leaving home. Getting married, Starting a job. Graduating from school. Retirement.	life, normative and development transformations	psychological
Death of a close person. Accident. Disaster. Sudden disability. Losing a job. Sudden threat in family relationships. Sudden illness.	traumatic	
Lack of resolving the transformation crisis. Lack of abilities to cope with problems. Lack of motivation to change. Resigning from responsibility. Deterioration of social relations	chronic	
Disaster. Natural calamity. Company liquidation and bankruptcy, massive lay-offs.	destabilisation of the social system function	social
Toxic leak. Disaster. Natural calamity. Equipment breakdown. Smuggling of dangerous wastes	extraordinary environmental threat, destabilisation of the ecosystem function	ecological
<b>External sources</b> : - changes in the conditions of the company/firm functioning – market changes in demand and sale – bad legal regulations Internal – lack of keeping balance between prices and company assets – erroneous perception of the environment and one’s position in it – the lack of vision and mission for the company – not knowing the tasks by both the employees and executives. <b>Internal sources</b> : Lack of the staff identification	destabilisation of economic system function	economic



## Modern Military Theoretical Problems

with the company. Style of managing not adapted to outer conditions. Errors in financial management. Loss of control of expenditures, stores and dues. Lack of marketing strategy. High level of individual costs. Old fashioned material and technical base. Old fashioned technologies.		
Unfavourable government activities. Civil servants' corruption. Co-operation of high state officials with foreign intelligence agencies.	destabilisation of political system	political
Terrorism. Tensions between countries that threaten a military conflict outbreak	destabilisation of political and defensive system	political and military

According to J. Konieczny (2001)

Apart from crisis situations in business (Zelek, 2003), a particular attention is paid to crisis situations caused by extensive threats (e.g. chemical and energy disasters, weather anomaly, viral epidemics etc.) and local threats (e.g. road accidents, construction accidents, explosions etc.)

### Risk Analysis

Each human activity is accompanied by connected with it risk, generally understood as a possibility of appearing undesired events that threaten human life, health and environment, and also threatening a "normal" functioning of social systems (organisations) and technical systems.

The risk understood in this way makes up an immanent feature of real decision making situations when there exists a possibility to choose between alternative variants of activities, whereas for their possible consequences (both positive and negative ones) the probability values of their appearance are known. In such situations we often talk about deliberate risk. They are the subject of the decision theory.

The methods of analysing risk in crisis situations, when undeliberate risk is involved will be discussed below. It may be caused by the following sources:

constant emission of toxic substances by industrial works, air, soil and water pollution:

work environment: the state of technical equipment and devices, increased concentration of harmful substances etc.

industrial breakdowns: fires, explosions and toxic substances releases as a result of transformation, transportation and storage of dangerous materials;

urbanisation and consequently the infrastructure development as sources of threat for the environment through the contamination of ground water and air pollution by transport means etc.;

agriculture activities on a large scale (fertilisers, insect repellents and herbicides as a source of ground water, rivers and ground contamination) etc.

The most often used risk methodology include Probabilistic Safety Assessment and Quantitative Risk Assessment. In these analyses risk is described as an orderly three:

$$R = (S, P, C)$$

Where: S – situation scenario, usually as a sequence of events in succession; P – probability of S occurrence; C – appropriate measurement of consequences (losses) caused by S.

Chart 2

### Assessment of Risk Level

Probability of Risk – Pr Category of Losses – Cl	- Little Probable – LP PZ < 0,3	Probable – P 0,3 < PZ < 0,7	Highly Probable – HP PZ > 0,7
	Degree of Risk		
Ma – Marginal	L	L	M
Cr – Critical	L	M	H
Ka – katastrofalne	M	H	H

L – Low, M – Medium, H – High

A general methodology of risk analysis in crisis situations is presented in Drawings 1, 2, and 3.

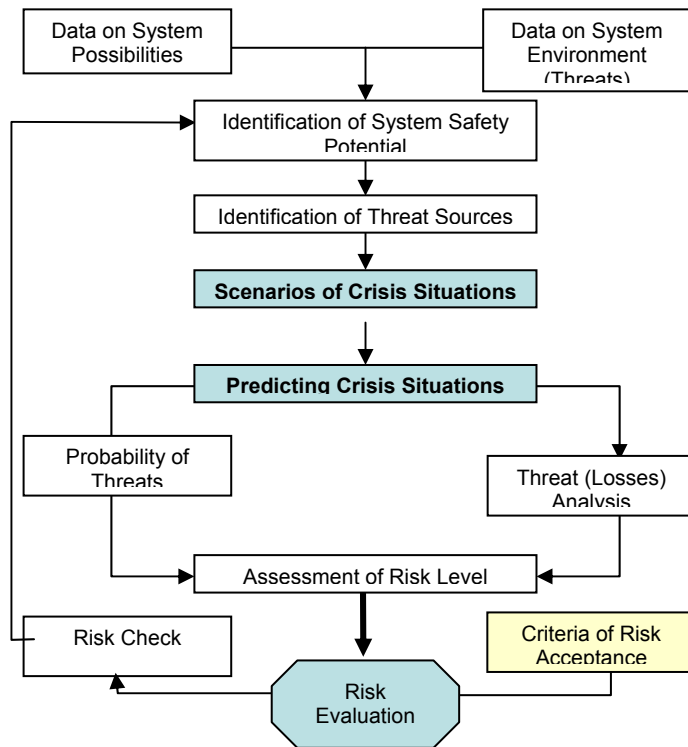


Figure 1. Model of Risk Evaluation in Crisis Situations  
Source: the authors own development

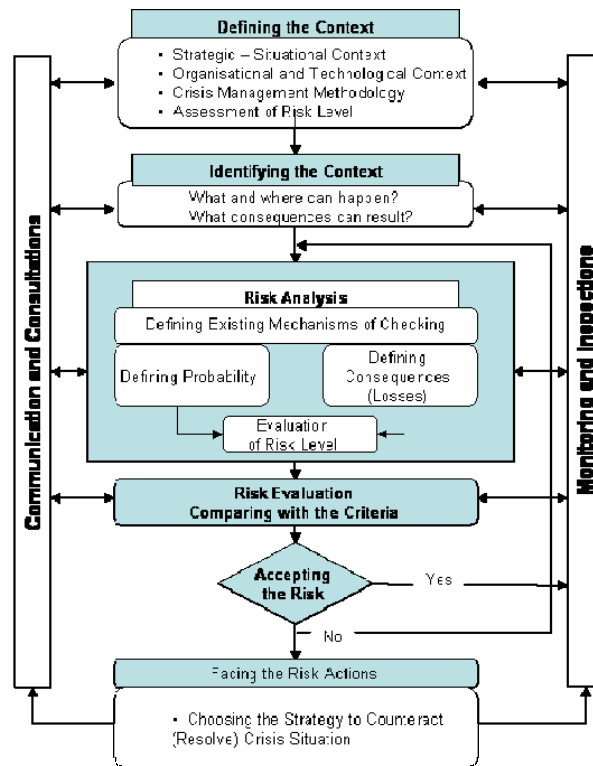


Figure 2. Model of Crisis Management.  
Source: the author's own development.

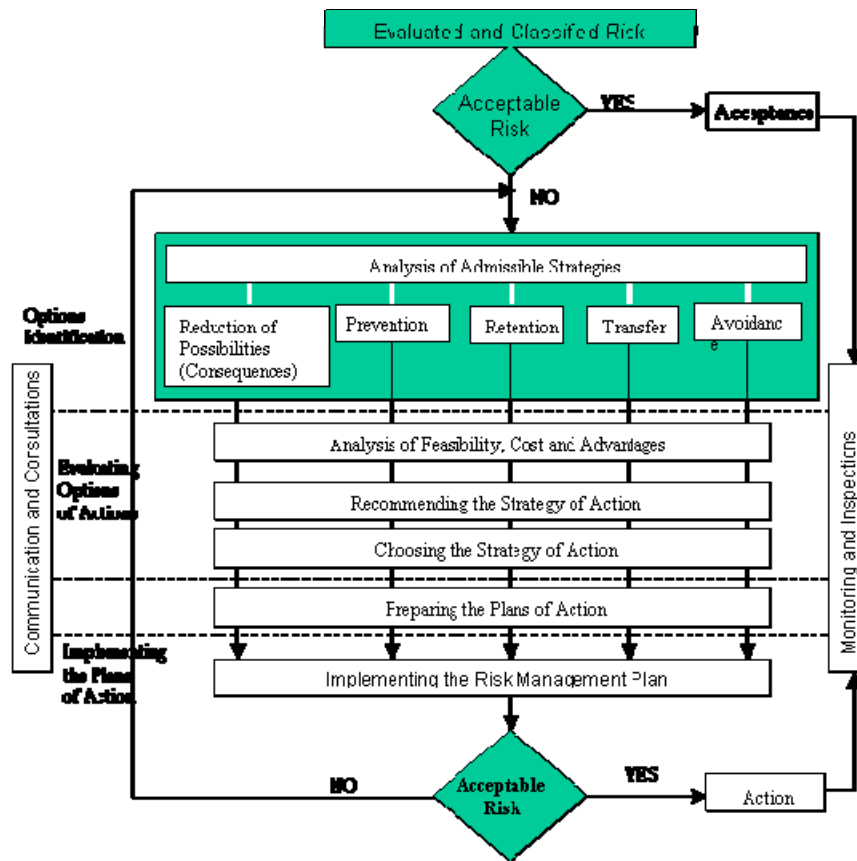


Figure 3. Process of Taking Actions towards Risk

Source: the author's own development.

The identification of threats and evaluation of risk in the process of crisis situations' prediction serves to develop the prediction of the threats' territorial arrangement, especially the risk territorial arrangement. These arrangements carried out for a particular area (e.g. commune, county or a larger area) are presented in a graphic form - **maps** of risk level and selective threats levels. They may make up useful means in the crisis management system of an appropriate state or local administration body on a given area. The risk defines the possibility of losses as a result of undesired events that may appear in a given time. The basic kinds of losses that the local or state administrations suffer, and therefore they are analysed in creating the maps of risk, are human and financial losses.

### Conclusion

It should be pointed out, that both the problem of reliability management and the problem of system security management, can be reduced to the following:

(1) minimizing the risk function, provided the value of effects (utility) obtained due to the functioning of the system are greater than the desirable limit or (2) maximizing the function of the system's effectiveness, provided the function of risk is no greater than the permissible ("safe") limit.

Undoubtedly the characteristic feature of modern social life is the awareness of risk that accompanies both individual decisions in a "dense" social environment and various actions organised in the world, in which largely "everything depends on everything". "The differentiation between a calculated risk and uncalculated uncertainties, between risk and its awareness have become blurred" (Beck, 2002). Crisis situations resulting from accumulation in politics and business become somehow inevitably connected with local and global expression of human activity. Controlling the risk is an imperative of all systems' rational functioning.

### References

1. Beck U. (2002) "Society of Risk". Scholar, Warsaw.
2. Collective work (2004) Maps of Territorial Risk Arrangement. Warsaw University of Technology.
3. Jaźwiński J., Ważyńska-Fiok K. (1993) Bezpieczeństwo systemów. PWN, Warszawa.
4. Konieczny J. (2001) "Management in Crisis Situations, Accidents and Disasters". Poznań.
5. Kozielecki J. (2004) "Transgression Society. Chance and Risk". Żak, Warsaw.
6. Sienkiewicz P. (1995) "System Analysis". Bellona, Warsaw.
7. Sienkiewicz P. (2001) "Risk in Command and Management". AON, Warsaw.
8. Sienkiewicz P. (2002) "Theory of Crisis Situations". AON, Warsaw.
9. Sienkiewicz P., (1990) Conditions of Conflict and Security in Systems. ISA, Washington.
10. Sienkiewicz P., (1995) Analiza systemowa. Bellona, Warszawa.
11. Sienkiewicz P., Świeboda H., Modele bezpieczeństwa we współczesnych badaniach systemowych. ZN AON Nr 3(76) Warszawa 2009.
12. Sienkiewicz P., Teoria bezpieczeństwa systemów.

AON 2005. 13. **Szymanek A.** (2006) Bezpieczeństwo i (2003) "Crisis Management in a Company". Orgmasz, ryzyko w technice. Polit. Radomska, Radom. 14. **Zelek A.** Warsaw.

### **СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ УПРАВЛІННЯ БЕЗПЕКИ І АНАЛІЗ РИЗИКУ В КРИЗОВИХ СИТУАЦІЯХ**

***Пётр Сінкевич** (д-р філософії)  
**Пётр Гавлічек** (доцент)*

***Національний університет оборони, Варшава, Польща***

*Була представлена загальна модель загроз, систем безпеки та управління безпекою. Модель безпеки управління розглядається з точки зору дуплексного контролю за розподілом коштів і заходів безпеки. У статті також представлена модель загальної системи ситуації кризи, викликана накопиченням зовнішніх загроз. Аналіз ризиків було прийнято як умова для раціоналізації антикризових ситуацій, так як ризик становить атрибут діяльності системи в невизначеному динамічному середовищі.*

***Ключові слова:** загрози; ризик; моделювання; системний підхід.*

### **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И АНАЛИЗ РИСКА В КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ**

***Петр Синкевич** (д-р философии)  
**Петр Гавличек** (доцент)*

***Национальный университет обороны, Варшава, Польша***

*Была представлена общая модель угроз, систем безопасности и управления безопасностью. Модель безопасности управления рассматривается с точки зрения дуплексного контроля за распределением средств и мер безопасности. В статье также представлена модель общей системы ситуации кризиса, вызванная накоплением внешних угроз. Анализ рисков был принят как условие для рационализации антикризисных ситуаций, так как риск составляет атрибут деятельности системы в неопределенной динамичной среде.*

***Ключевые слова:** угрозы; риск; моделирование; системный подход.*

Отримано: 12.03.2016 року.

Михайло Анатолійович Стрельбіцький (канд. техн. наук, доцент)

Національна академія Державної прикордонної служби імені Б. Хмельницького, Хмельницький, Україна

## ПРИКОРДОННИЙ ІНФОРМАЦІЙНИЙ РЕСУРС: ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТТЯ

Державна прикордонна служба України як суб'єкт забезпечення національної безпеки приймає участь у формуванні національного інформаційного ресурсу держави у вигляді "прикордонного інформаційного ресурсу". Аналіз існуючих публікацій показав відсутність єдиного підходу щодо визначення загального поняття "інформаційний ресурс". В статті сформульовано визначення понять "прикордонна інформація" та "прикордонний інформаційний ресурс", які пов'язані із особливістю функціонування прикордонного відомства. Наведена структура інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи "Гарт" як матеріального носія прикордонної інформації. Наукове обґрунтування суті поняття "прикордонний інформаційний ресурс" дозволить визначити межі інформаційних ресурсів прикордонного відомства які впливають на національну безпеку держави та потребують захисту.

**Ключові слова:** прикордонна інформація; прикордонний інформаційний ресурс; прикордонна служба.

### Вступ

**Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Процес формування інформаційного суспільства змінив розуміння поняття інформації, яка, в свою чергу, стала однією з головних стратегічних національних ресурсів загалом держави та окремо кожного суб'єкта забезпечення національної безпеки – Державної прикордонної служби України у тому числі. Поняття "інформаційний ресурс" (ІР) широко вживається у науковій літературі та розкривається у роботах Арістової І.В., Марущака А.І. Сирового О.В. та інших авторів. Разом із тим, незважаючи на велику кількість публікацій, щодо цієї тематики, на теперішній час відсутній єдиний підхід щодо визначення терміну "інформаційний ресурс", а ті визначення, що існують не в повній мірі відповідають специфічному поняттю інформаційного ресурсу, який використовується в прикордонному відомстві держави. Це викликає необхідність у розширенні дефініції терміну "інформаційний ресурс".

Функціонування Державної прикордонної служби (ДПСУ) як суб'єкта забезпечення національної безпеки передбачає участь прикордонного відомства у формуванні національного інформаційного ресурсу держави у вигляді "прикордонного інформаційного ресурсу". Таким чином, вищенаведене потребує уточнення поняття "прикордонний інформаційний ресурс".

**Метою статті** є синтез визначення "прикордонний інформаційний ресурс" на підставі норм вітчизняного законодавства щодо цієї категорії та специфіки його використання у сфері реалізації функцій ДПСУ.

### Виклад основного матеріалу дослідження

Держава на законодавчому рівні закріпила поняття "інформація", причому, кожний закон трактує це поняття по своєму. Так, в [1] поняття інформації трактується як "... будь-які відомості та/або дані, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді". В [2] під інформацією розуміють "... відомості в будь-якій формі й вигляді та збережені на будь-яких носіях інформації...". В [4] поняття трактується наступним чином: "інформація – відомості, подані у вигляді сигналів, знаків, звуків, рухомих або нерухомих зображень чи в інший спосіб". Відомчі керівні документи визначають поняття інформації більш загально: "... сукупність відомостей, знань і повідомлень про об'єкти, явища та процеси" [3]. В наведених законодавчих актах та відомчих документах відсутнє розмежування понять "дані" та "інформація". Це в свою чергу призводить до некоректного використання цих термінів в нормативних документах. Так, в Законі України "Про телекомунікації" визначення поняття "дані" здійснюється через поняття "інформація", а саме "дані – інформація у формі, придатній для автоматизованої обробки її засобами обчислювальної техніки" [4].

На погляд автора найбільш точно наведено визначення поняття інформації у Державному Стандарті України (ДСТУ) 2396-94 "Теорія інформації. Терміни та визначення", – як "повідомлення, які знімають невизначеність, що існувала до їх надходження, і є об'єктом зберігання, пересилання та перетворення". Змістовно, дані перетворюються в інформацію тільки в тому випадку, якщо людина усвідомила їх

значення і вони спричинили вплив на поведінку людини.

Вищенаведене дозволяє сформулювати поняття **прикордонної інформації, як повідомлення прикордонної сфери діяльності, які знімають невизначеність, що існувала до їх надходження, і є об'єктом зберігання, пересилання та перетворення**. Іншими словами, прикордонна інформація – це повідомлення, яке впливає на прийняття рішення персоналом Державної прикордонної служби України щодо питань оперативно-службової діяльності.

Разом із тим, аналогічно поняттю “інформація”, існує багато визначень поняття “інформаційний ресурс”. Так, в [6] наведено визначення поняття інформаційний ресурс як сукупність документів у інформаційних системах (бібліотеках, архівах, банках даних тощо). Окремими авторами визначення інформаційного ресурсу наводиться як окремий документ та/або масив документів, створений в результаті людської діяльності, який є джерелом інформації або засобом для отримання фізичними та/або юридичними особами знань, які формуються в результаті такої діяльності [7].

За сучасних умов інформаційна складова прикордонного відомства набуває дедалі більшої ваги і стає одним із найважливіших елементів забезпечення національної безпеки. Інформаційні ресурси значною мірою впливають на рівень і темпи соціально-економічного, науково-технічного і культурного розвитку [5].

Логічно припустити, що у такому підході аналізу дефініції, інформаційний ресурс держави (інформаційний ресурс прикордонного відомства, як одного із суб'єктів забезпечення національної безпеки України (НБУ), набуває визначення як “важливий інтерес”. Тобто інформаційний ресурс може впливати на стійкий розвиток суспільства.

Доцільно нагадати, що поняття “національна безпека” в [8] трактується як стан захищеності життєво важливих інтересів особи, громадянина, суспільства і держави, при якому забезпечується стійкий розвиток суспільства, запобігання та нейтралізація реальних і потенційних, внутрішніх та зовнішніх загроз національним інтересам, що є необхідною умовою збереження і примноження духовних та матеріальних цінностей. Тобто збереження інформаційного ресурсу прикордонного відомства, як одного із суб'єктів забезпечення НБУ, є питанням національної безпеки держави.

При визначенні поняття “прикордонний інформаційний ресурс” необхідно врахувати призначення цього специфічного ресурсу. Загалом, прикордонний ресурс це: джерело, запаси, засоби, можливості ДПСУ. Таким чином, прикордонний інформаційний ресурс (ПІР) повинен забезпечувати оперативно-службову діяльність прикордонного відомства певною (необхідною) інформацією, властивості якої відповідають вимогам достовірності, своєчасності (доступності) та конфіденційності.

Доцільно зазначити, що органи та підрозділи Державної прикордонної служби України дислокуються у районах, де є труднощі використанні ПІР. Це вимагає створення в цих районах власних телекомунікаційних мереж на основі сучасних технологій і протоколів та їх узгодження з телекомунікаційними мережами загального використання.

Формування ПІР ДПСУ передбачало створення матеріального носія прикордонної інформації – інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи “Гарт” (ІТС), завдання якої полягало в:

підвищенні повноти та достовірності інформації, що використовується у процесі діяльності персоналу ДПСУ;

оперативності доступу до інформації суб'єктів інтегрованого управління кордонами та обробки даних;

розширення можливості аналізу та узагальнення інформації, яка використовується в процесі керування органами ДПСУ;

скорочення часу для прийняття рішень з керування органами ДПСУ;

підвищення якості рішень, що приймаються;

забезпечення оперативності та своєчасності контролю за виконанням директивних розпоряджень.

Структурно ІТС складається з (див. рис. 1): інформаційно-телекомунікаційних систем; інформаційних систем (ІС); підсистем (ПС); інтегрованої міжвідомчої ІТС “Аркан”.

ІТС ДПСУ “Гарт” за своєю архітектурою є структурно-ієрархічною системою і складається з множини взаємодіючих і зв'язаних по горизонталі та ієрархічно викладених по вертикалі функціональних складових.

Структура ІТС ДПСУ “Гарт” відображає існуючу організаційну структуру ДПСУ і включає чотири взаємозв'язані рівні автоматизації:

Адміністрація Держприкордонслужби (рівень – „АДПС”);

регіональне управління Державної прикордонної служби України (рівень – „РУ”);

органи Державної прикордонної служби України (рівень – „ООДК”);

підрозділи органів Державної прикордонної служби України (рівень – „підрозділ ООДК”);

та інтеграцію суб'єктів інтегрованого управління кордонами (інших організацій) у єдиний інформаційний простір.

ІТС ДПСУ „Гарт” формується шляхом об'єднання інформаційних ресурсів інформаційних підсистем органів ДПСУ, які забезпечують надання інформації згідно з Переліком інформаційних ресурсів ІТС ДПСУ „Гарт”.

Особливістю ІТС є: створення потужного обчислювального центру колективного користування – центрального сховища даних; наявність та сумісне функціонування багатьох складових (ІТС, ІС, ПС), об'єднання їх мережею передачі даних; масове поширення

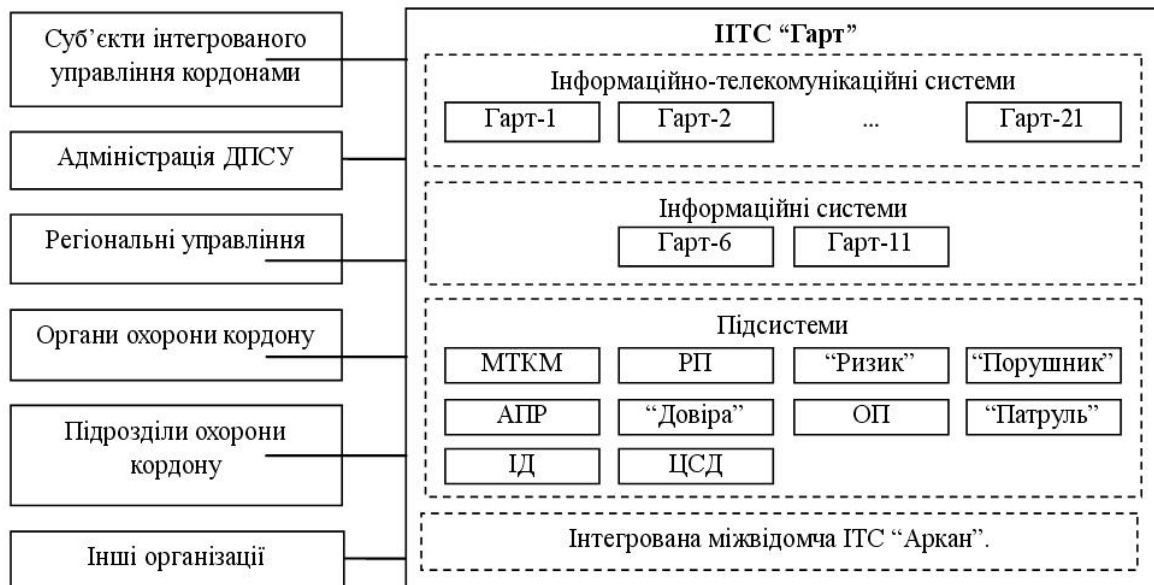
автоматизованих робочих місць (АРМ) у всі рівні управління; об'єднання АРМ у локальні інформаційно-обчислювальні мережі; поєднання відомчої Інтранет мережі з суб'єктами інтегрованого управління кордонами. Все це передбачає використання ІТС не тільки фахівцями для вирішення окремих трудомістких задач, а всім персоналом ДПСУ та співробітниками інших організацій, які реалізують свої повноваження з питань інтегрованого управління кордонами у своїй повсякденній діяльності.

Таким чином, **прикордонний інформаційний ресурс – систематизована прикордонна**

**інформація, що міститься на матеріальних носіях та призначена для забезпечення інформаційних потреб прикордонного відомства.**

Враховуючи вищевказане, електронний прикордонний інформаційний ресурс, як складова ІІР зосереджений в інтегрованій інформаційно-телекомунікаційній системі прикордонного відомства.

Структурно прикордонний інформаційний ресурс міститься в будь-яких матеріальних носіях прикордонної інформації, а саме: персонал прикордонного відомства та засобів обробки, зберігання та передавання інформації.



**Рис. 1. Структура інтегрованої інформаційно-телекомунікаційної системи "Гарт" Державної прикордонної служби України**

де: "Гарт-1" – ІТС прикордонного контролю; "Гарт-2" – ІТС оперативно-чергової служби; "Гарт-3" – ІТС прикордонної служби; "Гарт-4" – ІТС тилового забезпечення; "Гарт-5" – ІТС інформаційно-аналітичної служби; "Гарт-6" – ІС фінансового забезпечення; "Гарт-7" – ІТС кадрового забезпечення; "Гарт-8" – ІТС професійної підготовки; "Гарт-9" – ІТС медичного забезпечення; "Гарт-10" – ІТС оперативно-розшукової діяльності; "Гарт-11" – ІС виховної роботи; "Гарт-12" – ІТС морської охорони; "Гарт-13" – ІТС правового забезпечення; "Гарт-14" – ІТС контроль та висвітлення обстановки; "Гарт-15" – ІТС радіаційного, хімічного, біологічного захисту та екологічної безпеки; "Гарт-16" – ІТС авіаційної служби; "Гарт-17" – ІТС геоінформаційна система; "Гарт-18" – ІТС документального забезпечення; "Гарт-19" – ІТС електронна пошта; "Гарт-20" – ІТС факсимільні повідомлення; "Гарт-21" – ІТС підрозділів внутрішньої безпеки; МТКМ – моніторинг телекомунікаційної мережі; РП – реєстрація подій; АПР – Аналіз та профілювання ризиків; ОП – оперативні повідомлення; ІД – інтерактивна довідка; ЦСД – центральне сховище даних.

**Висновки й перспективи подальших досліджень**

За весь період діяльності Державної прикордонної служби України накопичено велику кількість інформаційних джерел. Обсяг інформації, що циркулює і в інформаційних мережах прикордонного відомства постійно збільшується. Вирішення зазначених проблем прикордонне відомство вирішує шляхом планового та постійного розвитку засобів автоматизації у відповідності до Національної програми інформатизації. Розширення інформаційного простору у прикордонній сфері має як позитивні моменти (підвищення якості здійснення оперативно-службової діяльності персоналом ДПСУ), так і негативні (підвищення складності здійснення контролю за інформацією, що циркулює в інформаційних мережах прикордонного відомства). Саме тому важливим стало наукове обґрунтування визначення суті поняття "прикордонний інформаційний ресурс", як джерела забезпечення інформаційних потреб оперативно-службової діяльності прикордонного відомства в призмі забезпечення НБУ.

### Література

1. Закон України “Про інформацію” Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992. 2. Закон України “Про захист економічної конкуренції” Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1996. 3. Наказ Адміністрації Державної прикордонної служби від 09.08.2004 № 663 “Порядок функціонування, застосування та використання Інtranet-мережі Державної прикордонної служби України”. 4. Закон України “Про телекомунікації” Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003. 5. Указ Президента України “Про Доктрину інформаційної безпеки України”. 6. Закон України “Про Національну програму інформатизації” Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1998, № 27-28. 7. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України 2012 - Вип. 173 частина 1 Серія “Право”. 8. Закон України “Про основи національної безпеки України” Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2003.

### ПОГРАНИЧНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ

Михаил Анатольевич Стрельбицкий (канд. техн. наук, доцент)

Национальная академия Государственной пограничной службы Украины имени Б. Хмельницкого, Хмельницкий, Украина

Государственная пограничная служба Украины как субъект обеспечения национальной безопасности принимает участие в формировании национального информационного ресурса государства в виде “пограничного информационного ресурса”. Анализ существующих публикаций показал отсутствие единого подхода к определению общего понятия “информационный ресурс”. В статье сформулировано определение понятий “пограничная информация” и “пограничный информационный ресурс”, связанные с особенностью функционирования пограничного ведомства. Приведена структура интегрированной информационно-телекоммуникационной системы “Гарт” как материального носителя пограничной информации. Научное обоснование сути понятия “пограничный информационный ресурс” позволит определить границы информационных ресурсов пограничного ведомства влияющих на национальную безопасность государства и нуждаются в защите.

**Ключевые слова:** пограничная информация; пограничный информационный ресурс; пограничная служба.

### THE BORDER INFORMATION RESOURCE: DEFINITION

Mykhailo A. Strelbitskyi (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)

The State Border Guard Service of Ukraine as a subject of national security implementation is involved in the formation of the national information resource of the state in the form of “the border information resource”. Analysis of existing publications showed the absence of a single approach to defining the general concept of “information resource”. This article contains the definition of the concepts of “border information” and “the border information resource” which are related to the functioning features of border agencies. The structure of “Gart”, the integrated information and telecommunication system, as a tangible carrier of border information is also given. The scientific interpretation of the concept of “the border information resource” will allow to define the limits of the border agency’s information resources that affect national security and require protection.

**Keywords:** border information; border information resource; Border Guard Service.

### References

1. The law of Ukraine “About information” (1992). News of Verkhovna Rada of Ukraine. 2. The law of Ukraine “About protect of economical competition” (1996). News of Verkhovna Rada of Ukraine. 3. Prescript of administration of State Border Guard Service of Ukraine from 09.08.2004 No 663, “The order of operation, application and use of Intranet network of the State Border Service of Ukraine” [Poriadok funktsionuvannia, zastosuvannia ta vykorystannia Intranet-merezhi Derzhavnoi prykordonnoi sluzhby Ukrainy]. 4. The law of Ukraine “About telecommunications” (2003). News of Verkhovna Rada of Ukraine. 5. Decree of the President of Ukraine “On the Doctrine of Information Security of Ukraine”, [Pro Doktrynu informatsiinoi bezpeky Ukrainy]. 6. The law of Ukraine “About national program of informatization” (1998). [Pro Natsionalnu prohramu informatyzatsii], News of Verkhovna Rada of Ukraine, pp. 27-28. 7. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (2012), [Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannia Ukrainy], publication 173 part 1 “Law”. 8. The law of Ukraine “About National Security of Ukraine” (2003), [Pro osnovy natsionalnoi bezpeky Ukrainy], News of Verkhovna Rada of Ukraine.

Отримано: 03.11.2015 року.



Тетяна Павлівна Терещенко

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна

## ПАТРІОТИЧНО-ЦІННІСНА СКЛАДОВА МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В статті проведено аналіз патріотизму як ціннісної складової морально-психологічного стану військовослужбовців. Розглянуто основні шляхи удосконалення навчальної та виховної роботи щодо підвищення морально-психологічного потенціалу, психологічного стану особового складу для забезпечення постійної бойової готовності та виконання бойових завдань військовослужбовцями. Розкрито сутність поняття патріотизм як духовної цінності, його місця і ролі у формуванні особистості воїна. Проаналізовано патріотично-ціннісну складову морально-психологічного стану, що створює новий механізм мобілізації суспільства на бездоганне виконання військового обов'язку. В ході аналізу, доведено основні шляхи і напрямки розвитку військово-патріотичного виховання в Збройних Силах України. Запропоновано інноваційні підходи для більш ефективного, спрямованого формування морально-психологічного стану в підрозділах Збройних Сил України.

**Ключові слова:** цінність; патріотизм; морально-психологічний стан; морально-психологічний потенціал; моральний дух; військово-патріотичне виховання.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Війна, що охопила нашу землю, – це випробування всіх матеріальних і духовних сил українського народу.

Підтримка Збройних Сил України в постійній бойовій готовності до виконання бойових завдань вимагає подальшого удосконалення навчальної та виховної роботи з усіма категоріями військовослужбовців. З урахуванням того, що вирішувати ці завдання обставини вимагають в умовах складної соціально-економічної ситуації в країні та духовної кризи в суспільстві, постає питання про створення нового механізму мобілізації людей на бездоганне виконання військового обов'язку. Це вимагає серйозної психолого-педагогічної підготовки офіцерських кадрів, без якої неможливо обійтись при формуванні та розвитку у підлеглих суспільно необхідних якостей, які дозволяють їм свідомо і надійно діяти в будь-яких повсякденних та екстремальних ситуаціях військової служби. Тому актуальність даної проблеми є очевидною.

Безпека нашої держави залежить від високого рівня підготовки офіцерського складу, гідного виконання ними своїх обов'язків, формування у підлеглих наукового світогляду, менталітету українського народу, усвідомлення внутрішньої та зовнішньої політики держави, свідомого ставлення до мети, призначення та завдань Збройних Сил України, розвитку патріотичної свідомості, духовної готовності до захисту Батьківщини.

Над розв'язанням цих завдань працює держава, видаючи низку наказів, концепцій та доктрин щодо забезпечення морально-психологічного стану військовослужбовців Збройних Сил України.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Роль і місце патріотизму в формуванні особистості військовослужбовця, його світогляду,

вплив духовних цінностей на рівень морально-психологічного стану і потенціалу воїна, розглядалися в роботах [1, 2].

Враховуючи це метою статті є, проведення аналізу впливу рівня патріотизму як духовної цінності на формування морально-психологічного стану військовослужбовців Збройних Сил України.

**Об'єкт розгляду статті.** Процес забезпечення високого морально-психологічного стану військовослужбовців Збройних Сил України.

**Предмет дослідження.** Патріотично-ціннісна складова процесу виховання в Збройних Силах України.

### Виклад основного матеріалу дослідження

В статті більш детально проаналізовано військово-патріотичне виховання у Збройних Силах України, в основу якого покладено формування в особового складу патріотизму як однієї з найвищих духовних цінностей, що проявляються у самовідданій любові воїна до своєї Батьківщини, усвідомленій потребі та прагненні зміцнювати і захищати її.

Патріотизм – явище соціально-історичне, в різні історичні епохи воно має конкретні прояви. Адже кожна людина, а тим більше соціальна група, має свої специфічні інтереси, і цим визначається її розуміння патріотизму. Нерідко виникають спекуляції на цьому святому почутті. Про це образно говорив великий демократ І. Франко у вірші: “Сідоглавному”, викриваючи показний патріотизм окремих людей: “твій патріотизм – празнична одежина, а мій – то труд важкий, гаряча невдержима”. Проте, є щось єдине, визначальне в патріотизмі, що виступає його основним мірилом. Таким мірилом, зокрема для українця, є ставлення до української державності.

Чим більше утверджується Україна в своїй державності, тим інтенсивнішим стає пошук загальнонаціональних ціннісних орієнтирів, здатних консолідувати суспільство, зміцнити державу, вивести її на високий рівень цивілізаційного розвитку. Історія засвідчує, що послідовна боротьба за утвердження і зміцнення української державності невіддільна від почуття патріотизму. Адже любов до батьківщини, надихає людей на подвиги і самопожертви в ім'я великої мети.

Український автор О. Кузьмін, оцінюючи ціннісну роль патріотизму, вважає, що патріотизм є особливо значущою цінністю, оскільки він виступає гарантом єднання, гармонізації сучасного українського суспільства, збереження його самобутності і культурної своєрідності в полігамному людському співтоваристві.

Таким чином, патріотизм є однією з найважливіших складових морально-психологічного стану військовослужбовця як особистості. Він належить до вищих людських почуттів. Необхідність військово-патріотичного виховання у ЗС України зумовлена вимогами, які ставлять перед військовослужбовцями держава і суспільство, Військова присяга і Статути. Високих моральних і патріотичних якостей вимагає від офіцерів Кодекс честі. Від рівня морально-психологічного стану військового підрозділу залежить успіх виконання завдань державного рівня.

Про роль духовного фактору в життєдіяльності військ досить влучно писав Н. Коупленд: "... моральний стан – це питання життя і смерті. Ним не можна нехтувати. Кожна добре організована армія зацікавлена у високому рівні бойової підготовки своїх військ і, коли це можливо, у забезпеченні їх кращою зброєю, щоб створити матеріальну перевагу над противником. Однак матеріальна перевага не настільки важлива, як моральна. Для армії більш небезпечним є низький моральний стан військ, ніж нестача боєприпасів."

Історія війн і воєнних конфліктів знає немало прикладів, коли результат бою вирішала не перевага над противником у живій силі та бойовій техніці, а високий морально-психічний стан особового складу, що супроводжувався наявністю у військовослужбовців духовної сили, високого ступеня їх мобілізованості на виконання конкретної бойової задачі.

Наступною важливою складовою бойової готовності та боєздатності військ (сил) є високий моральний дух особового складу Збройних Сил України, який характеризується відповідними якостями: духовна готовність і здібність військовослужбовців переносити випробування війни (бойових дій), труднощі військової служби, досягати перемоги над ворогом. Наступним фактором перемоги під час бою виступає морально-психологічний потенціал, що розкривається сукупністю духовних можливостей особового складу, його свідомістю, професійною підготовкою.

Глобалізаційні і трансформаційні процеси, що охопили всі цивілізації вимагають формування

професійної армії, висувають нові вимоги до підготовки офіцерських кадрів для діяльності в особливих, екстремальних та надекстремальних умовах. Державна програма реформування і розвитку Збройних Сил передбачає створення сучасної за структурою й озброєнням, нечисленною і високопрофесійною армії. Впровадження нових багатofункціональних і складних у керуванні систем озброєння призводить до збільшення числа стрес-факторів та зростання інтенсивності їх впливу на військовослужбовців. Головним чином це стосується офіцерського складу, який відповідає не тільки за власну діяльність, а насамперед, за ефективне виконання підлеглими поставлених навчально-бойових завдань.

Тому військово-патріотичне виховання потребує впровадження інноваційних методів, прийомів, підходів в своїй діяльності. Державою в суспільстві проводиться пропаганда, налаштована на підняття престижу військової служби в ЗС України. У свідомість військовослужбовців впроваджуються ідеї про те, що вони виступають гарантами і захисниками свободи, демократії, миру, релігії, найпрогресивнішого способу життя та передової культури.

У військовій психології проблему психічного стану військових формувальників вивчали (В. Бодров, О. Караяні, В. Лефтеров, О. Маклаков, О. Тімченко та ін.).

Одним із пріоритетних завдань вищих військових навчальних закладів має бути виховання у майбутніх офіцерів цінностей – доброти, уваги, милосердя, толерантності, совісті, правдивості, справедливості, гідності, поваги та любові до батьків. Держава, суспільство, освіта повинні об'єднати зусилля та цілеспрямовано формувати внутрішній світ, моральну цілісність індивіда у всій сукупності духовних цінностей.

Головною метою військово-патріотичного виховання та підвищення рівня морально-психологічного стану Збройних Сил України є формування патріотизму, духовності, моральних цінностей в особового складу Збройних Сил України й молоді, а також національної гідності, психологічних і військово-професійних якостей, необхідних для виконання завдань за призначенням, припинення неконтрольованого звільнення молодих офіцерів і військовослужбовців військової служби за контрактом та забезпечення привабливого проходження військової служби цими категоріями військовослужбовців.

Для реалізації мети необхідно виконати два основних завдання: перше – полягає у формуванні й розвитку громадянина-патріота України, здатного брати активну участь у творчому процесі прогресивного розвитку країни та зміцненні й удосконалюванні основ суспільства й держави; друге – передбачає здійснення цілеспрямованої підготовки на державному й військово-професійному рівні надійних захисників Батьківщини для успішної реалізації їх функцій, пов'язаних із гарантуванням безпеки і оборони України.

Основними напрямками військово-патріотичного виховання та підвищення морально-психологічного стану особового складу є:

формування і розвиток загальнолюдських цінностей, національної гідності та свідомості, культури міжнародних відносин, необхідних морально-бойових якостей;

вивчення героїчної історії, духовної спадщини, культури, традицій, символів, звичаїв, вірувань та побуту українців;

формування почуття патріотизму, поваги до ЗС України; формування в особового складу свідомого виконання Конституції та законів України, вимог Військової присяги та Статутів ЗС України, наказів командирів і начальників;

вивчення та роз'яснення військовослужбовцям ідейно-теоретичних основ державної незалежності та суверенітету, ролі і місця ЗС, значення військової служби в забезпеченні територіальної цілісності держави;

роз'яснення воїнам Військової доктрини України, концептуальних положень розвитку ЗС, розвитку військового будівництва;

вивчення історії формування і будівництва ЗС України, історичних та духовних джерел національної військової організації, пропаганда бойового шляху військового інституту, подвигів і заслуг випускників у воєнний та мирний час; пропаганда життя та діяльності видатних державних, військових та громадських діячів, борців національного руху, заслужених працівників науки, мистецтва та культури;

співробітництво з державними органами влади, громадськими творчими організаціями, ЗМІ з питань військово-патріотичного виховання, військово-фахової орієнтації молоді та підготовки її до служби у Збройних Силах України.

Система засобів військово-патріотичного виховання включає три основних компоненти: соціально-педагогічний, організаційний і матеріально-технічний.

Соціально-педагогічні засоби охоплюють основні теоретичні, методичні й науково-практичні рекомендації, розробки з організації й проведення військово-патріотичного виховання, формування поглядів, переконань, потреб і суспільної думки із проблем забезпечення й зміцнення безпеки держави.

До матеріально-технічних засобів належать: навчальні аудиторії, класи й кабінети; музейні експонати; устаткування, техніка, зброя, макети, навчальні поля, спортивні містечка, тири, тренажери. Неоціненну допомогу можуть надати відповідні ЗМІ, бібліотеки з літературою військово-патріотичної спрямованості, відео- та фонотеки тощо.

Організаційні засоби – це комплекс заходів, що здійснюються з використанням соціально-педагогічних і матеріально-технічних засобів у відповідних формах військово-патріотичної роботи з особовим складом.

Всі три групи засобів патріотичного виховання взаємозалежні, доповнюють один одного, і лише їх комплексне використання в процесі взаємодії суб'єкта й об'єкта цієї діяльності дає

максимальний рівень морально-психологічного стану у військовому підрозділі.

Реалізація можливостей військово-патріотичного виховання ґрунтується на інтеграції інтересів суспільства загалом й окремої особистості зокрема, що допускає створення умови для прояву її волі, розвитку громадянськості й підвищення відповідальності за долю Батьківщини в межах існуючого законодавства.

Зміст патріотичного виховання реалізується у відповідних формах виховної роботи. Аналіз військово-педагогічної практики патріотичного виховання дозволяє визначити систему форм цієї діяльності.

Основні форми роботи щодо військово-патріотичного виховання:

лекції, бесіди, диспути, вікторини, тематичні вечори та ранки з питань історії України та її Збройних Сил;

творчі зустрічі особового складу з учасниками війни, ветеранами Збройних Сил та військових частин, працівниками культури, мистецтва, творчої інтелігенції;

тематичні вечори на історико-патріотичну тематику;

літературно-художні та музичні вечори, читачькі конференції, обговорення художньої та публіцистичної літератури з питань військової справи;

місячники військово-патріотичного виховання та оборонно-масової роботи спільно з місцевими державними та громадськими організаціями і рухами;

відвідування музеїв, місць бойової слави, меморіалів та пам'ятників;

військові ритуали;

участь в історико-патріотичних заходах, які проводяться місцевими органами влади, громадськими організаціями та рухами, музеями, закладами культури;

кінолекторії з військово-патріотичної та історичної тематики;

висвітлення життєдіяльності кращих військових колективів у центральних та місцевих ЗМІ;

вікторини і конкурси з історії України, її збройних формувань.

Головними у цій роботі вважаються заходи підготовки та проведення свят, приурочених до знаменних подій в житті держави і Збройних Сил:

День Незалежності України;

День пам'яті та примирення;

День захисника Вітчизни;

День Збройних сил України;

День Гідності та Свободи;

День створення Військового інституту;

річниці звільнення території України від німецько-фашистських загарбників.

### **Висновки й перспективи подальших досліджень**

Організовуючи виховну роботу з патріотичного виховання, потрібно враховувати, що в Україні історично склався широкий спектр регіонально-політичних та регіонально-культурних

відмінностей, існує неоднозначне ставлення населення до багатьох подій минулого та сучасності. Але дотримання усіх методичних рекомендацій, інструкцій в процесі військово-патріотичного виховання і формування морально-психологічного стану, надає можливість

сформувати в свідомості особового складу Збройних Сил України патріотичні переконання щодо відданості та вірності Українському народові, готовності до оборони України, забезпечення захисту її суверенітету, територіальної цілісності і недоторканості.

### Література

1. Програма військово-патріотичного виховання у Збройних Силах України на 2012–2017 роки. Постанова Кабінету Міністрів України № 14 від 2012 року.
2. Боровик О. В. Психологічні умови формування патріотичної свідомості учнів ліцеїв.: дис. канд. псих.

- наук / О. В. Боровик. – Хмельницький, 2008. – 243 с.
3. Нещадим М. І. Військова освіта України: Історія, теорія, методологія, практика: Монографія / Нещадим М. І. – К.: Видавничо-поліграфічний центр “Київський Університет”, 2003. – 852 с.

## ПАТРИОТИЧЕСКИ-ЦЕННОСТНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ МОРАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

Татьяна Павловна Терещенко

Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Киев, Украина

В статье проведен анализ патриотизма как ценностной составляющей морально-психологического состояния военнослужащих. Рассмотрены основные пути усовершенствования учебной и воспитательной работы по отношению к морально-психологическому потенциалу, психологическому состоянию личного состава для обеспечения постоянной боевой готовности и выполнения боевых заданий военнослужащими. Раскрыта суть понятия патриотизм как духовной ценности, его места и роли в формировании личности воина. Проанализировано патриотично-ценностную составляющую, которая образует новые механизмы мобилизации общества на безукоризненном выполнении военных обязанностей. В процессе анализа, раскрыты основные пути и направления развития военно-патриотического воспитания в Вооруженных Силах Украины. Предложены инновационные подходы для более эффективного, направленного формирования морально-психологического состояния подразделения.

**Ключевые слова:** ценность; патриотизм; морально-психологическое состояние; морально-психологический потенциал; моральный дух; военно-патриотическое воспитание.

## PATRIOTICALLY VALUE COMPONENT OF MORAL AND PSYCHOLOGICAL CONDITION OF THE UKRAINIAN ARMED FORCES SERVICEMEN

Tetiana P. Tereshchenko

Military Institute of Telecommunications and Informatization, Kyiv, Ukraine

The article deals with the analysis of patriotism as value component of servicemen moral and psychological condition. Main ways of educational and morale building work improvement regarding the lift of moral and psychological potential of personnel psychological condition to support permanent combat readiness and combat tasks performance are put into consideration. Within the article the essence of the concept patriotism as moral value is revealed as well as its role and place in formation of soldier's personality. The patriotic value component of moral and psychological condition which creates a new tool of society's mobilization on the basis of perfect carrying out military conscriptions was analyzed. In the process of the analysis main ways and directions of military training and patriotic upbringing in the Armed Forces of Ukraine were proved. It is introduced innovative approaches to more efficient and oriented formation of moral and psychological condition in Ukrainian Armed Forces units.

**Keywords:** value; patriotism; moral and psychological condition; moral and psychological potential; morale; military training and patriotic upbringing.

### References

1. The program of military-patriotic education of the Armed Forces of Ukraine on 2012–2017 years. CMU Resolution Ukraine number 14 of 2012.
2. Borovyk O.V. (2008) Psychological conditions of formation of patriotic consciousness of high school students. [Psycholohichni umovy formuvannia patriotychnoi svidomosti uchniv litseiv]

- dys. kand. psyk. Nauk, Khmelnytskyi, 243 p.
3. Neshchadym M.I. (2003) Ukraine Military Education: History, Theory, methodology, practice: Monograph. [Viiskova osvita Ukrainy: Istorii, teoriia, metodolohiia, praktyka: Monohrafiia], Kyiv, Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr “Kyivskyi Universytet”, 852 p.

Отримано: 02.03.2016 року.

## Шановні колеги!

Запрошуємо до участі в науковому журналі

“Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони”,

Видавець: Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського

Наказом Міністерства освіти і науки України

від 29 грудня 2014 р. №1528 журнал включено до Переліку наукових фахових видань України в галузях “технічні науки” та “військові науки”

Наклад – 100 примірників, відкрите видання.

### На сторінках журналу розглядаються такі питання:

1. Теоретичні основи та інструментальні засоби створення і використання інформаційних технологій у сфері безпеки та оборони.

2. Критерії оцінювання і методи забезпечення якості, надійності, живучості інформаційних технологій і систем.

3. Принципи оптимізації, моделі та методи прийняття рішень при створенні автоматизованих систем різноманітного призначення у сфері безпеки і оборони.

4. Дослідження закономірностей побудови інформаційних комунікацій та розроблення теоретичних засад побудови і впровадження інтелектуальних інформаційних технологій для створення новітніх систем накопичування, переробки, збереження інформації та систем управління у сфері безпеки та оборони.

5. Інтерактивні моделі розвитку науково-освітнього простору у сфері безпеки та оборони.

6. Збереження, розвиток і трансформація культурно-мовної спадщини в інтерактивному дискурсі у контексті інформаційної безпеки держави.

7. Глобалізація, полілогічність та інтерактивність як філософське підґрунтя розвитку інформаційних технологій у сфері безпеки та оборони.

8. Інтелектуальні освітні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Проблеми сумісності і взаємодії технологій навчання.

9. Сучасні підходи до проектування розподілених інтелектуальних систем для освіти і науки.

10. Військово-теоретичні проблеми.

### Схема оформлення статей

**УДК** (Arial, кегль – 11 пт.)

<sup>1</sup>Анатолій Анатолійович Іванов (д-р техн. наук, професор)

<sup>2</sup>Іван Іванович Петров (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри)

<sup>1</sup>Університет..., Київ, Україна

<sup>2</sup>Інститут..., Київ, Україна

← (кегль – 11 пт.)

← 1 пустий рядок – 10 пт.

← (кегль – 11 та 8 пт.)

← 1 пустий рядок – 6 пт.

← 1 пустий рядок – 10 пт.

**НАЗВА СТАТТІ** (Arial, кегль – 14 пт.; накреслення – “напівжирне”, по правому краю)

← 1 пустий рядок – 10 пт.

Текст анотації мовою тексту статті (в даному випадку – українською). Зміст анотації має стисло і достатньо інформативно підсумовувати основні ідеї та отримані результати дослідження. Розмір анотації повинен становити 100–250 слів. Зверніть увагу на те, що дані про авторів, назва, ключові слова та анотація будуть використані як метадані для опису Вашої статті, тому вони повинні максимально чітко описувати її зміст. Для більш якісного пошуку даного контенту в мережі, будь ласка, уникайте занадто узагальнених та складних формулювань, використовуйте тільки загальновідомі аббревіатури.

**Ключові слова:** поняття1; поняття2; поняття3. (кегль – 10 пт.)

### Вимоги до набору

**Формат аркуша:** А4 (21 × 29,7 см).

**Параметри сторінки** (відступи від краю): зліва – 3 см.; справа – 2 см.; зверху – 2 см.; знизу – 2 см.

**Шрифт статті** – Times New Roman; накреслення – пряме; кегль – 10 пт.; міжрядковий інтервал – одинарний.

**Текст статті** розташовується у два стовпчики однакової ширини – 7,75 см.; відстань між стовпчиками – 0,5 см.; відступ першого рядка абзацу – 0,5 см.; вирівнювання – за шириною.

**Підзаголовок** – кегль – 12 пт.; накреслення – напівжирне; відступів немає; вирівнювання – центроване.

Не використовуйте для форматування тексту пропуски, табуляцію тощо. Не встановлюйте ручне перенесення слів, не використовуйте колонититли. Між значенням величини та одиницею її вимірювання ставте нерозривний пропуск (Ctrl + Shift + пропуск).

**УВАГА!** Остання сторінка статті заповнюється не менш, ніж на 3/4.

**Набір формул:** редактор формул MS Equation.

**Забороняється** використовувати для набору формул графічні об'єкти, кадри й таблиці.

В меню “Размер → Определить” ввести такі розміри:

Обычный – 10 пт.; Крупный индекс – 8 пт.;

Мелкий индекс – 7 пт.; Крупный символ – 15 пт.;

Мелкий символ – 9 пт.

Стиль формул – “прямий”, тобто в меню “Стиль → Определить” поля “Формат символов” – пусті.

Табличний заголовок (10 пт.) – **обов’язковий**.

Рисунки **обов’язково** супроводжуються центрованими підписаними підписами (кегль – 10).

**Не допускаються** кольорові та фонові рисунки.

Допускається розташування великих рисунків, формул та таблиць в одну колонку (до 16 см.).

Список літератури виділяється підзаголовком “Література” та оформлюється згідно з міждержавним стандартом ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 “(кегль – 9 пт.).

## Структура рукопису

Відповідно до постанови ВАК України від 15.01.2003 № 7-05/1 текст статті повинен мати таку структуру: **постановка проблеми** у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; **аналіз останніх досліджень і публікацій**, на які спирається автор; **формулювання мети статті** (постановка завдання); **виклад основного матеріалу** дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; **висновки** з даного дослідження і перспективи подальших досліджень у даному напрямку.

Текст статті розбивається на відповідні розділи з підзаголовками, які виділені напівжирним шрифтом.

Робочі мови – українська, російська, англійська.

На останньому аркуші статті після списку літератури наводяться: назва статті, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь та вчене звання автора (співавторів), назва організації, у якій працює автор (співавтори), анотація та ключові слова українською, російською та англійською мовами (крім основної мови статті) за нижченаведеним зразком (10 кегль (8 для наукового ступеня, звання, посади), міжрядковий інтервал – 1,0, вирівнювання – по центру). Обсяг анотації – 100-250 слів, англійською – 150-250 слів.

## НАЗВАННЯ СТАТТІ

<sup>1</sup>*Анатолій Анатолієвич Іванов (д-р техн. наук, професор)*  
<sup>2</sup>*Іван Іванович Петров (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри)*

<sup>1</sup>*Університет..., Київ, Україна*  
<sup>2</sup>*Інститут..., Київ, Україна*

*Перевод текста аннотации и ключевых слов*

## ARTICLE TITLE

<sup>1</sup>*Anatolii A. Ivanov (Doctor of Technical Sciences, Professor)*  
<sup>2</sup>*Ivan I. Petrov (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)*

<sup>1</sup>*University..., Kyiv, Ukraine*  
<sup>2</sup>*Institute..., Kyiv, Ukraine*

*Translation of the abstract and keywords*

Після цього наводиться список літератури англійською мовою за зразком (9 кегль):

## References

**1. Pukhov G.E.** (1990). Differential spectrums and models. [*Dyferentsiini spektry ta modeli*], Kyiv, Naukova Dumka, 184 p. **2. Mikheenko L.A.,** Nechiporuk S.A. (2011). Energy model of digital camcorder. [*Enerhetychna model tsyfrovoy videokamery*], Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh, No. 1, pp. 150–157. **3. Voskresenskaya E.V.** (2003). Legal regulation of valuation activities: dissertation. [*Pravovoe regulirovanie otsenochnoi deyatel'nosti: dis. kand. yurid. nauk*], St. Petersburg, 187 p. **4. Bezrodnaya V.F.** (2004). Features of

civil society development in the process of politicalmodernization of Ukraine: Author's thesis. [*Osobennosti formirovaniya grazhdanskogo obshchestva v protsesse politicheskoi modernizatsii Ukrainy: avtoref. dis. kand. polit. nauk*], Odessa, 16 p. **5. Serdyuk T.V.,** Self-regulation in Ukraine: advantages and disadvantages in the current economic conditions. [*Samoregulirovanie v Ukraine: preimushchestva i nedostatki v sovremennykh ekonomicheskikh usloviyakh*], available at: <http://economy.kpi.ua/ru/node/343>.

*A.A. Ivanov: iv@u.ua I.I. Petrov: petr@u.ua*

Корисні посилання для здійснення транслітерації:

<http://translit.kh.ua/?passport> – автоматична транслітерація з української

<http://translate.meta.ua/ua/translit/> – автоматична транслітерація з російської

Після цього наводяться відомості про рецензента та контактна інформація авторів.

**Рецензент:** д-р техн. наук, професор О. Ю. Пермяков, начальник інституту, Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ.

**Автор:** *Анатолій Анатолієвич Іванов*  
Роб. тел. – 333-33-33, дом. тел. – 777-77-77, E-mail – [kim@ic.ua](mailto:kim@ic.ua).

## Подання матеріалів

Обсяг рукопису – від 3 до 10 аркушів українською, російською або англійською мовами.

Для публікації необхідно представити статтю у електронній формі з роздрукованим екземпляр, підписаним всіма авторами статті.

Рукопис супроводжується **експертним висновком, рецензією доктора наук (професора), витягом з протоколу засідання кафедри (відділу).**

Подані матеріали автору не повертаються.

Матеріали просимо подавати до інституту інформаційних технологій Національного університету оборони України імені Івана Черняховського за адресою: 03049, м. Київ, Повітрофлотський пр., 28, тел.: (044) 271-09-44, Суднікову Євгену Олександровичу, каб. 2/305, тел.: 099-3197351, e-mail: [sitnuou@ukr.net](mailto:sitnuou@ukr.net).

З питань оплати звертатись до редакції.

Редколегія залишає за собою право відмови у публікації статей, що не відповідають проблематиці журналу й умовам оформлення матеріалів.

Комп'ютерна верстка: *М.Г. Тищенко, М.О. Масесов, Є.О. Судніков*

Оформлення обкладинки: *Є.О. Судніков*

Засновник і видавець Національний університет оборони України імені Івана Черняховського.

Св-во КВ № 20490-10290ПР. Адреса редакції: 03049, м. Київ, Повітрофлотський пр-т, 28. Тел. (044) 271-09-44.

Підписано до друку 25.04.2016. Формат 60×84 1/8. Ум. друк. а. 26,75. Тираж 100 прим.

Надруковано у друкарні Національного університету оборони України імені Івана Черняховського.