

СУЧАСНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ БЕЗПЕКИ ТА ОБОРОНИ

ISSN 2311-7249 (Print)

ISSN 2410-7336 (Online)

№ 1(34)
2019

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)-271-07-31, (098)-273-48-62

факс: (044)-271-07-31

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

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 № 4, 06.05. 2019 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.
Directory of Research Journals Indexing (DRJI)

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:

Військова кібернетика та системний аналіз

- Приходько Ю.І.** Трансформація систем: основи теорії та методології.....5
Стасюк В.В., Бочаров М.М. Аналіз підходів до прогнозування психогенних втрат
військ (сил) в бойових умовах: структура чинників.....13
Бобильов В.Є., Мельник Я.В., Кравчук А.А. Підвищення ефективності підтримки
прийняття рішень в автоматизованих системах управління військами за рахунок
застосування в її роботі засобів імітаційного моделювання бойових дій військ (сил).....19
Пермяков О.Ю., Кільменінов О.А., Мельник Я.В. Застосування перколяційних
алгоритмів для оцінки надійності гетерогенних мереж військового призначення.....23
Гогоняц С.Ю., Грицай П.М., Шапран О.О. Загальні положення методики
оцінювання рівня воєнної небезпеки на основі таксономічних методів.....29
Гаврилюк І.Ю., Мацько О.І., Дачковський В.О. Концептуальні основи управління
потокками в системі логістичного забезпечення Збройних Сил України.....37
Скворчевський О.Є. SALS-концепція логістичної підтримки життєвого циклу
озброєння та військової техніки: національні аспекти впровадження.....45
Грозовський Р.І., Бігун Н.І. Оцінка розвідзахищеності системи зв’язку, побудованої
на сучасних засобах радіозв’язку.....53
Романченко І.С., Потьомкін М.М., Сирський О.С. Метод трикритеріального
евклідового ранжування та його використання для багатокритеріального
порівняння альтернатив.....59

Інтелектуальні ІТ та робототехніка у сфері безпеки та оборони

- Шемаєв В.М., Ляшенко І.О., Стефанец С.С.** Формалізація відкритої галузі
знань розподіленої системи управління.....64
Гришманов Є.О., Захарченко І.В., Новікова І.В. Метод прогнозування несприятливих
авіаційних полій під час польоту на основі гібридних нейронних мереж.....69

Військово-космічні та геоінформаційні технології

- Ковбасюк С.В., Випорханюк Д.М.** Геопросторовий аналіз як метод космічної
ситуаційної обізнаності.....76
Пекарев Д.В. Функціональна модель інформаційної системи забезпечення космічної
ситуаційної обізнаності складових секторів безпеки і оборони держави.....83

Противоріччя у кібернетичному просторі

- Даник Ю.Г.** Особливості створення кіберполігонів для дослідження комплексних
кібердій та підготовки фахівців з кібербезпеки.....95
Кацалан В.О., Войтко О.В., Цурко Ю.В. Методичний підхід до визначення
джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері.....103
Алексєєв М.М. Аналіз методологічних підходів щодо застосування технологій
управління ризиками в сфері кібербезпеки.....109

Інформаційно-аналітична діяльність у сфері безпеки та оборони

- Бекіров А.Є., Яценюк В.Ж., Крейдун О.С.** Стеганографічний метод на основі
безпосереднього та непрямого вбудовування даних для областей зображення з
різною насиченістю.....115
Сурков К.Ю., Бибенко Р.В. Метод інтегрального оцінювання результатів
підготовки диспетчерів повітряного руху.....121
Коломієць Ю.М., Коротін С.М. Аналіз можливостей існуючих систем
оповіщення про ракетну атаку, які встановлені на літальних апаратах.....127
Королюк Н.О., Пазинич Р.О., Мельник С.В. Обґрунтування комплексного
підходу для оцінки ефективності управління частинами та підрозділами
Повітряних сил ЗСУ.....133
Королюк Н.О., Лістровий С.М., Щербаков М.І. Підхід щодо прогнозування
показників якості перспективних зразків озброєнь в умовах нестохастичної
невизначеності.....139
Пермяков О.Ю., Прибілєв Ю.Б., Дядечко А.О. Оцінка потоків вимірювальної
інформації контрольно-випробувальної станції.....143
Крайнов О.В., Грозовський Р.І. Методика оцінки оперативності обробки
інформації системою інформаційно-аналітичного забезпечення органу
військового управління.....147

Розвиток теорії та практики створення інформаційно-телекомунікаційних систем

- Чопа Д.А., Дерев’ячук А.І., Дегтярьов В.В., Семенов Ф.Д.** Кейс - метод як
форма інтерактивного навчання з військово-технічних дисциплін при підготовці
фахівців ракетних військ і артилерії.....151
Мартинюк О.Р., Рабко О.В., Гончаренко Є.В. Оцінювання ризику в системі
забезпечення безпеки польотів державної авіації України.....155
Єфанова К.О., Бригадир С.П., Сальник С.В. Метод гібридної побудови маршрутів
передачі даних в телекомунікаційних мережах спеціального призначення.....161

Високотехнологічні аспекти воєнного мистецтва

- Думенко М.П.** Методологічні основи оцінювання ефективності системи
комплектування особовим складом Збройних Сил України в умовах гібридної
війни (особливого періоду).....167
Остапєць О.М. Використання методів теорії кваліметричних вимірювань для
оцінювання готовності Збройних Сил держави до відсічі збройної агресії.....175

Редакційна колегія

Головний редактор

Пермяков Олександр Юрійович,
доктор технічних наук, професор

Заступник головного редактора

полковник *Ракушев Михайло Юрійович,*
доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Члени редколегії:

Бутвін Борис Леонідович,
доктор технічних наук, професор

генерал-майор *Даник Юрій Григорович,*
доктор технічних наук, професор

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

Репіло Юрій Євгенович,
доктор військових наук, професор

Савченко Віталій Анатолійович,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

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

Шиміч Горан, доктор філософії

Пресналл Аарон, доктор філософії

Флурі Філіпп, доктор філософії

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

Шемаєв Володимир Миколайович,
доктор військових наук, професор

Потій Олександр Володимирович,
доктор технічних наук, професор

Ковбасюк Сергій Валентинович,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

Шевченко Віктор Леонідович,
доктор технічних наук,
старший науковий співробітник

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

Гавлічек Пьотр, доцент

Відповідальний секретар

Войтко Олександр Володимирович, кандидат військових наук

Технічний редактор

Грозовський Роман Іванович

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE SPHERE OF SECURITY AND DEFENCE

ISSN 2311-7249 (Print)

ISSN 2410-7336 (Online)

№ 1(34)
2019

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)-271-07-31, (098)-273-48-62
Fax: (044)-271-07-31

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

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 № 4, 06.05. 2019)*

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.*

Directory of Research Journals Indexing (DRJI)

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:

Military cybernetics and system analysis

- Prykhodko Y.* Transformation of the systems: bases of theory and methodology.....5
Stasyuk V., Bocharov M. Analysis of going near prognostication of psychogenic losses of
troops in battle conditions: structure of factors.....13
Bobylov V., Melnyk Y., Kravchuk A. Increase of efficiency of support of making decision in
automated control systems by troops (ACS) for account of the use in her work of facilities of
constructive simulation of battle actions of troops (force).....19
Permyakov O., Kilmeninov O., Melnyk Y. Improvement of the method of assessment of
reliability of heterogenic networks based on theory of percolation23
Hohonians S., Hrytsay P., Shapran O. General theses of the military risk level
evaluation method based on the taxonomic methods.....29
Havryliuk I. Matsko O., Dachkovskiy V. Conceptual basis of flow management in the
system of logistic support of the armed forces of Ukraine.....37
Skvorchevsky A. CALS-concept of weapons and military equipment life cycle logistic
support: national aspects of implementation.....45
Hrozovskiy R., Bihun N. Estimation of the educational security of the communication
system built on the modern radio communication means.....53
Romanchenko I., Potomkin M., Syrskiy O. The three criterial euclidean ranking
method and its use for a multicriterial comparison of alternatives.....59

Intelligent IT and robotics in the field of security and defense

- Shemaiev V., Liashenko I., Stefantsev S.* Formalization of the open knowledge area of
the distributed control system.....64
Gryshmanov E., Zakharchenko I., Novikova I. Metod of forecasting of unfavorable aircraft
accidents in the flight based on hybrid neural networks.....69

Military space and geoinformation technologies

- Kovbasyuk S., Vyporkhanyuk D.* Geological analysis as a method space situation
awareness.....76
Pekariyev D. Functional model of the information system for providing space situational
awareness of the state security and defense sector components.....83

Confrontation in the cybernetic space

- Danyk Y.* Features and main requirements for development and creating ciberpoligons..95
Katsalap V., Voitko O., Tsurko Y. Methodical going near determination of sources of
threats to informative safety in military sphere.....103
Aleksieiev M. Analysis of methodological approaches to application of risk
management technologies in the field of cybernetic security.....109

Information and analytical activities in the field of security and defense

- Bekirov A., Yachenok V., Krejduin O.* Steganographic method based on the direct and
indirect data embedding for image areas with different consistency.....115
Surkov K., Babenko R. Integral assessment method results of preparation air traffic
controller.....121
Kolomiiets Y., Korotin S. Analysis of possibilities of the existent common missile
warning systems that is set on aircrafts.....127
Korolyuk N., Paznich R., Melnik S. Justification of a complex approach for evaluating
the efficiency of part management units of air forces of the armed forces.....133
Korolyuk N., Listrovyj S., Shherbakov M. In forecasting of long duration prognostication
of indexes of quality of perspective standards of armaments in the conditions of
unstochastic vagueness.....139
Permiakov O., Pribyliev Y., Dyadchko A. Estimation of information flows of the
control and test station143
Krainov O., Hrozovskiy R. Methodology for assessing the efficiency of information
processing of the information-analytical support system for military authorities.....147

Development of the theory and practice of creating information and telecommunication systems

- Chopa D., Derevjanchuk A., Dehtiarov V., Semenov F.* Case-method as a form of
interactive training on military-technical disciplines in preparation of artillery
specialists.....151
Martyniuk O., Radko O., Honcharenko Y. The risk assessment in the state aviation
safety performance system.....155
Yefanova K., Brigadir S., Salnyk S. A the method of hybrid construction of data
transmission routes in telecommunication networks of special purpose.....161

High-tech aspects of martial arts

- Dumenko M.* Methodological bases of assessment of the efficiency of the system of
composition by a special complex of the armed forces of Ukraine in hybrid conditions
war (special period).....167
Ostapets O. Use of methods of qualimetric measurement theory for preparation
evaluation armed forces of the state to the arrangement of armed forces.....175

Editorial Board

Chief Editor

Permiakov Oleksandr Yuriiiovych
doctor of technical sciences, professor

Deputy Chief Editor

colonel *Rakushev Mykhailo Yuriiiovych*,
doctor of technical sciences, senior research fellow

Editorial Board members:

Butvin Borys Leonidovych,
doctor of technical sciences, professor

major general, *Danyk Yurii Hryhorovych*,
doctor of technical sciences, 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 Oleksandrovyeh,
doctor of military sciences, professor

Kravchenko Yurii Vasylovych,
doctor of technical sciences, professor

Repilo Yurii Yevhenovych,
doctor of military sciences, professor

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

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

Shimic Goran, doctor of philosophy

Presnall Aaron, doctor of philosophy

Fluri Philip, doctor of philosophy

Romanchenko Ihor Serhiiovych,
doctor of military sciences, professor

Ruban Ihor Viktorovych,
doctor of technical sciences, professor

Riabtsev Viacheslav Vitaliiovych,
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

Telelym Vasyl Maksymovych,
doctor of military sciences, professor

Shemaiev Volodymyr Mykolaiovych,
doctor of military sciences, professor

Potii Oleksandr Volodymyrovych,
doctor of technical sciences, professor

Kovbasjuk Serhii Valentinovych,
doctor of technical sciences,
senior research fellow

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

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

Gawliczek Piotr, associate professor

Executive Secretary

Voitko Oleksandr Volodymyrovych, candidate of military sciences

Technical Editor

Hrozovskyi Roman Ivanovych

Юрій Іванович Приходько (кандидат педагогічних наук, доцент)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ТРАНСФОРМАЦІЯ СИСТЕМ: ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА МЕТОДОЛОГІЇ

У статті розглядаються теоретичні основи та методологічні засади трансформації систем під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників. Обґрунтовуються закономірності та принципи трансформації систем, визначаються зовнішні та внутрішні чинники цього процесу, розкриваються їх об'єктивність і суб'єктивність; визначено та сформульовано загальний закон трансформації систем; запропоновано підхід щодо математичного моделювання систем на основі комплексного врахування та застосування зовнішніх і внутрішніх чинників.

Отримані результати дослідження дозволяють вже на теперішньому етапі розвитку науки створити універсальний підхід та відповідний апарат (інструментарій) для моделювання, аналізу та оцінки ступеню трансформації систем будь якого походження, визначення їх продуктивності, стійкості, запобігання хаосу, дисипації та відповідних коригувальних дій, в залежності від місії і цілей, дій, які при цьому переслідуються та здійснюються або мають місце. Як свідчить дослідження, шлях до вирішення зазначеної проблеми лежить у площині найбільш оптимального відображення дії зовнішніх і внутрішніх чинників за фізичною, соціальною чи будь-якою іншою природою математичними, функціональними, статистичними, експертними методами на основі відповідних представлених функцій і кваліметричних підходів.

Ключові слова: система; теорія самоорганізації; трансформація; термодинаміка; еволюція; взаємодія; зовнішні чинники; внутрішні чинники; модель.

Вступ

Будь які сфери живої чи неживої природи штучного або природного органічного чи неорганічного, соціально-економічного, технічного, гуманітарного військового, політичного та іншого походження являють собою певним чином структуровані утворення, тобто системи. Мабуть, цілком слушним буде визнання того, що макро- та мікро світ людської діяльності та функціонування глобального земного середовища представляються безліччю систем різного походження та призначення, що в цілому визначають стан нашої планети та життєдіяльність людства в цілому, основними впливовими чинниками якої є потреби, інтереси, мотиви, цілі, засоби, процеси і результати.

Постановка проблеми. Перебіг історичних подій, наукові дослідження, функціонування систем характеризується різними позитивними та негативними результатами: розвиток, успішність, занепад, хаос, дисипація тощо, тобто системні утворення з часом змінюються, функціонуючи в оточуючих середовищах під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників. Водночас, механізми змін, що при цьому в них відбуваються, не знайшли глибокого наукового висвітлення і продовжують залишатися проблемними та актуальними для науковців і в умовах теперішнього часу – прогресу науки з пізнання світу, зростання обсягу знань, формування глобального інформаційного простору, розроблення та запровадження новітніх технологій різного призначення на основі інноваційних наукових досягнень, зростання дії інформаційних, психологічних, кібернетичних, воєнно-політичних, терористичних, екологічних, міграційних та інших глобалістичних чинників,

накопичення матеріально-технічних і фінансових ресурсів як інструментів впливу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню систем присвячено значну кількість теоретико-методологічних праць вітчизняних і зарубіжних учених (Р. Акофф, В. Афанасьєв, Л. Берталанфі, І. Блауберг, Н. Вінер, В. Глушков, У. Ешбі Росс, В. Садовський, Т. Сааті, Е. Юдін та ін.), у яких ґрунтовно висвітлено загальну теорію систем, системний підхід, системний аналіз. Виходячи із зазначених досліджень, можна констатувати, що зміст поняття система дає нам змогу окреслити широке коло різномірних явищ, які мають щось спільне і створюють необхідні передумови перетворення його на філософську категорію, увібравши в себе суть таких важливих категорій, як порядок, організація, цілісність, і, водночас, не зводяться за своїм об'єктивним змістом повністю до жодного з них (А. Богданов, Г. Гегель, І. Кант).

Другою важливою комплексною проблемою, дослідження над якою зосередились думки вчених, постало визначення стійкості систем, спрямованості до самоорганізації, аналізу чинників, що впливають на їх функціонування. Цьому сприяли, на думку вчених, зокрема, А. Осіпова [12], два видатні досягнення з природничих наук протилежної спрямованості: еволюційна теорія Ч. Дарвіна та нерівноважна термодинаміка (С. Грот, Н. Карно, П. Мазур, І. Пригожин, Ж. Фур'є та ін.). Перше обґрунтувало розвиток живої матерії від нижчих форм до вищих, тобто ускладнення структурної організації у процесі еволюції. Друге – передбачає дезорганізацію чи руйнування первісної структури

при еволюції до рівноваги. Обидва досягнення мають безпосереднє відношення до теорії самоорганізації бо відображають її сутність у двох протилежних формах – створення структур і руйнування структур, що характерно для систем як живої, так і неживої природи. У процесі подальшого розвитку теорії самоорганізації у природничих науках її положення виявилися універсальними і з успіхом використовуються в соціальних, економічних, політичних і інших процесах людської діяльності.

Фундаментальні основи теорії самоорганізації з позиції термодинаміки знайшли відображення в працях І Пригожина, І. Стенгерс, Г. Хакена, Х. Форстера. Окремі положення прикладних аспектів теорії самоорганізації в соціально-економічній сфері містяться в наукових публікаціях В. Василькової, С. Капіци, Є. Князевої, Б. Кузнецова, С. Курдюмова, Г. Малинецького.

Синергетика в освіті в контексті людиноцентризму стала предметом фундаментальних досліджень В. Кременя, В. Ільїна [8]. З позиції філософії синергетична парадигма як методологічна основа формування світоглядів ХХІ століття висвітлена в праці В. Лутая [9].

Проблеми трансформації систем знайшли чільне місце в дослідженнях вітчизняних учених: А. Гальчинського (методологічні аспекти) [5], М. Михальченка (українське суспільство) [11], В. Цветкова, І. Кресіної, А. Коваленка (суспільство, державне управління) [23], В. Журавльова (економічні системи) [6].

Метою статті є обґрунтування теоретичних основ та методологічних засад трансформації систем під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників.

Виклад основного матеріалу дослідження

Предметом дослідження є як закриті, так і відкриті системи різного функціонального походження, тобто системи, які знаходяться під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників. Тому, в першу чергу, зупинимось на окремих категоріях і поняттях, що мають безпосереднє відношення до проблеми, що розглядається.

Провідне місце в системних дослідженнях належить категорії система (від грецьк. – ціле, складене з частин; поєднане). І. Кант під системою розумів єдність різноманітних знань, об'єднаних однією ідеєю [7, с. 680]. Г.В. Гегель вважав, що будь-який предмет дослідження представляється системою, що сама розвивається, бо являє собою тільки момент розвитку ідеї [4]. Узагальнене філософське визначення системи сформульовано Ф. Енгельсом: “Уся... природа становить певну систему, певний сукупний зв'язок тіл, розуміючи під словом тіло всі матеріальні реальності...” [10, с. 392].

У “Великому тлумачному словнику сучасної української мови” систему визначено як “сукупність яких-небудь елементів, одиниць, частин, об'єднаних за спільною ознакою, призначенням” [2, с. 1126]. У “Філософському енциклопедичному словнику”, “система – сукупність визначених елементів, між якими існує закономірний зв'язок чи взаємодія”. Якісні

характеристики цих елементів становлять зміст системи, сукупність закономірних зв'язків між елементами – внутрішню форму або структуру системи..., за природою елементів і характером структури системи поділяють на матеріальні, що існують в об'єктивній реальності (неорганічні, органічні), та ідеальні, що є виразом людської свідомості (поняття, гіпотези, теорії, лінгвістичні та логічні побудови, психічні утворення тощо [17, с. 583].

Важливою для подальшого викладення результатів дослідження є думка А. Авер'янова, який систему розглядає в якості відмежованої множини взаємодіючих елементів [1, с. 43]. На необхідності відзначення в системі цільової та функціональної компонент наголошує Т. Сааті. Поняття системи, вважає дослідник, може бути визначено у термінах її структури, функцій, цілей, які закладені в її конструкцію [15, с. 16].

У системних дослідженнях доцільним є представлення всього масиву системних понять кількома групами, кожна з яких є специфічною для певного кола проблем, що при цьому аналізуються. На думку Е. Юдіна [22, с. 183], весь масив таких понять доцільно розбити на такі групи

Перша група понять охоплює опис внутрішньої побудови системних об'єктів: елементу, структури, зв'язку, відношення, середовища, цілісності, організації та ін.

Друга група системних понять передбачає опис функціонування системних об'єктів: функції, стійкості, рівноваги, регулювання, зворотного зв'язку, гомеостазису (від грецьк. – однаковий стан), управління, самоорганізації та ін.

Третя група системних понять характеризує процеси розвитку системних об'єктів: генезису, еволюції, становлення та ін.

Узагальнюючи та доповнюючи думки вчених щодо визначення системи, зазначимо, що її сутність в контексті теорії самоорганізації найбільш повно може бути представлена таким чином: по-перше, система обов'язково містить у собі сукупність елементів; по-друге, елементи системи певним чином пов'язані між собою; по-третє, пов'язані елементи системи створюють своєрідну цілісність; по-четверте, елементи системи знаходяться у постійній взаємодії шляхом обміну енергією; по-п'яте, властивості системи відмінні від властивостей окремих елементів сукупності; по-шосте, система знаходиться під впливом зовнішніх та внутрішніх чинників; по-сьоме система, залежно від умов, обставин, впливу може набувати стану розвитку, руйнації, хаосу тощо. Окремо слід відзначити, що до поняття системи, на нашу думку, можуть бути віднесені концепції, доктрини, проекти, рішення комплексного характеру тощо.

Створенню, розвитку, формуванню та функціонуванню систем притаманна самоорганізація [16]. Вище відзначалось, що обґрунтування та розвиток теорії самоорганізації пов'язані з теорією еволюції і природничими науками, зокрема, нерівноважною термодинамікою. Адже саме вона доповнила класичну термодинаміку шляхом обґрунтування теорії “створення структури”, як фундаментального досягнення природничих наук.

Зупинимось стисло на деяких основних

поняття теорії самоорганізації в контексті законів нерівноважної термодинаміки, теорії еволюції, а також її концептуальних засад, що мають безпосереднє відношення до впливу на самоорганізаційний процес зовнішніх і внутрішніх чинників.

Класична термодинаміка у загальному розумінні – знання про енергію, яка досліджує різноманітні природні явища, спираючись на притаманні їй об'єктивні закони. Коло досліджуваних термодинамікою явищ досить широке за своєю природою: фізичні, хімічні, технічні, фізіологічні, біологічні, космічні тощо. Для нашого подальшого дослідження, з точки зору термодинаміки та розповсюдження її законів на більш широке коло систем, важливими є два положення: 1) термодинамікою передбачається дезорганізація чи руйнування первісної структури при еволюції до рівноваги; 2) енергетична природа термодинаміки.

Теорія еволюції є науковою теорією, що пояснює механізми зміни форм біологічних організмів та причини їх різноманіття, що виникають з часом в процесі їх історичного розвитку, функціонування, існування. Спираючись на численні спостереження за розвитком живих і неживих біологічних організмів (рослинний світ, тваринництво), Ч. Дарвін дійшов висновку, що зміни в них відбуваються під впливом двох чинників: 1) спадкової мінливості; 2) добору. Мінливість вчений розглядав як фактор еволюції. У боротьбі за існування в природному середовищі (добор) Ч. Дарвін виділив такі три основні форми: 1) залежність від середовища; 2) внутрішньовидова боротьба; 3) міжвидова боротьба. З викладеного явно прослідковується аналогія зі зміною стану систем, що знаходяться в певному середовищі, під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників.

Водночас, як відзначають дослідники, слід розрізняти поняття “еволюції” та “теорії еволюції”. Поняття еволюції, як явище, є незаперечним і не викликає у науковців жодних сумнівів. Що стосується теорії еволюції, тобто механізмів, що призводять до еволюційних змін, науковці до цього часу не дійшли єдиної думки, пропонуючи різні концепції, гіпотези, підходи. Це стосується, в першу чергу, природи, механізмів впливу на процес еволюції, їх різноманітність, дієвість та пріоритетність, на що класична еволюційна теорія вичерпної відповіді, як і підтвердження, не дає.

Найбільш визнаним науковим середовищем поглядом на еволюційний процес є синтетична теорія еволюції (сучасна еволюційна теорія), яка є синтезом різних галузей знань, перш за все – генетики та дарвінізму. Синтетична теорія еволюції також спирається на палеонтологію, молекулярну біологію, систематику та ін.

У наукових колах вважається, що основи синтетичної теорії еволюції були закладені відомим вченим-генетиком С.С. Четверіковим [21]. У цій праці С.С. Четверіков (1926) показав сумісність принципів генетики з теорією природного відбору, що дало поштовх розвитку еволюційної генетики. У подальших дослідженнях автори синтетичної теорії еволюції суттєво розходилися в думках з ряду фундаментальних

проблем і працювали в різних секторах біології. Водночас, усі дослідники були практично згодні з трактовкою таких основних положень синтетичної теорії еволюції [3; 21]:

елементарною одиницею еволюції вважається локальна популяція (суб'єкт як система – авт.);

матеріалом для еволюції є мутаційна та рекомбінаційна мінливість (зміна якостей системи під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників – авт.);

природний відбір розглядається як головна причина розвитку адаптацій, утворення видів і надвидів (фактори зовнішнього впливу, перехід системи в інший стан – авт.);

вид є система популяцій, репродуктивно ізольованих від популяції інших видів, і кожний вид екологічно відокремлений (обособленість системи – авт.);

дрейф генів виступає причиною формування ознак видів (внутрішня взаємодія елементів системи – авт.);

видоутворення полягає у виникненні генетично ізолюючих механізмів і має місце переважно в умовах географічної ізоляції (середовище системи – авт.).

Еволюційні процеси в діалектиці відображаються законом переходу кількісних змін в якісні. Відповідно до цього закону радикальні зміни відбуваються не самі по собі, а за рахунок поступових кількісних нарощувань. Разом з тим, радикальні зміни, що відбуваються при цьому, визначають подальші кількісні процеси. Зміст закону, тобто його сутність, відображається в категоріях якості, кількості, міри, скачка та їх взаємозв'язку і в цілому характеризує лише спрямованість розвитку матеріального світу (систем, що його складають – авт.), його дискретність та неперервність, але не визначаються при цьому механізми, чинники, що призводять до змін.

Термодинаміка незворотних (нерівноважних) процесів визначає швидкості нерівноважних процесів в залежності від зовнішніх умов.

Стаціонарні нерівноважні стани системи набуваються під впливом так званих граничних умов, зокрема, зовнішнього впливу на систему. Відповідно до теореми І. Пригожина (про мінімум виробництва ентропії) у стаціонарному нерівноважному стані виробництво ентропії мінімальне. Загальною теорією стійкості (О. Ляпунов) доведено, що стаціонарні нерівноважні стани з мінімальним виробництвом ентропії є стійкими. Водночас, внаслідок зовнішнього впливу, в таких системах мають місце флуктуації. У стійкій системі флуктуації, що виникли, з часом самі по собі (спонтанно) зменшуються. Такі внутрішні процеси не ведуть до посилення флуктуацій (розгойдування системи). І навпаки, в нестійкій системі починається наростання амплітуди відхилень (так зване посилення) і система спонтанно, чи з високою вірогідністю, виходить за межі стаціонарного нерівноважного стану. При аналізі нестійких систем використовується теорія турбулентності. Перехід системи в стан турбулентності характеризується виникненням хаосу – зростанням ентропії. Нестійкі структури, які з часом зі стану стаціонарного нерівноважного

стану переходять у нерегулярний нерівноважний стан і спонтанно утворюють нову систему, дістали назву дисипативних структур [13; 141].

Синергетична концепція вважається вченням про взаємодію. Відповідно до неї в системах досліджуються проблеми виникнення порядку з хаосу, тобто переходу системи в новий стан [18; 19].

Концепція детерміністичного хаосу відображає виникнення хаосу з порядку. При цьому система, що знаходиться повністю в нерегулярному, нерівноважному, непередбачуваному стані класифікується як хаотична. Це твердження характерне як для динамічних систем з природничих наук, так і для соціальних систем, що особливо чутливі до впливів. Відповідно до цієї концепції вважається, що при застосуванні впливу на соціальні системи необхідно враховувати, що будь-яке вторгнення в них може призвести до повністю непередбачуваних, хаотичних розв'язків і наслідків.

Конструктивізм. Конструктивістська теорія пізнання, здебільшого, використовується в дослідженні питань впливу на соціальні та гуманітарні системи. Якщо такі системи досліджуються як організаційно закриті та самореферентні, приходять до висновку, що прямий зовнішній вплив, як правило, не досягає мети, що ставилася або виникла спонтанно. Прихильники конструктивізму вважають, що зовнішній вплив при цьому сприймається системою виключно як завада і “переробляється” нею у відповідності з її власними механізмами. Таке твердження, з огляду на викладене вище, на нашу думку, може бути як частковий випадок. Розрізняють такі види конструктивізму: соціальний, когнітивно-теоретичний (радикальний), емпіричний, комунікативно-теоретичний.

Інтерпретативна теорія організації (системи). Сутність її полягає в тому, що дослідники враховують в ній соціальні чинники, на відміну від функціоналістської теорії, де система розглядається в якості “чорної скриньки”. При цьому ігнорується фактор людської поведінки в системі, зумовленість її стабільності. Метою дослідження в інтерпретативній теорії є пояснення людської дії в організації (системі) і навпаки – пояснення дій (реакції) системи через дії людей (персоналу). В основу теорії покладена така ідея: персонал організації (системи) діє в межах реальності, яку він сам собі створює. Значення інтерпретативної теорії у дослідженні соціальних, гуманітарних систем полягає в тому, що дозволяє отримати відповіді на такі проблеми: реалізація зовнішніх приписів; позитивні чи негативні наслідки щодо структурних чи функціональних змін у системі; якість взаємодії елементів, підсистем у цілісній системі; заходи з підвищення ефективності функціонування системи; схильність до самоорганізації тощо.

Аналіз теорій, концепцій, викладених вище, дозволяє зробити певні узагальнення, визначитися із закономірностями та принципами трансформації систем.

Узагальнення, що мають основоположне значення для дослідження трансформації систем:

синергетична концепція систем вважається

вченням про взаємодію, при цьому в системах досліджуються проблеми виникнення порядку з хаосу, тобто переходу системи в новий стан;

хаос є наслідком переходу системи в стан турбулентності;

людський фактор, як комбінація певних дій на систему, має суттєвий вплив на стан та динаміку їх функціонування;

система змінюється під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників;

основні положення теорії самоорганізації, що були започатковані у природничих науках, виявилися універсальними і з успіхом використовуються в соціальних, економічних, гуманітарних, політичних та інших процесах людської діяльності, що представляються системами чи комплексними рішеннями.

Таким чином, можна стверджувати, що системи змінюються, по-перше, під впливом середовища, в якому знаходяться, по-друге, під впливом чинників, які це середовище продукує, по-третє, під впливом внутрішньої системної взаємодії, викликані внутрішніми чинниками; по-четверте – під впливом внутрішньої системної взаємодії, викликані зовнішніми чинниками. Тобто зміни у системах, що перебувають у певних середовищах, відбуваються під впливом зовнішніх чинників та двопорядкових внутрішніх чинників, викликаних, по-перше, власною внутрішньою взаємодією, по-друге, – внутрішньою трансформаційною взаємодією під впливом зовнішніх чинників. Наведене твердження може бути підставою для заміни поняття “самоорганізація систем” на поняття “трансформація систем”, яке, на нашу думку, більш точно характеризує сутність змін, що відбуваються в системах, та їх функціональність. Адже самоорганізаційні процеси, з точки зору термінологічного визначення, пов’язані, переважно, з дією внутрішніх чинників.

Визначимося із загальними закономірностями та принципами трансформації систем, притаманними в тій чи іншій мірі системам будь якого походження – живої та неживої природи (біологічні, технічні, економічні, соціальні, гуманітарні, військові тощо).

Закономірності трансформації систем зумовлені:

об’єктивними процесами еволюції;
енергетичною природою системних змін;
середовищем знаходження системи;
людським фактором;
впливом зовнішніх і внутрішніх чинників;
взаємодією внутрішніх чинників;
взаємодією внутрішніх чинників під впливом зовнішніх чинників;
рівнем знань, притаманних середовищу, де знаходиться система;

фізичними явищами різної природи.

Із закономірностями трансформації систем тісно пов’язані їх принципи – як певна система засад, на основі яких в системах відбуваються трансформаційні процеси. Принципи, впливаючи із закономірностей трансформації систем, визначають їх загальну спрямованість, процесуальність та результат, якого при цьому може набути система.

До основних принципів трансформації систем

можна віднести такі:

науковості; обособленої автономності; процесуальної системності; взаємодії; взаємовпливу; функціональності; об'єктивності; суб'єктивності; керованості; діагностичності; забезпеченості; корегувальності.

Трансформаційні процеси, що відбуваються в системах, досліджуються, переважно, шляхом побудови узагальнених моделей (математичних, функціональних, ієрархічних, статистичних, комбінованих тощо), що відображають всі чинники, зв'язки, взаємозв'язки реальної ситуації, які можуть проявитися у процесі здійснення змін, визначеного чи прийнятого рішення тощо, що можуть скластися. Отримана модель досліджується з метою висвітлення близькості результату тієї чи іншої з альтернативних дій до бажаного результату, оцінки ступеня чутливості системи до різних зовнішніх і внутрішніх впливів.

Разом з тим, як свідчать теорія та практика, жодна із зазначених моделей, що представляє певні види діяльності, процеси, матеріальні субстанції, не відповідає ні очікуванню, ні практичним результатам, що апіорі на них покладалися. Зокрема, всім добре відомо, що інженерно-технічні, технологічні моделі потребують суттєвих коригувань протягом багатьох років і численних випробувань. Гуманітарні, соціальні, економічні, політичні, військові моделі взагалі можуть явитися результатами, протилежними тим, що передбачалися суб'єктами дій, проектів, рішень. В контексті викладеного, на нашу думку, модель будь якої системи є складним, багатовимірним функціоналом зовнішніх і внутрішніх чинників, що відображає її прогнозовану практичну результативність. Урахування зазначених чинників в якості комплексного функціоналу є складною проблемою, яка потребує ґрунтовних теоретичних та прикладних досліджень, в першу чергу, щодо точності моделювання. Загальне твердження про точність свідчить, що вона має бути мінімальною, що забезпечує відображення всіх важливих особливостей системи. Вважається при цьому, що відхід від деталізації – це економія часу, ресурсів, зменшення кількості вхідних і вихідних даних і навіть зростання надійності моделі, пов'язане зі зменшенням її складності. З іншого боку, надто проста модель не передасть суттєвих якісних особливостей системи і може призвести до хибних висновків щодо її поведінки, а також до наступних згубних наслідків – втрат часу, значних ресурсів, занепаду тощо. Знайти межу розумної складності часто нелегко і вона остаточно визначається, як свідчить практика, у процесі налагодження моделі на практичних зразках, так званих уточненнях і підгонках ітераційного характеру, що мають емпіричну спрямованість. Інша справа, коли мають місце теоретичні та методологічні напрацювання в різних галузях знань, що дозволяють побудувати модель системи з достатньо високим ступенем достовірності процесу, що покладено в її основу. На теперішній час, на жаль, рівень наукових знань не дозволяє реалізовувати такі підходи, але це має тільки спонукати до подальших фундаментальних і прикладних досліджень у різних галузях знань – природничих, інженерних, соціальних,

економічних, гуманітарних, військових, психолого-педагогічних тощо, що, як показує дійсність, динамічно розвиваються.

В нашому дослідженні розглядається узагальнений процес трансформації систем різного походження, що ґрунтується на комплексному врахуванні впливу на систему зовнішніх і внутрішніх чинників. Цілком очевидно, що формування моделей систем, що відображають їх трансформацію на основі визначених чинників, буде мати відмінності (притаманність тим чи іншим системам видів чинників), в залежності від того, яка це система за природою – біологічна, соціальна, економічна, гуманітарна, військова тощо.

Модель системи у загальному вигляді може бути представлена функцією дії та взаємодії зовнішніх і внутрішніх чинників:

$$M = F(Z_{ч}; V_{ч}), \quad (1)$$

де: $Z_{ч}$ – характеристика дії та взаємодії зовнішніх чинників від 1 до n,

$V_{ч}$ – характеристика дії та взаємодії внутрішніх чинників від 1 до n.

У свою чергу:

$$Z_{ч} = f(Z_{чi}; Z_{чn}), \quad (2)$$

$$V_{ч} = f(V_{чi}; V_{чn}), \quad (3)$$

де: i від 1* до n*.

До чинників впливу на систему можна віднести такі:

природні: біологічні; кліматичні; метеорологічні; географічні; радіаційні; хвильові (електромагнітні, космічні, гравітаційні тощо);

генетичні: дрейф генів; спадкоємні; видові; міжвидові;

радіаційні: мутаційні; рекомбінаційні;

людські: структурно-особистісні;

інтелектуальні; медичні; місійні; цільові; ступінь використання знань; психологічні, в т.ч. – нейронне програмування; технологічні; інструментальні; інтереси; мотиви тощо;

рівень наукових знань (теорія і практика);

ресурси: матеріально-технічні, фінансові; технологічні; інформаційні;

ступінь взаємодії складових.

Чинники, у свою чергу, за дією мають зовнішню та внутрішню природу.

Зовнішні чинники: природні; генетичні, радіаційні, людські; рівень знань; ступінь взаємодії складових; ресурси. Зовнішні чинники можуть мати комплексний характер, тоді їх вплив має розглядатися як результат взаємодії сукупності впливів. У цьому випадку зовнішній вплив, окрім викладеного вище, набуває характеру, притаманного складовим внутрішнього впливу, в першу чергу, – ступеню взаємодії складових.

Внутрішні чинники: природні; генетичні; радіаційні; людські; рівень знань; ступінь взаємодії складових; ресурси.

Зовнішні та внутрішні чинники за формальними ознаками співпадають, але їх дія в трансформаційних процесах має свої особливості. Окремі чинники, зокрема, природні, радіаційні можуть мати подвійну дію. Наприклад, вплив на людський чинник, який, у свою чергу, впливає на стан системи, її стійкість, адаптивність чи дисипацію.

Зазначені чинники за своєю сутністю та дією є носіями категорій об'єктивності та суб'єктивності.

До об'єктивних чинників відносяться такі: природні; генетичні; рівень знань; ступінь взаємодії складових.

Суб'єктивні чинники: людські; ступінь володіння знаннями; ступінь використання знань; ресурси; ступінь взаємодії складових.

Багатоманітність визначених чинників зовнішнього та внутрішнього впливу на системи, їх об'єктивний і суб'єктивний характер, взаємодія на теперішньому етапі розвитку знань при застосуванні для моделювання структурованих систем, їх трансформації, переходу в іншу якість та функціональність, вочевидь, складуть надзвичайно велику наукову проблему. Але наука не стоїть на місці, про що красномовно свідчить історія та практика її розвитку. В кінцевому рахунку, і зазначена проблема поступальним чином з часом буде вирішуватись. Шлях до її вирішення лежить у площині відкриття механізмів, що спричиняють трансформацію систем, тобто найбільш оптимального відображення дії наведених вище зовнішніх та внутрішніх чинників за фізичною, соціальною чи будь-якою іншою природою математичними, функціональними, статистичними, експертними методами на основі відповідних представлених функцій і кваліметричних підходів.

Вагомим є людський чинник, зважаючи на його складові та роль, яку в системних процесах різної природи відіграють особистості. Через людський чинник реалізується багато впливів. Слід урахувати також зв'язок та взаємозв'язок різних чинників, їх сумарну, кумулятивну дію. Наприклад, таких чинників як людські та природні або природні та генетичні. В цілому людський чинник, акумулюючи зовнішні та внутрішні впливи, стає суттєвим фактором у трансформаційних процесах, тому має бути максимально відкритим, об'єктивізованим і контрольованим як науковим, так і соціальним середовищем.

Практично вичерпний перелік зовнішніх і внутрішніх чинників впливу на систему, їх об'єктивний і суб'єктивний характер дозволяють дійти висновку, що трансформаційні процеси притаманні як відкритим, так і закритим системам будь-якого походження

На основі викладеного вище представляється можливим сформулювати загальний закон трансформації систем, який об'єктивно враховує всі існуючі теорії і концепції щодо трансформації, самоорганізації та модернізації систем, тобто кількісних, якісних і функціональних змін, що відбуваються з ними.

Системи чи комплексні структуровані утворення будь якого походження трансформуються (змінюються) за сутністю та функціональністю внаслідок виникнення стану турбулентності під впливом дії та взаємодії зовнішніх і внутрішніх чинників (природні, генетичні, радіаційні, людські, знаннєві, ресурсні, ступінь взаємодії складових тощо), які є носіями категорій об'єктивності та суб'єктивності.

У світлі сформульованого закону слід відмітити такі тенденції та погляди:

1. Суттєве розширення простору мислення

щодо функціонування систем; комплексність уявлення про складність і неоднозначність процесів, що відбуваються в системах різного походження.

2. Активізація когнітивних функцій дослідників.

3. Сприйняття функціонування систем з урахуванням зовнішніх і внутрішніх чинників об'єктивного та суб'єктивного характеру, факторів взаємодії і турбулентності.

4. Вирізняти все, що відбувається в системах, з урахуванням факторів випадковості та закономірності.

5. Спрямованість на дослідження механізмів функціонування систем з урахуванням кожного із зовнішніх і внутрішніх чинників об'єктивного та суб'єктивного характеру, їх сукупності, факторів взаємодії і турбулентності.

6. Дослідження проблем прикладної продуктивності систем.

7. Трансформація систем відбувається, переважно, в ірраціональних умовах і характеризується нелінійністю.

8. Виникнення умов для започаткування нових напрямів з дослідження систем на основі міждисциплінарних фундаментальних і прикладних знань (філософія, соціологія, економіка, воєнне мистецтво, математика, фізика, хімія, фізіологія, біологія тощо).

Висновки і перспективи подальших досліджень

Світ живої та неживої природи органічного чи неорганічного, соціально-економічного, технічного, гуманітарного військового, політичного та іншого походження являє собою певним чином структуровані утворення, тобто системи. Їх розвиток та функціонування відзначаються різними позитивними та негативними результатами, тобто системи з часом змінюються (трансформуються), функціонуючи в оточуючих середовищах під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників.

Трансформаційні процеси, що відбуваються в системах, досліджуються, переважно, шляхом побудови узагальнених моделей (математичних, функціональних, ієрархічних, статистичних, комбінованих тощо), що відображають всі чинники, зв'язки, взаємозв'язки реальної ситуації, які можуть проявитися у процесі здійснення змін, визначеного чи прийнятого рішення тощо, що можуть скластися. Механізми змін, що при цьому відбуваються в системах, не знайшли глибокого наукового висвітлення і продовжують залишатися проблемними та актуальними для науковців і в умовах теперішнього часу. Зміни в системах, що відбуваються під впливом зовнішніх і внутрішніх чинників, зумовлюються закономірностями, принципами і відповідають загальному закону трансформації систем.

На теперішньому етапі розвитку науки з'являється можливість створення універсального наукового підходу та відповідного апарату (інструментарію) для моделювання, аналізу та оцінки ступеню трансформації систем будь якого походження, визначення їх стійкості, запобігання хаосу, дисипації та відповідних коригувальних дій, в залежності від місці і цілей, дій, які при цьому переслідуються та здійснюються або мають місце.

Шлях до вирішення зазначеної проблеми лежить у площині найбільш оптимального відображення дії наведених вище зовнішніх та внутрішніх чинників за фізичною, соціальною чи будь-якою іншою природою математичними,

функціональними, статистичними, експертними методами на основі відповідних представлених функцій і кваліметричних підходів, що має стати предметом подальших теоретичних і прикладних досліджень.

Література

- 1. Аверьянов А.Н.** Системное познание мира : Методологические проблемы / А.Н. Аверьянов. – М.: Политиздат, 1985. – 263 с.
- 2. Великий тлумачний словник сучасної української мови** / Уклад. і гол. ред. В.Т. Бусел. – К.; Ірпін, ВТФ "Перун", 2001. – 1440 с.
- 3. Воронцова Н.Н.** Синтетическая теория эволюции: её источники, основные постулаты и нерешенные проблемы / Н.Н. Воронцова // Журн. Всесоюзного. хим. общества им. Д.И. Менделеева. 1980. Т. 25. № 3. С. 293–312.
- 4. Гегель Г.В.** Соч.: В 14 т./ Г.В. Гегель. – М.: Соцэкгиз, 1932. – Т. 9. – 440 с.
- 5. Гальчинський А.С.** Глобальні трансформації: концептуальні альтернативи: Методологічні аспекти / А.С. Гальчинський. – К.: Либідь, 2006. – 312 с.
- 6. Журавльов О.В.** Сучасні підходи щодо дослідження трансформацій економічних систем / О. В. Журавльов // Актуальні проблеми міжнародних відносин: Збірник наукових праць. Випуск 122. Частина II (у двох частинах). – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Інститут міжнародних відносин. – 2014. – С. 116–122.
- 7. Кант І.** Соч.: В 6 т. / І. Кант – М.: Мысль, 1964. – Т. 3. – 799 с.
- 8. Кремень В.Г.** Синергетика в освіті: контекст людиноцентризму: [монографія] / В.Г. Кремень, В.В. Ільїн – К.: Педагогічна думка, 2012. – 368 с.
- 9. Лутай В.С.** Синергетична парадигма як філософсько-методологічна основа формування світоглядів ХХІ століття // Філософія освіти ХХІ століття: проблеми і перспективи. Методологічний семінар: 36. наук. пр. /За ред. В.П. Андрущенко. – К.: Знання, 2000. – Вип. 3. – С. 99–103.
- 10. Маркс К. и Энгельс Ф.** Соч.: В 30-ти томах, 2 изд. – М., 1954–1961. – Т.20. – 826 с.
- 11. Михальченко Н.** Украинское общество: трансформация, модернизация или лимитроф Европы? / Н. Михальченко. – К.: Институт социологии НАНУ, 2001. – 440 с.
- 12. Осипов А.И.** Самоорганизация и хаос (очерк неравновесной термодинамики / А.И. Осипов – М.: Знание, 1986. Серия "Физика" № 7. – С. 8–15.
- 13. Пригожин И.** Порядок из хаоса. Новый диалог человека с природой / И. Пригожин, И. Стенгерс. Пер. с англ. / Общ. ред. В.И. Аршинова, Ю.Л. Климонтовича и Ю.В. Сачкова. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
- 14. Пригожин И.** Время, хаос, квант / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Прогресс, 1999. – 268 с.
- 15. Саати Т.Л.** Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ./ Т.Л. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
- 16. Телелим В.М.** Самоорганизация систем: теоретико-методологические основы та прикладні аспекти військової освіти / В.М. Телелим, Ю.І. Приходько // Збірник наукових праць "Військова освіта" Національного університету оборони України. – 2015. – № 2(32). – С. 3–16.
- 17.** Філософський енциклопедичний словник. – Київ: Абрис, 2002. – 742 с.
- 18. Хакен Г.** Информация и самоорганизация: Макроскопический подход к сложным системам / Г. Хакен. – М.: Мир, 1983. – С. 38–50.
- 19. Хакен Г.** Синергетика: Пер. с англ. / Г. Хакен. – М.: Мир, 1980. – 246 с.
- 20. Цветков В.** Суспільна трансформація і державне управління в Україні / В. Цветков, І. Кресіна, А. Коваленко. – К., 2003. – 496 с.
- 21. Четвериков С.С.** О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики / С.С. Четвериков // Классики современной генетики. М., 1968.
- 22. Юдин Э.Г.** Системный подход и принцип деятельности / Э.Г. Юдин. – М.: Наука, 1978. – 391 с.

ТРАНСФОРМАЦІЯ СИСТЕМ: ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТА МЕТОДОЛОГІЇ

Юрій Іванович Приходько (кандидат педагогических наук, доцент)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье рассматриваются теоретические и методологические основы трансформации систем под воздействием внешних и внутренних факторов. Обосновываются закономерности и принципы трансформации систем, определяются внешние и внутренние факторы этого процесса, раскрываются их объективность и субъективность; сформулировано обобщенный закон трансформации систем; предложено математический подход к моделированию систем на основе комплексного учета влияния внешних и внутренних факторов.

Полученные результаты исследования позволяют уже на современном этапе развития науки создать универсальный подход и соответствующий аппарат (инструментарий) для моделирования, анализа и оценки степени трансформации систем любого происхождения, определения их продуктивности, устойчивости, предупреждения хаоса, диссипации и соответствующих корректирующих действий, в зависимости от миссии и целей, действий, которые при этом преследуются и осуществляются или возникают спонтанно. Как свидетельствует исследование, путь к решению рассматриваемой проблемы находится в плоскости наиболее оптимального представления действий внешних и внутренних факторов физической, социальной или любой другой природы математическими, функциональными, статистическими, экспертными методами на основе соответствующим образом представленных функций и кваліметрических подходов.

Ключевые слова: система; теория самоорганизации; трансформация; термодинамика; эволюция; взаимодействие; внешние факторы; внутренние факторы; модель.

TRANSFORMATION OF THE SYSTEMS: BASES OF THEORY AND METHODOLOGY

Yrii Prykhodko (Candidate of pedagogical sciences, associate professor)

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

The article is considered the theoretical basis and methodological foundations of the systems' transformation in the context of the influence of external and internal factors. Oubstantiates the regularities and principles of system' transformation, determines the external and internal factors of this process, reveals their objectivity and subjectivity; the general law of transformation of systems is defined and formulated; An approach to mathematical modeling of systems is proposed on the basis of complex consideration and application of external and internal factors.

The obtained research results allow at the present stage of development of science to create a universal approach and the corresponding equipment for modeling, analysis and evaluation of the degree of transformation of systems of any origin. The determination of their productivity, stability, prevention of chaos, dissipation and corresponding corrective actions, depending on missions and goals, actions that are being persecuted and carried out or are taking place. According to the research, the way to the solution of this problem lies in the field of the most optimal representation of the action of external and internal factors by physical, social or any other nature by mathematical, functional, statistical, expert methods on the basis of the corresponding presented functions and qualimetric approaches.

Key words: system; theory of self-organization; transformation; thermodynamics evolution; interaction; external factors; internal factors; model.

References

- Averyanov, A.N.** (1985). Sistemnoe poznanie mira: Metodologicheskie problemi [Systemic cognition of the world: Methodological problems] (263 s.). M.: Politizdat [in Russian].
- Velikij tлумachnij slovník suchasnoyi ukrayinskoyi movi** (2001) [Great explanatory dictionary of modern Ukrainian language] (1440 s.) / Uklad. i gol. red. V.T. Busel. K.; Irpin, VTF "Perun" [in Ukrainian].
- Vernadskii, V.I.** (1981). Izbrannie trudi po istorii nauki [Selected works on the history of science (s. 27–40). M.: Nauka [in Russian].
- Gegel, G.V.** (1932). Sochineniya: V 14-ti tomah, T. 9 (440 s.). M.: Socekgiz (in Russian).
- Galchinskiy, A.S.** (2006). Globalni transformatsiyi: kontseptualni alternativi: Metodologichni aspekti [Global Transformations: Conceptual Alternatives: Methodological Aspects] (312 s.). K.: Libid [in Ukrainian].
- Zhuravlov, O.V.** (2014). Suchasni pidhodi schodo doslidzheniya transformatsiy ekonomichnih sistem [Modern approaches to the study of transformations of economic systems] (s. 116–122) // Aktualni problemi mizhnarodnih vidnosin: Zbirnik naukovih prac. Vipusk 122. Chastina II (u dvoch chastinah). K.: Kiyivskiy natsionalniy universitet Imeni Tarasa Shevchenka, Institut mizhnarodnih vidnosin [in Ukrainian].
- Kant, I.** (1964). Sochineniya: V 6-ti tomah, T. 3 (799 s.). M.: Misl [in Russian].
- Kremen, V.G., Ilyin, V.V.** (2012). Sinergetika v osviti: kontekst lyudinocentrizmu [Synergetics in education: the context of human-centeredness]: [monografiya] (368 s.). K.: Pedagogichna dumka [in Ukrainian].
- Lutaj, V.S.** (2000). Sinergetichna paradigma yak filosofsko-metodologichna osnova formuvannya svitoglyadiv XXI stolittya [Synergetic paradigm as a philosophical and methodological basis for the formation of worldviews of the XXI century] // Filosofiya osviti XXI stolittya: problemi i perspektivi. Metodologichni seminar: Zbirnik naukovih prac / Za red. V.P. Andrushenka. K.: Znannya, 3, 99–103 [in Ukrainian].
- Marks, K. i Engels, F.** (1954–1961). Sochineniya: V 30-ti tomah, 2 izd., T. 20 (826 s.). M.: Misl [in Russian].
- Mihalchenko, N.** (2001). Ukrainskoe obschestvo: transformatsiya, modernizatsiya ili limitrof Evropyi? [Ukrainian Society: Transformation, Modernization or Limitrof Europe?] (440 s.). K.: Institut sotsiologii NANU [in Ukrainian].
- Osipov, A.I.** (1986). Samoorganizatsiya i haos (ocherk neravnovesnoi termodinamiki) [Self-organization and chaos (an outline of nonequilibrium thermodynamics)] – M.: Znanie. Seriya "Fizika", 7, 8–15 [in Russian].
- Prigozhin, I., Stengers, I.** (1986). Poryadok iz haosa. Novyj dialog cheloveka s prirodoy [The order of chaos. New dialogue between man and nature] (432 s.). Per. s angl. / Obshch. red. V.I. Arshinova, YU.L. Klimontovicha i YU.V. Sachkova. M.: Progress [in Russian].
- Prigozhin, I. Stengers, I.** (1999). Vremya, haos, kvant. [Time, chaos, quantum]. M.: Progress [in Russian].
- Saati, T.L.** (1993). Prinyatie reshenii. Metod analiza ierarhii [Making decisions. Method for analyzing hierarchies] (320 s.). Per. s angl. M.: Radio i svyaz [in Russian].
- Telelim, V.M., Prihodko Yu.I.** (2015). Samoorganizatsiya sistem: teoretiko-metodologichni osnovi ta prikladni aspekti vlyskovoyi osviti [Self-organization of systems: theoretical and methodological foundations and applied aspects of military education] // Zbirnik naukovih prac "Viyskova osvita" Natsionalnogo universitetu obroni Ukraini, 2(32), 3–16 [in Ukrainian].
- Filosofskij enciklopedichnij slovník** (2002). [Philosophical Encyclopedic Dictionary] (742 s.). Kyiv: Abris [in Ukrainian].
- Haken, G.** (1983). Informatsiya i samoorganizatsiya: Makroskopicheskij podhod k slozhnym sistemam [Information and self-organization: Macroscopic approach to complex systems] (3850 s.). M.: Mir [in Russian].
- Haken, G.** (1980). Sinergetika [Synergetics] (246 s.). Per. s angl. M.: Mir [in Russian].
- Tsvetkov, V., Kreslna, I., Kovalenko, A.** (2003). Suspilna transformatsiya i derzhavne upravlinnya v Ukraini [Public Transformation and Public Administration in Ukraine] (496 s.). K. [in Ukrainian].
- Chetverikov, S.S.** (1968). O nekotoryh momentah ehvolucionnogo processa s tochki zreniya sovremennoj genetiki [On some points of the evolutionary process from the point of view of modern genetics] // Klassiki sovremennoj genetiki. M. [in Russian].
- Yudin, E.G.** (1978). Sistemnii podhod i princip deyatelnosti [System approach and principle of operation] (391 s.). M.: Nauka [in Russian].

Василь Васильович Стасюк (доктор психологічних наук, професор)

Михайло Миколайович Бочаров (кандидат військових наук)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПСИХОГЕННИХ ВТРАТ ВІЙСЬК (СИЛ) В БОЙОВИХ УМОВАХ: СТРУКТУРА ЧИННИКІВ

В статті розглянуто основні тенденції до змін форм і способів збройної боротьби та їхнього впливу на збільшення рівня психотравмованості особового складу військ (сил).

Проаналізована низка підходів до оцінювання рівня психогенних втрат особового складу військ в бойових умовах, застосування яких оптимізує процедури захисту морально-психологічних якостей військовослужбовців від негативного інформаційно-психологічного впливу противника. Визначено підходи до структурування чинників, які обумовлюють психогенні втрати: психофізіологічний, професійний, соціальний, процедурний. Наведено недоліки та позитивні сторони наведених підходів щодо визначення статичних характеристик системи прогнозування психогенних втрат військ (сил) в бойових умовах.

Запропоновано шляхи впровадження окремих підходів до прогнозування психогенних втрат військ (сил) у діяльність системи управління Збройних Сил України з урахуванням перспектив впровадження стандартів НАТО і теоретичних поглядів вітчизняних фахівців.

Запропоновано додатково до зовнішніх чинників, що спричиняють психогенні втрати у визначеному для подальшого розвитку підході, віднести тривалість та інтенсивність ведення бойових дій, до внутрішніх - ступінь укомплектованості органів управління службовими особами, підготовленими до прогнозування, профілактики та надання психологічної допомоги психотравмованим; ступінь сформованості активів з контролю бойового стресу; ступінь їх матеріально - технічного забезпечення; ступінь організації та проведення заходів морально-психологічного забезпечення; ступінь організації заходів інформаційно - психологічного протидіювання.

Ключові слова: захист від негативного інформаційно-психологічного впливу, прогнозування психогенних втрат психічна стійкість, психологічна готовність, структура чинників, система управління, автоматизація розрахунків.

Вступ

Результати аналізу воєнних конфліктів останніх десятиріч вказують на стійку тенденцію збільшення частки інформаційно-психологічних операцій та переходу до "гібридних" дій, які посилюють невпевненість, страх у особового складу та ускладнюють підтримання командирами та їхніми заступниками з морально-психологічного забезпечення (МПЗ) головної умови реалізації бойового потенціалу військ – "пориву до знищення ворога", за визначенням Г. Клаузевіца.

Постановка проблеми. Аналіз бойових дій на сході України виявив недостатню увагу з боку командирів військових частин та підрозділів щодо контролю та прогнозування психогенних втрат, які можуть складати до 30% від санітарних [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. аналіз джерел [2-5,7-10,12,13] дозволяє зробити висновок, що чинники, які обумовлюють психогенні втрати військ в бойових умовах, за різними підходами мають різну структуру, зокрема виокремлюється така спрямованість формування груп чинників: психофізіологічна [2,4,5,9],

професійна [3,10], соціальна [6,12], процедурна [13].

Метою статті є аналіз підходів до структурування чинників, які обумовлюють психогенні втрати військ (сил) в бойових умовах.

Виклад основного матеріалу дослідження

Психогенні втрати доцільно розглядати, як втрати особового складу військ (сил), зумовлені психічними травмами та розладами від впливу стрес-чинників бойових дій.

Тимчасові психогенні втрати – короткотермінова втрата боєздатності особового складу, відновлення якої досягають методом само- та взаємодопомоги безпосередньо в підрозділі у бойовій обстановці.

Щодо структури - це взаєморозміщення та взаємозв'язок складових частин цілого; відносно стійкий, впорядкований спосіб зв'язку елементів, що надає їхній взаємодії у рамках

внутрішньо розчленованого об'єкту цілісний характер. У той же час, структура може визначати внутрішню організацію системи (процесу).

Отже, аналіз підходів до структурування стрес-чинників бойових дій та інших чинників, які обумовлюють психогенні втрати військ (сил), забезпечить визначення статичних характеристик системи за її структурою.

Аналіз основних тенденцій пов'язаних із змінами форм і способів бойових дій дозволяє стверджувати про згладжування відмінностей між бойовими і не бойовими формами дій; прагнення до випередження противника в темпі та інтенсивності ведення бойових дій; значного зростання точності вогневого ураження цілей, досягнення інформаційної переваги; широке використання сил і засобів інформаційної, радіоелектронної боротьби тощо, що призводить до збільшення частки психогенних втрат [11].

Найбільш розповсюдженими методами діяльності сил ПСЧО РФ, які спрямовані на деморалізацію особового складу залишаються [3]:

поширення в ЗМІ інформації провокаційного змісту;

підготовка і поширення в соціальних мережах та на інших ресурсах мережі Інтернет спеціальних матеріалів, спрямованих на дискредитацію керівництва України, командування та військовослужбовців сил АТО;

здійснення інформаційно-психологічного впливу на коло контактів у соціальних мережах полонених військовослужбовців ЗС України;

розсилання СМС-повідомлень деморалізуючого змісту на номери телефонів військовослужбовців та цивільного населення;

теракти та підризна діяльність (в різних регіонах України), деморалізація керівного складу військ (сил) України агентурою РФ тощо.

В свою чергу, за загальним підходом психогенні втрати за психофізіологічними станами поділяються на безповоротні, санітарні і тимчасові.

Безповоротні психогенні втрати – втрата військовослужбовцями боєздатності, внаслідок якої стає неможливим повернення особового складу до строю взагалі. Психотравмовані військовослужбовці потребують тривалого лікування, надання медичної допомоги та професійної психологічної і психіатричної допомоги у спеціалізованих закладах, проходження курсу соціальної та психологічної реабілітації.

Санітарні психогенні втрати – втрата військовослужбовцями боєздатності, відновлення якої досягають наданням психологічної допомоги та реабілітації у відповідних пунктах надання психологічної допомоги та реабілітації.

Отже, до бойових психогенних втрат зараховують особовий склад, людей, які втратили

боєздатність унаслідок дії бойових психогенних стрес-факторів на короткий або тривалий час.

Уміння грамотно прогнозувати й оцінювати рівень можливих бойових психогенних втрат дозволить своєчасно та обґрунтовано організувати систему їх запобігання, проводити заходи психологічної допомоги і відновлення боєздатності особового складу у військовій частині.

За рівнями абстрагування передусім доцільно розглянути поділ чинників, які обумовлюють психогенні втрати військ в бойових умовах на зовнішні та внутрішні.

Подібний розподіл наведено в табл. 1. [9].

У роботі [7], залежно від виду впливу на організм військовослужбовця, чинники поділяються на фізіологічні (біль, висока та низька температура тощо) та психологічні, які, в свою чергу, поділяються на емоційні (небезпека, загибель товаришів, поранення і травми, участь в знищенні ворога, висока відповідальність) та інформаційні (раптовість, новизна обстановки, недостатність або надмірність інформації).

Таблиця 1
Чинники, що впливають на безперервні бойові дії воїнів

Чинники	Зміст чинників
Зовнішні	Умови середовища (мешкання, діяльності)
	Соціальні умови
Внутрішні	Умови професійної діяльності
	Інформаційні чинники
	Психофізіологічні чинники

Найбільшу деталізація та структурування чинників негативного впливу на військовослужбовців з урахуванням досвіду АТО та ООС має підхід [8], у якому загальними є такі чинники як раптовість (обстріл, теракт, напад), тривалість (тривалість участі в активних діях, соціально-політична або фінансова криза) та інтенсивність (інтенсивність та пролонгованість стресових реакцій та їхні наслідки). Саме ці чинники визначають характер перетікання стресових реакцій – глибину та тривалість фаз стресу і його наслідків. Якщо раптовість визначає наявність шоку та психофізіологічних і емоційних реакцій, то інтенсивність впливу стрес-факторів визначає глибину шоку і гостроту цих реакцій. Якщо тривалість напруження призводить до психофізіологічного та емоційного “вигорання”, то інтенсивність визначає ступінь “вигорання” та можливість відновлення.

Відтак, такий чинник як інтенсивність інтегрує у часі рівень бойової активності військовослужбовців, значимість бойових дій

для кожного з них, рівень напруженості і характер бойових дій, бойові втрати.

Наступна структура внутрішніх чинників впливу на МПС особового складу військ (сил) та стійкість впливу розкрита в праці [12] табл. 2.

Таблиця 2

Внутрішні чинники, що впливають на МПС особового складу

Назва групи чинників	Зміст чинників
Особистісні	Позитивний копінг-процес, позитивний афект, позитивний роздум, реалізм, динамічний контроль
Родинні	Комунікація, підтримка, близькість родини, виховання

Назва групи чинників	Зміст чинників
Колективні	Позитивний командний клімат, взаємодія, покращення посттравматичного стану, роль, що моделює
Суспільні	соціальна підтримка, зв'язність, загальні цінності

Важливе значення для визначення чинників, які впливають на психогенні втрати військ в бойових умовах, має структура процесу, який досліджується. Тому, особливої уваги потребує системний підхід до процесу впливу зазначених чинників [13] (рис. 1), де у якості діагностичних критеріїв негативного ІПВ використовуються чотири групи чинників.

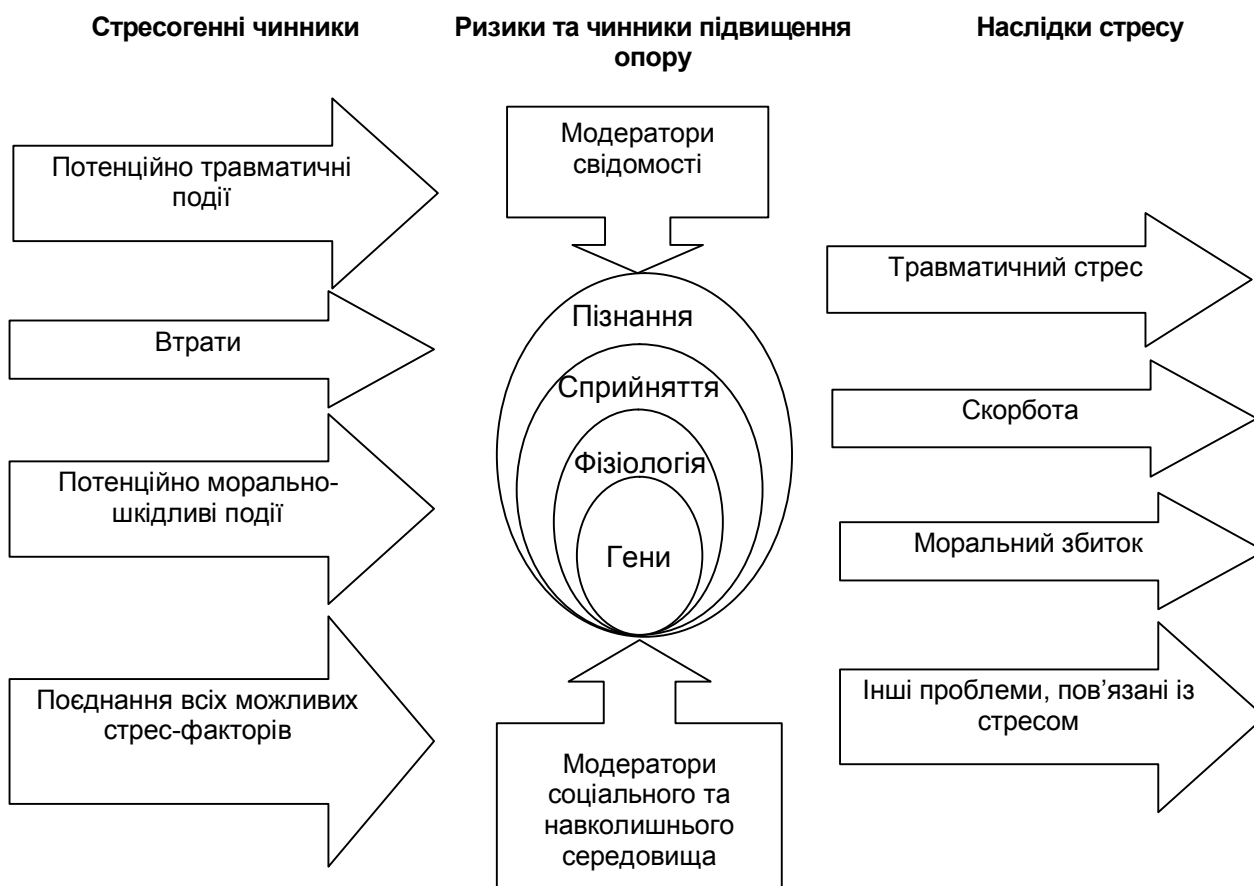


Рис. 1. Структурно-логічна схема класифікації чинників негативного інформаційно-психологічного впливу та прогнозування психогенних втрат військ [13]

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 та є інструментом тривалих операцій сил, ІПСО щодо зміни мотиваційної спрямованості населення країни, зниження його психічної стійкості.

Відтак, згідно схеми, яка наведена на рис. 1 не здійснюється аналіз інтенсивності бойових дій, що має суттєвий вплив на психогенні втрати особового складу військ у бойових умовах. Таке доповнення дозволить визначати вплив інтенсивності групи потенційно травматичних подій, що включає смерть або її загрозу, серйозне ушкодження себе або інших.

У свою чергу, для уточнення вищенаведеної структури чинників, які обумовлюють психогенні

втрати військ в бойових умовах може бути використано поведінковий підхід до оцінювання результатів ПсО [6], у якому використовують показники оцінювання, індикатори впливу, спонтанні події, результати пост-тестування, які наведено в табл. 3.

Інші підходи до структурування окремих чинників, які обумовлюють психогенні втрати військ (сил) в бойових умовах та уточнені за результатами бойової діяльності в умовах АТО наведено у праці [4], зокрема: прогностична модель підтримки прийняття рішення про низьку адекватність поведінки в екстремальних ситуаціях; структура стрес-чинників бойового середовища; структура стрес-чинників організації забезпечення життєдіяльності; інформаційні чинники; прояви вторгнення, ухилення, фізіологічного напруження, дезадаптації у військовослужбовців-учасників АТО; функціональні стани військовослужбовців; рівні стресостійкості військовослужбовців. В той же час, автори звертають увагу на можливість прогнозування адекватності поведінки військовослужбовців в бойових умовах тільки з допомогою спостереження за бойовим побратимом.

Таблиця 3

Приклад розроблення початкових показників оцінювання

Потенційна цільова аудиторія	Показники оцінювання
Члени НЗФ з числа місцевих жителів	Скільки членів НЗФ було вбито/захоплено під час мінування шляхів? Скільки членів НЗФ здалося урядовим силам під час мінування шляхів? Скільки виявлено випадків навмисного невиконання членами НЗФ завдань з мінування шляхів?
Місцева влада	Скільки публічних заяв щодо протидії НЗФ було зроблено представниками влади? Скільки громадських заходів з протидії НЗФ проведено?
Населення	Скільки повідомлень про випадки мінування/діяльності НЗФ надійшло по телефону "гарячої лінії"? Скільки особистих звернень населення про випадки мінування/діяльності НЗФ зареєстровано? Скільки людей брало участь у громадських заходах з протидії НЗФ? Скільки загонів самооборони створено та діє?

Література

1. **Алещенко В.** Проблеми питання МПЗ застосування військ (сил) в ході АТО / Особливості підготовки і застосування військ (сил) ЗСУ в АТО на Сході України: наук. - практ. сем., 24 лист.2015 р.:тези доп. К.:НУОУ,

На підставі проведеного аналізу різноманітних сукупностей чинників, які обумовлюють психогенні втрати військ в бойових умовах доцільно підкреслити значну практичну (процедурну) спрямованість для інформаційного моделювання структури чинників, які обумовлюють психогенні втрати військ в бойових умовах (W.Nash) [13].

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, запропонована структура чинників широко розкриває процес організації протидії негативному ІПВ противника, зокрема: за ієрархію вибудовує основні групи стрес-чинників, визначає низку взаємозв'язаних цілей щодо успішного виконання бойового завдання та збереження морально-бойових якостей особового складу; визначає елементи організаційної структури за родинним, колективним та суспільним рівнями, що реалізують сформовані цілі; виключення елементів, що не мають мети функціонування; виявлення завдань організації МПЗ, які потрібні для ефективної реалізації усіх його фаз (етапів); зіставлення виділених функцій елементам (виконавцям, керівникам, органам, технічним пристроям) аналізованої системи і оцінка повноти їхньої реалізації; виявлення дублюючих, малоефективних, зайвих функцій і розроблення рекомендацій з вдосконалення системи управління МПЗ.

Водночас, до зовнішніх чинників, які обумовлюють психогенні втрати військ (сил) в бойових умовах, доцільно віднести тривалість та інтенсивність ведення бойових дій, до внутрішніх – ступінь укомплектованості органів управління службовими особами, підготовленими до організації та здійснення інформаційно-психологічного протиборства; ступінь сформованості психологічних активів в підрозділах; ступінь матеріально-технічного забезпечення організації та проведення заходів МПЗ; ступінь методичного забезпечення організації заходів інформаційно-психологічного протиборства.

У подальшому пропонується проводити дослідження в напрямі удосконалення методичних підходів до прогнозування психогенних втрат військ (сил) в бойових умовах відповідно до процедур що прийняті в ЗС країн НАТО.

2015. С. 30–34. 2. **Блінов О.** Психологія бойової психічної травми. Київ, 2016. 180 с. 3. **Бочаров М., Приймак М.** Досвід використання методик оцінювання негативного інформаційно-психологічного впливу в

прогнозуванні морально-психологічного стану військ у бойових умовах // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Київ : НУОУ, 2016. № 1 (25). С. 15–19. 4. Гічун В., Кириченко А., Корнацький В., Мясников Г., Найда С., Осьодло В., Стеблюк В., Швець А. Стрес-асоційовані розлади здоров'я в умовах збройного конфлікту : монографія. Дніпро: 2019. 324 с. 5. Екстремальна психологія / О. Тімченко та інші. Київ, 2007. 502 с. 6. Замичковський В., Тарасов С., Цурко Ю. аналіз існуючих методичних підходів до оцінювання ефективності заходів психологічного впливу у військових конфліктах сучасності // Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України № 1 (83) 2018. С.137–144. 7. Караянн А., Сыромятников И. Прикладная военная психология. Санкт-Петербург, 2006. 480 с. 8. Літвінов А. Яким буває стрес і що впливає на його протікання та наслідки. URL : <http://psyhelp.beyourself.com.ua/stres-i-ptsr/psixologicheskaya-pomoshh-pri-ptsr/vipusk-7> (дата

звернення: 09.01.2016). 9. Романишин А., Бойко О., Гузенко І. Первинна психологічна допомога і реабілітація в бойових умовах. Львів, 2014. 140 с. 10. Стасюк В., Павловський О., Замичковський В. Аналіз підходів до оцінювання морально-психологічного стану особового складу військ (сил) // Труды університету Вип. 2 (141). К.: НУОУ. 2017. С. 222–228. 11. Федоренко В. Розвиток тактики за досвідом локальних війн кінця ХХ – початку ХХІ століть. URL : irbis-nbuv.gov.ua (дата звернення: 10.01.2014). 12. Meredith L., Sherbourne C. Promoting psychological resilience in the U.S. URL : <http://www.rand.org/publications/permissions>. (дата звернення: 03.04.2014). 13. Nash W. Model spacios of battle and operative stress of Corps of Marines and Military – Marine Forces of the USA: instrument for leaders // Combat and operational behavioral health office. 2011. С.185–189.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПСИХОГЕННЫХ ПОТЕРЬ ВОЙСК (СИЛ) В БОЕВЫХ УСЛОВИЯХ: СТРУКТУРА ФАКТОРОВ

*Василий Васильевич Стасюк (доктор психологических наук, профессор)
Михаил Николаевич Бочаров (кандидат военных наук)*

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье рассмотрены основные тенденции к изменениям форм и способов вооруженной борьбы и их влияния на увеличение уровня психотравмирования личного состава войск (сил).

Проанализированный ряд подходов к оцениванию уровня психогенных потерь личного состава войск в боевых условиях, применение которых оптимизирует процедуры защиты морально-психологических качеств военнослужащих от негативного информационно-психологического влияния противника. Определены подходы к структуризации факторов, которые обуславливают психогенные потери: психофизиологический, профессиональный, социальный, процедурный. Приведены недостатки и позитивные стороны розкрытых подходов относительно определения статичных характеристик системы прогнозирования психогенных потерь войск (сил) в боевых условиях.

Предложены пути внедрения отдельных подходов к прогнозированию психогенных потерь войск (сил) в деятельность системы управления Вооруженных Сил Украины с учетом перспектив внедрения стандартов НАТО и теоретических взглядов отечественных специалистов.

Предложено дополнительно к внешним факторам, которые вызывают психогенные потери в определенном для дальнейшего развития подходе, отнести длительность и интенсивность ведения боевых действий, к внутренним - степень укомплектованности органов управления служебными лицами, подготовленными к прогнозированию, профилактике и предоставлению психологической помощи психотравмированным; степень сформированности активов для контроля боевого стресса; степень их материально-технического обеспечения; степень организации и проведения мероприятий морально-психологического обеспечения; степень организации мероприятий информационно-психологического противоборства и тому подобное.

Ключевые слова: защита от негативного информационно-психологического влияния, прогнозирование психогенных потерь психическая стойкость, психологическая готовность, структура факторов, система управления, автоматизация расчетов.

ANALYSIS OF GOING NEAR PROGNOSTICATION OF PSYCHOGENIC LOSSES OF TROOPS IN BATTLE CONDITIONS: STRUCTURE OF FACTORS

*Vasyl Stasiuk (Doctor of psychological sciences, professor)
Mykhailo Bocharov (Candidate of military sciences)*

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

The article is devoted to the main tendencies of changes in the forms and methods of combat activity and their influence on the increasing level of psychological trauma of the personnel of the forces (troops).

The article analyzes a number of approaches to assessing the level of psychogenic losses of troops in combat circumstance. The application of these approaches optimizes the procedures for protecting the moral and psychological qualities of servicemen from the negative informational and psychological impact of the enemy.

Were identified approaches to the structuring of factors that predetermine psychogenic loss: psychophysiological, professional, social, procedural.

The advantages and disadvantages of these approaches are identified to determine the static characteristics of the system of prediction of psychogenic losses of troops (forces) in combat circumstance.

The ways of implementation of separate approaches to prediction of psychogenic losses of troops (forces) in the activity of the Armed Forces management system of Ukraine are proposed, taking into account the prospects of implementation of NATO standards and the theoretical views of domestic experts.

It is suggested to further include the duration and intensity of the conduct of hostilities to external factors that cause psychogenic losses in a particular approach. The internal ones include the level of staffing of the bodies of management of the officials prepared for the forecasting, prevention and provision of psychological assistance to the psychologically traumatized; the level of formation of assets for control of combat stress; the level of their logistical support; the level of organization and implementation of moral and psychological support; the level of organization of events information and psychological combat, etc.

Key words: *protection from negative informational and psychological influence, negative informational and psychological influence, prediction of psychogenic losses, psychological stability, psychological readiness, factor structure, control system, automation of calculations.*

References

- Aleshchenko V.** Problem questions of MPS of application of troops (forces) during ATO / of Feature of preparation and application of troops (forces) of 3CU in ATO on East of Ukraine : sciences. - pract. sem., 24 sheets. 2015 p.:art. sp.. K.:NDU, 2015. P. 30-34.
- Blinoff O.** Psychology of battle psychical trauma. Kyiv, 2016. 180 c.
- Bocharoff M., Prumak M.** Experience of the use of methodologies of evaluation of negative informatively-psychological influence in prognostication of the morally-psychological state of troops in battle conditions // Modern information technologies in the field of safety and defensive. Kyiv: NDU, 2016. № 1 (25). C. 15-19.
- Gigchun V., Kirichenko A., Kornanitski V., Miasnikoff G., Foundling S., Osiodlo V., Stebliuk V., Bootmaker A.** Stress-associated disorders of health in the conditions of the armed conflict: monograph. Dnepr: 2019. 324 c.
- Extreme psychology / of O. Timchenko and other.** Kyiv, 2007. 502 c.
- Zamychkovsky V., Tarasoff S., Tsurko J.** analysis of the existent methodical going near the evaluation of efficiency of measures of psychological influence in the soldiery conflicts of contemporaneity // Collection of science labours of CSI AF Ukraine № 1 (83) 2018. C.137-144.
- Karaiani A., Syromiatnikoff I.** Militari psihological handbook. S. Petersburg, 2006. 480 c.
- Litvinoff A.** What stress is and that influences on his flowing and consequences. URL: <http://psyhelp.beyourself.com.ua/stres-i-ptsr/psixologicheskaya-pomoshh-pri-ptsr/vipusk-7> (date of appeal : 09.01.2016).
- Romanishin A., Boyko O., Guzenko I.** A primary psychological support and rehabilitation are in battle conditions. Lviv, 2014. 140 c.
- Stasiuk V., Pavlovsky O., Zamichkovsky V.** Analysis of going near the evaluation of the moral-psychological state of personnel of troops (forces) // Labours of university of Edit. 2 (141). K.: NDU. 2017. C. 222-228.
- Fedorenko V.** Development of tactic/pl after experience of local wars of end of XX - to beginning of XXI of centuries. URL: <http://nbuv.gov.ua> (date of appeal : 10.01.2014).
- Meredith L., Sherbourne C.** Promoting of psychological resilience in the of U.S. URL: <http://www.rand.org/publications/permissions>. (date of appeal : 03.04.2014).
- Nash W.** Model of spacious of battle and operative stress of of Corps of of of Marines of and of Military - Marine Forces of the of USA : instrument for leaders // of Combat of and operational behavioral health office. 2011. C.185-189.

Віктор Євгенович Бобильов (кандидат військових наук, с.н.с.)¹

Ярослав В'ячеславович Мельник¹

Анатолій Анатолійович Кравчук²

¹Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

²Військовий інститут Київського Національного університету імені Тараса Григоровича Шевченка, Київ, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ВІЙСЬКАМИ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ В ЇЇ РОБОТІ ЗАСОБІВ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ВІЙСЬК (СИЛ)

Сучасні Збройні Сили представляють собою складну систему, що складається із значної кількості підсистем, функціонування яких визначається великою кількістю процесів, які дозволяють досягти мету її функціонування з відповідною ефективністю. Тому дослідити функціонування такої системи у реальності дуже складно та вимагає витрат значної кількості фінансових та інших видів ресурсів, у тому числі і людських. Звідси і виникає проблема дослідження функціонування Збройних Сил у різних умовах обстановки, що може виникнути у ході ведення бойових дій (операцій). Знання про функціонування Збройних Сил у тих чи інших умовах оперативного-тактичної обстановки дозволяють офіцерам органів військового управління приймати обґрунтовані рішення на ведення бойових дій (операцій). Одним із шляхів отримання таких знань є заміна реально існуючих систем і процесів, що в них протікають, моделями різного класу (математичними, аналітичними, логіко-лінгвістичними та іншими).

Метою даної статті є надання рекомендацій щодо створення інформаційно-моделюючої системи Збройних Сил України та сфер її застосування як складової частини єдиної автоматизованої системи управління для підвищення ефективності прийняття рішень органами військового управління на ведення операцій (бойових дій).

Ключові слова: інформаційно-моделююча система, автоматизована система управління, підтримка прийняття рішень, конструктивні моделі, інформаційно розрахункові задачі.

Вступ

Для забезпечення можливості моделювання великих систем та складних процесів в інтересах підтримки прийняття рішень у частині розбудови та застосування Збройних Сил України необхідна уніфікація та інтеграція всіх моделей, що розробляються, в єдину інформаційно-моделюючу систему (ІМС), який, у свою чергу, включає сукупність сертифікованих імітаційних моделей об'єктів та процесів. Така система базується на основі програмно-технічних елементів базових захищених інформаційних та комп'ютерних технологій.

Під інформаційно-моделюючою системою розуміється взаємопов'язана система моделей об'єктів та процесів, інформаційних та розрахункових задач у сфері збройної боротьби, розбудови Збройних Сил (ЗС) та військової економіки, яка включає засоби їх розробки та інтеграції, та призначена для підтримки прийняття рішень у галузі планування розбудови та застосування ЗС, їх бойової та мобілізаційної підготовки.

Основа ІМС становить взаємопов'язана багаторівнева система математичних (імітаційних)

моделей та інформаційно-розрахункових задач (ІРЗ), що забезпечує підтримку прийняття рішень у галузі розбудови та розвитку ЗС, планування оперативного застосування ЗС та комплексного забезпечення оперативної та бойової підготовки.

Постановка проблеми. За останні роки в Україні розроблено значну кількість моделей та розрахункових задач, що використовуються у Збройних Силах України (ЗСУ) для інформаційно-аналітичного забезпечення заходів планування застосування частин та підрозділів ЗСУ у ході ведення операцій (бойових дій), а також у ході проведення заходів їх бойової, оперативної та мобілізаційної підготовки. Крім того, країнами-партнерами, у тому числі і країнами, що входять у НАТО, надані комп'ютерні моделі конструктивного (імітаційного) моделювання, що дозволило суттєво підняти рівень оперативної та бойової підготовки частин та підрозділів ЗСУ. Але ефективність їх використання достатньо мала, тому що всі вказані програмні продукти використовуються, у більшості, розрізнено. Тому, було б доцільно об'єднати їх у єдину систему, щоб вони могли забезпечувати потреби всіх ЗСУ у

цілому, а не окремих її складових. Одним із шляхів реалізації такого підходу є створення інформаційно-моделюючої системи ЗСУ.

АСУ на додаток до командно-інформаційної підсистеми, але не дублюючи її [1,2]. Роль та місце ІМС у різних видах АСУВ представлені у табл. 1.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

ІМС виступає в якості функціональної підсистеми

Таблиця 1

Функції підсистем АСУВ Види АСУВ	АСУ військами	Ситуаційні центри ОВУ	Автоматизовані системи оперативної та бойової підготовки	Комплексні тренажери	Конструктивні моделюючі системи
КСС (командно-сигнальна система) доведення сигналів та команд управління і отримання підтверджень про їх отримання і донесень про їх виконання.	У повному обсязі функцій		У повному обсязі функцій	В частині що стосується	
КІС (командно-інформаційна система) збір даних про обстановку, доведення завдань до підлеглих і подання до старшої командної інстанції прийнятих рішень та планів бойових дій.	У повному обсязі функцій		У повному обсязі функцій	В частині що стосується	
ІМС (інформаційно-моделююча система), систематизація, узагальнення, зберігання та подання необхідної інформації посадовим особам органів військового управління (ОВУ), проведення розрахунків та моделювання в інтересах обґрунтування розвитку ОВТ, бойової та оперативної обстановки, підтримки прийняття рішення та планування бойових дій.	Підтримка прийняття рішень та планування операцій (бойових дій)	У повному обсязі функцій (основа побудови)	Зовнішнє середовище, підготовка (навчання) посадових осіб ОВУ прийняття рішень та планування операцій (бойових дій)	Зовнішнє середовище, засіб комплексування тренажерів	Занурення конструктивних моделей у оперативну (бойову) обстановку

Як видно з таблиці 1, вага розглянутих підсистем (КСС, КІС, ІМС) у відповідних видах АСУВ різний, окремі підсистеми у них можуть взагалі бути відсутніми.

У якості сфер застосування ІМС при взаємодії з АСУВ можна виділити наступні:

- планування операцій (бойових дій);
- проведення заходів оперативної (бойової) підготовки;
- побудова комплексних тренажерів;
- дослідження поведінки конструктивних (імітаційних) моделей в умовах оперативної (бойової) обстановки, що постійно змінюється.

Метою статті є надання рекомендацій щодо створення інформаційно-моделюючої системи

Збройних Сил України та сфер застосування інформаційно-моделюючої системи ЗС України з метою розширення можливостей існуючих та перспективних автоматизованих систем управління військами (АСУВ) за рахунок прогнозування та обґрунтування планів органів військового управління (ОВУ), що розробляються, на основі проведення їх моделювання та оцінки їх ефективності.

Виклад основного матеріалу дослідження

Нижче розглянемо можливості застосування таких систем у різних аспектах діяльності ЗСУ більш детально.

1. Підтримка прийняття рішень та

планування операцій (бойових дій).

На основі розвідувальних даних про противника та даних про свої війська, що отримані АСУ військами, в ІМС автоматично із застосуванням засобів комунікації створюється модель обстановки (модель угруповань військ та сил сторін) та проводиться її моніторинг.

Із застосуванням ІМС здійснюється підтримка:

- оцінки обстановки (розрахунок та аналіз бойового та чисельного складу, співвідношення сил та засобів сторін, їх можливостей, аналіз впливу фізико-географічних умов і інше);

- вироблення задуму операції (бойових дій) (на основі експрес-моделей та оперативного-тактичних розрахунків очікуваних результатів дій військ та сил сторін);

- розробки та прийняття рішення на операцію (бойові дії) (в залежності від рівня командної інстанції - на основі детального або експрес моделювання способів дій військ та сил сторін в операції або бою);

- планування операції (бойових дій) (детальна розробка та розрахунок очікуваних результатів застосування родів військ та сил, спеціальних військ, видів забезпечення).

2. Проведення заходів оперативної та бойової підготовки.

На основі даних про свої війська, які залучаються до заходу, та задуму його проведення в ІМС створюються моделі угруповань сил сторін та визначаються їх завдання, створюється зовнішнє середовище проведення заходу.

Аналогічно описаному вище може бути здійснена підтримка прийняття рішення штабом керівництва (завчасно) та тими, хто навчається, під контролем штабу керівництва.

Може бути здійснено порівняння варіантів рішень та планів, що розроблені тими, хто навчається, з еталонними за допомогою моделювання та проведення їх оцінки.

У ході проведення заходу оперативної (бойової) підготовки заздалегідь сплановані дії сторін підіграються ІМС з відображенням обстановки, що слалася, на АРМ АСУВ. Ти, хто навчається, у конкретних умовах обстановки приймають (уточнюють) рішення, ІМС підігрує розвитку оперативної (бойової) обстановки на

основі управлінських впливів тих, хто навчається, та реакції на них "противника".

При проведенні заходу можлива активна участь групи, що позначає противника та приймає за нього рішення

3. Побудова складних тренажерних моделюючих систем.

ІМС застосовується у кількох варіантах:

- як засіб комплексування тренажерів (створення складних тренажерних комплексів);

- формування активного єдиного зовнішнього середовища;

- як засіб організації двосторонніх дій.

Застосування ІМС в якості засобу комплексування тренажерів обумовлено підтримкою режиму розподіленого моделювання на основі реалізації стандарту розподіленого моделювання IEEE 1516. При цьому тренажерні моделі озброєння та військової техніки (ОВТ) "заміщують" відповідні моделі ОВТ ІМС та повністю керують їхнім функціонуванням. Всі впливи інших моделей ІМС на моделі-копії передаються на тренажери.

Таким чином, всі тренажери знаходяться в єдиному віртуальному полі бойових дій, що моделюються, та "бачать" один одного. Таким чином додатковий ефект, що отримується при цьому, дозволяє організувати дуелі між тренажерами, а також повномасштабні двосторонні бойові дії у віртуальному просторі.

4. ІМС також дозволяє провести дослідження застосування конструктивних (імітаційних) моделей в умовах оперативного-тактичної обстановки, що постійно змінюється, у реальному режимі часу. Таки дослідження дозволять розробити пропозиції щодо використання конструктивних (імітаційних) моделей у процесі прийняття рішень на ведення операцій (бойових дій) у різних умовах обстановки, що складається.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, побудова єдиного ІМС та його впровадження в АСУВ дозволить істотно розширити можливості АСУВ у питаннях прийняття рішень на ведення бойових дій (операцій) військами (силами) за рахунок моделювання процесів, що протікають в їх ході, та коректно оцінювати їх ефективність.

Література

1. Бобильов В.С., Єфімова Р.Г., Кравчук А.А., Мельник Я.В. Пропозиції щодо концепції створення тренажерної бази для забезпечення заходів бойової та оперативної підготовки у Збройних Силах України. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та

оборони. № 1(31). К.: НУОУ, 2018. С. 33-37. 2. Трахтенгерн Э.А., Степин Ю.П., Андреев А.Ф. Компьютерные методы поддержки принятия решений в нефтегазовой промышленности. Под редакцией профессора Э.А. Трахтенгерна. М.: Синтер, 2005. С. 575.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ВОЙСКАМИ (АСУВ) ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЕЕ РАБОТЕ СРЕДСТВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ ВОЙСК (СИЛ)

Виктор Евгеньевич Бобылев (кандидат военных наук, с.н.с.)¹

Ярослав Вячеславович Мельник¹

Анатолий Анатолиевич Кравчук²

¹Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

²Военный институт Киевского Национального университета имени Тараса Григорьевича Шевченко, Киев, Украина

Современные Вооруженные Силы представляют собой сложную систему, состоящую из большого количества подсистем, функционирование которых определяется большим количеством процессов, которые позволяют достичь цели ее функционирования с соответствующей эффективностью. Поэтому исследовать функционирование такой системы в реальности очень сложно и требует затрат большого количества финансовых и других видов ресурсов, в том числе и людских. Отсюда и возникает проблема исследования функционирования Вооруженных Сил в различных условиях обстановки, которая может возникнуть в ходе ведения боевых действий (операций). Знание о функционировании Вооруженных Сил в тех или иных условиях оперативно-тактической обстановки позволяют офицерам органов военного управления принимать обоснованные решения на ведение боевых действий (операций). Одним из путей получения таких знаний является замена реально существующих систем и процессов, в них протекающих, моделями разного класса (математическими, аналитическими, логико-лингвистическими и другими).

Целью данной статьи является предоставление рекомендаций по созданию информационно-моделирующей системы Вооруженных Сил Украины и сфер ее применения как составной части единой автоматизированной системы управления для повышения эффективности принятия решений органами военного управления на ведение операций (боевых действий).

Ключевые слова: информационно-моделирующая система, автоматизированная система управления, поддержка принятия решений, конструктивные модели, информационно- расчетные задачи.

INCREASE OF EFFICIENCY OF SUPPORT OF MAKING DECISION IN AUTOMATED CONTROL SYSTEMS BY TROOPS (ACS) FOR ACCOUNT OF THE USE IN HER WORK OF FACILITIES OF CONSTRUCTIVE SIMULATION OF BATTLE ACTIONS OF TROOPS (FORCE)

Victor Bobylov (Candidate of military sciences, senior research fellow) ¹

Yaroslav Melnyk ¹

Anatolii Kravchuk ²

¹National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

²Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv

The modern Armed Forces are the difficult system, consisting of plenty of subsystems, functioning of that is determined by plenty of processes that allow to achieve objective her functioning with corresponding efficiency. Therefore investigating functioning of such system in reality is very difficult and requires the expenses of plenty of financial and other types of resources, including still human. From here and there is a problem of research of functioning of the Armed Forces under various conditions situation that can arise up during the conduct of battle actions (operations). Knowledge about functioning of the Armed Forces in one or another terms of operational-tactical situation allow to the command and staff officers to accept reasonable decisions on the conduct of battle actions (operations). One of ways of receipt of such knowledge is replacement of the really existent systems and processes in them aleak, by the models of different class (mathematical, analytical, logic-linguistic etc).

The aim of this article is a grant of recommendations on creation of the informatively-modeling system of the Armed Forces of Ukraine and spheres of her application as component part of unified automated control system for the increase of efficiency of making decision the organs of military management on the conduct of operations (battle actions).

Keywords: informatively-modeling system, automated control system, support of making decision, constructive models, information and calculation tasks.

References

1. Bjblyov V.E., Efimova R.G., Kravchuk A.A. Melnyk Y.V. Suggestion on conception of creation of trainer base for providing of events of the combat and operative training in the Armed Forces of Ukraine. Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence №

1(31). K.: 2018. P. 33-37. 2. Trahtengern E.A., Stepin Y.P., Andreev A.F. Computer methods of support of making decision are in oil and gas industry. Edited a professor E.A. Trahtenberg. M.: Synteg, 2005. P. 575.

Олександр Юрійович Пермяков (доктор технічних наук, професор)

Олексій Анатолійович Кільменінов (кандидат технічних наук)

Ярослав Вячеславович Мельник

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРКОЛЯЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ ДЛЯ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ ГЕТЕРОГЕННИХ МЕРЕЖ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В останні роки, особливо з початком агресії Російської Федерації проти України, значно зросли вимоги до надійності існуючих інформаційно-комунікаційних систем (гетерогенних мереж), як технологічної основи системи управління з'єднань, об'єднань та органів військового управління всіх рівнів Збройних Сил України. Адже вихід з ладу лише одного елемента існуючої системи управління (в наслідок навмисних (кібератак) або ненавмисних перешкод може призвести до втрати системи управління в цілому. Тому створення надійної інформаційно-комунікаційної мережі (ІКМ) для забезпечення функціонування системи управління є актуальним та важливим завданням. Як результат автори пропонують для оцінки надійності гетерогенних мереж (ГМ) розглядати передачу інформації у середині мережі як проходження пакетів даних, з одного сегменту ГМ в інший через інфраструктуру провайдерів (мережу Інтернет), за допомогою перколяційних алгоритмів (алгоритмів, побудованих на моделях теорії перколяції). У 1956 році у статті "Percolation processes I. Crystals and mazes" (Процес протікання. Кристали та лабіринти) автори S.R.BROADBENT та J.M.HAMMERSLEY запропонували моделювати протікання речовини в пористому матеріалі за допомогою методу Монте-Карло. Подальші дослідження в цій області показали, що використання даного підходу може застосовуватися в різних галузях науки, таких, як фізика (статистична), матеріалознавство, економіка, хімія, геологія, соціологія, медицина, для опису виникнення зв'язаних структур у випадкових середовищах (кластерів) випадкових середовищах (кластерів), що складаються з окремих елементів. У даній статті автори пропонують результати досліджень застосування перколяційних алгоритмів для оцінки надійності гетерогенних мереж військового призначення.

Ключові слова: гетерогенна мережа; локальна обчислювальна мережа органу управління; теорія перколяції; методика; комунікаційні мережі загального користування; навмисні та ненавмисні перешкоди.

Вступ

Для гарантованого функціонування системи управління потрібен новий підхід до оцінки надійності гетерогенних мереж, який би забезпечив безперебійне функціонування мережі.

Забезпечення високої надійності сучасних гетерогенних мереж з одночасним зниженням матеріальних та фінансових витрат є актуальним проблемним питанням для системи управління з'єднань, об'єднань та органів військового управління ЗСУ.

Постановка проблеми. Для передачі інформації між елементами ГМ застосовується сімейство протоколів TCP/IP та UDP. В даних протоколах описується формат пакету повідомлень, переданих між вузлами. У протоколах IPv4 і IPv6 закладена можливість

вказувати проміжні вузли маршруту, при цьому, яким саме способом визначаються вузли маршруту не розкривається. В сучасних методах побудови ГМ при виборі альтернативних структур зв'язку абонентів, не враховуються параметри впливу навмисних та ненавмисних перешкод (ННП), що часто приводить до вибору структури низької надійності до впливу ННП. При цьому збільшення кількості вузлів зв'язку в ГМ приводить до відносного зниження достовірності результатів порівняльної оцінки надійності. Також сучасні гетерогенні мережі включають в себе елементи системи зв'язку загального користування, що у свою чергу призводить до наявності в інтегрованій комп'ютерній мережі значного числа елементів, для яких неможливо здійснювати моніторинг

параметрів функціонування та коригуючий вплив (тобто неможливо їх контролювати).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз останніх досягнень в області комп'ютерних мереж для забезпечення надійності інформаційних процесів у Міністерстві оборони та Збройних Силах України показав, що згідно з класифікаціям такі мережі, в основному, побудовані за клієнт-серверною архітектурою. За призначенням – це інформаційно-керуючі системи, системи підтримки прийняття рішень, інформаційно-пошукові або інформаційно-довідкові системи, системи обробки даних. За структурою апаратного забезпечення – це системи з віддаленим доступом або мережі ЕОМ. За характером обслуговування користувачів їх можна віднести до систем колективного використання.

Метою статті є удосконалення існуючих методів оцінки надійності гетерогенних мереж за допомогою теорії перколяції, що у свою чергу дозволить будувати більш стійку до ННП мережі.

Виклад основного матеріалу дослідження

Зазвичай ГМ може бути представлена у вигляді графу або регулярної решітки, побудованої за певними імовірнісними закономірностями (безмасштабні мережі, тощо). Припустимо, у якийсь пористий матеріал (хімія, фізика) з однієї сторони заливають рідину, і чекають чи просочиться ця рідина через пори до протилежної сторони чи ні? Якщо представити, що пористий матеріал – це гетерогенна мережа, а рідина – це пакети даних, то за допомогою математики дану задачу можна змоделювати тривимірною моделлю на решітці розміром $n * n * n$ вузлів. Вузли, які перебувають рядом, зв'язані між собою шляхами, які з імовірністю p відчинені. При цьому виникає запитання існування в системі (з імовірністю p) наскрізного ланцюжка відчинених шляхів, який отримав назву **перколяційного зв'язку**. Схожим чином сформулюємо задачу **перколяції вузлів**. Припустимо, що вузол може бути задіяний з імовірністю p , яка імовірність існування наскрізного графу, або при якому значенні p незадіяні вузли стануть незв'язаними? Задачу можна розв'язувати для регулярної решітки будь-яких розмірів, але не можуть бути застосовані в обраній предметній області гетерогенних мереж без адаптації з наступних причин:

- гетерогенні мережі не можуть бути представлені у вигляді регулярних решіток, а граф не має чіткого визначення “початку” і “кінця”;

- гетерогенні мережі містять у собі обладнання великої кількості провайдерів (організацій, які надають послуги доступу та передачі (інформації) певними інформаційними каналами). При цьому

кількість елементів у цих мережах не перевищує декількох тисяч. При такій, відносно не великій кількості, неможливе представлення мережі у вигляді безмасштабних графів.

При передачі інформації немає необхідності відповідати на запитання, при яких умовах пакети з цією інформацією будуть передані на значну кількість елементів мережі.

Як зазначено вище (табл. 1), у теорії перколяції добре вивчені регулярні та довільно-масштабовані графи (критичні значення доказав Гаррі Кестен), а також нескінченні решітки. [1]. Регулярні графи (такі як квадратні та кубічні решітки) мають практичне застосування у багатьох областях науки. На цих графах, за допомогою теорії перколяції, описуються процеси фазового переходу в електропровіднику, дифузійні та інші процеси. [2]. При цьому решітки генеруються по заздалегідь визначених алгоритмах, як правило, шар за шаром. Це дозволяє виділити границі решіток, при цьому, наявність вузлів з яких у кластері визначає, є кластер перколяційний чи ні, а також створювати структури з величезною кількістю вузлів.

Безмасштабні графи та нескінченні решітки вивчаються в рамках соціальних наук, епідеміології (у випадку коли ймовірність зараження вірусом перевищує граничне значення, кількість заражених людей стає нескінченно великою (утворюється перколяційний кластер) і можна говорити про епідемію) та комп'ютерної вірусології.

Таблиця 1
Числове значення порігу перколяції для регулярних решіток

Решітка	Назва решітки	Критичне значення
(4,6,12)		0,7478
(6 ³)	Гексагональна	0,697
(3,6,3,6)	Кагоме	0,6527
(3,4,6,4)		0,6281
(4 ⁴)	Квадратна	0,5927
(3 ⁴ ,6)		0,5793
(3 ² ,4,3,4)	Пазл	0,5508
(3 ³ ,4 ²)		0,5502
(3 ⁶)	Трикутна	0,5

Широке застосування для цих робіт мають модулі SIS та SIR (*Susceptible* (підвернений зараженню вузол), *Infected* (інфікований), *Removed* (видалений, отримав імунітет)).

Перехід вузла з одного стану в інший описується кінцевим автоматом. Сучасні дослідники додають нові параметри в моделі SIS/SIR. Наприклад, стан “пильність користувача” у моделях поширення комп’ютерних вірусів. У цьому стані користувач комп’ютера підвищує свою увагу до вірусів та ймовірність зараження падає.

На відміну від вищезазначених та добре вивчених вищезазначених решіток, які побудовані за загальновідомими правилами, реальні структури ГМ не мають регулярної структури та структури, яка задається певними правилами, що не дозволяє знайти узагальнене аналітичне рішення.

В ГМ під *перколяційним кластером* визначається кластер, що складається із працездатних, зв’язаних між собою, лініями зв’язку елементів, який містить у собі хоча б по одному граничному вузлу з кожної територіально розподіленою ЛОМ ГМ. Граничні вузли $K = \{k_j\}$ - це елементи ЛОМ ГМ, за допомогою яких ЛОМ ГМ інтегруються з мережею Інтернет. [3]. При цьому уся сукупність вузлів на одній ЛОМ

утворює межі, з яких визначається множина меж M . [4]:

$$M = \{m_j\}, m_j \subset k_j, |m_j| > 0, |M| \geq 2 \quad (1)$$

де m — межа, k — ключовий вузол. Один ключовий вузол належить тільки одній границі $\cap_j m_j = \emptyset$. При цьому кластер Y вважається перколяційним у тому і тільки в тому випадку, якщо він містить хоча б по одному вузлу з кожної границі:

$$Y \cap_j m_j \neq \emptyset. \quad (2)$$

Імовірність збереження зв’язку $p_{зз}$ між територіально розподіленими сегментами ГМ в умовах впливу навмисної або ненавмисної перешкоди за певний інтервал часу, протягом якого вузли, які вийшли з ладу не можуть бути відновлені, визначається як імовірність того, чи збережеться зв’язок між множинами граничних вузлів ГМ, через які здійснюється інтеграція з Інтернет.

Узагальнений алгоритм представлений на рис. 1.

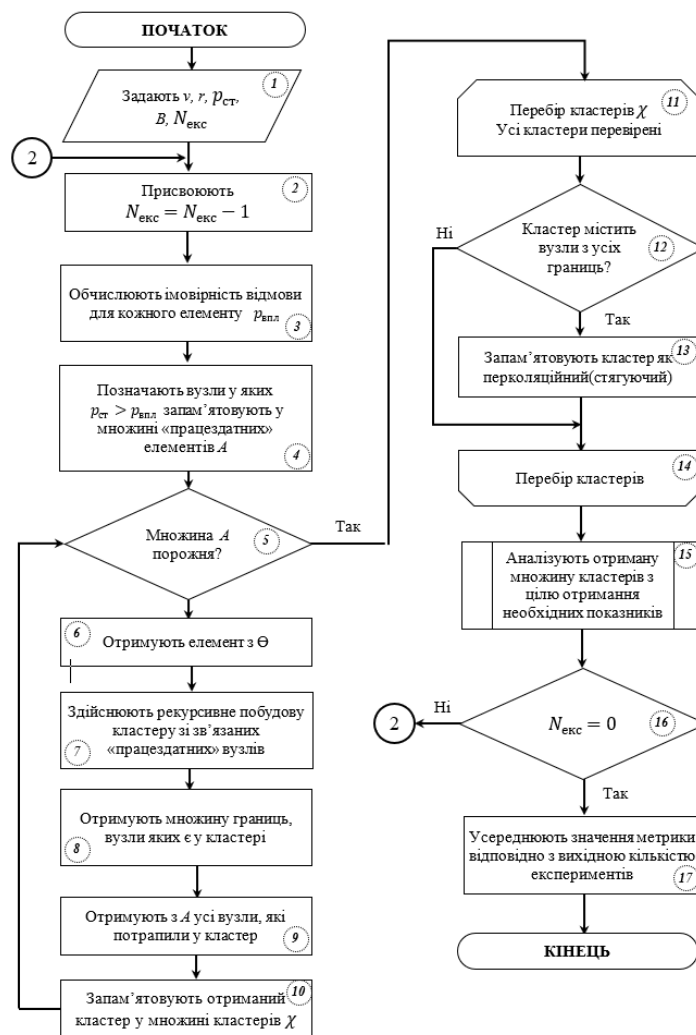


Рис. 1. Блок-схема (узагальнена) алгоритму визначення послідовності дій для реалізації розрахунків метрик методу

Задаємо вихідні дані (блок 1 рис. 1). Структура ГМ представляється у вигляді графу, вузлами v якого є елементи мережі, а ребрами r – зв'язки між ними. Вузли локальних сегментів, за допомогою яких здійснюється інтеграція з мережею Інтернет, визначають множину множин B відповідно до формули (1). Задається імовірність стійкості p_{cm} вузлів до впливу перешкоди, яка є загальною для всіх вузлів мережі. [5]. Визначається кількість експериментів $N_{екс}$, яка може бути обчислена за формулою:

$$N_{екс} \approx \varepsilon^2 / (p_{cm} \sigma^2) \quad (3)$$

За допомогою системи множин, що не перетинаються, одержують множину кластерів, які складаються зі зв'язаних між собою працездатних вузлів. Тривіальна реалізація може бути наступною. Вибирають перший вузол із множини A (бл. 6 рис. 1). Будують множину A , яка складається з цього вузла. Вузол видаляють із A (бл. 9 рис. 1). Для кожного доданого в α вузла рекурсивно викликається дана процедура доти, поки є зв'язані з черговим вузлом вузли (бл. 7 рис. 1). Після повторення α_i переходять до побудови α_i доти, поки A не стане порожнім (бл. 5 рис. 1). При побудові α_i для кожного вузла

де σ - відносна погрішність, ε - корінь рівняння

$$\sqrt{\frac{2}{\pi}} \int_0^x \exp - \frac{x^2}{2} dx = \beta$$

де β — необхідна достовірність.

Зменшують значення $N_{екс}$ на 1 (бл. 2 рис. 1). Кожному вузлу мережі незалежно від інших встановлюється $p_{впл}$, яке визначається за рівномірним законом розподілу (бл. 3 рис. 1). Вузли, у яких $p_{cm} > p_{впл}$, запам'ятовують у множині працездатних вузлів A , здатних передавати трафік. перевіряється, належить він якій-небудь границі, і якщо так, зберігають ідентифікатор границі. Зберігають усі отримані кластери α у множині кластерів χ (бл.10 рис. 1).

Перебирають усі кластери з множини χ (бл. 11-14 рис.1) і перевіряють, чи містить кластер вузли з усіх границь (бл. 12 рис.1). Якщо кластер містить хоча б по одному вузлу з кожної границі, його зберігають у множині перколяційних кластерів Π .

Даний критерій відбору перколяційних кластерів відповідає наведеному вище визначенню (рис. 2) (де чорним колір - вузли, що вийшли з ладу, сірим стійкі до впливу вузли, білі – перколяційний кластер).

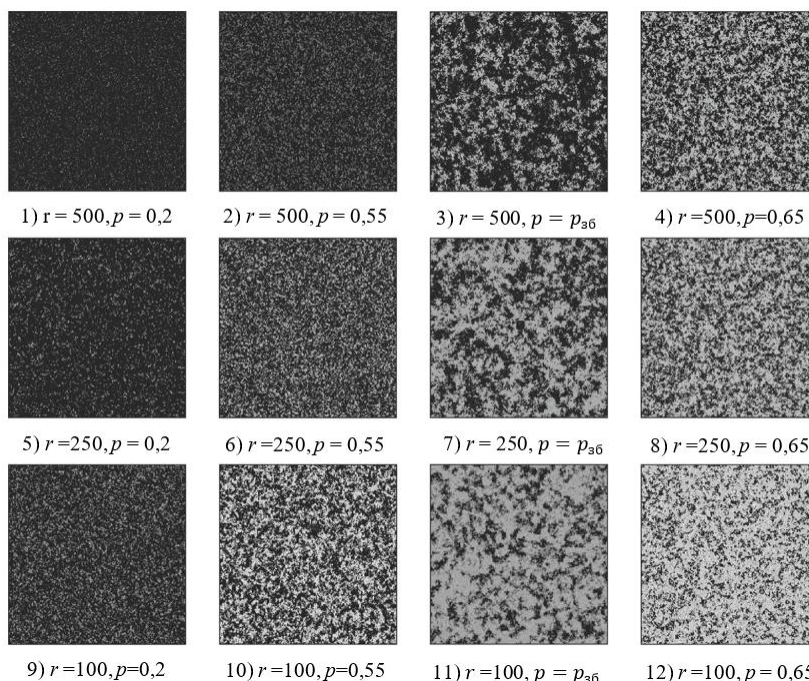


Рис. 2. Залежність збереження перколяційного кластеру від імовірності стійкості p та незалежність від розміру решітки r .

Далі множина Π аналізується і отримуються потрібні метрики (бл. 15 рис. 1): оцінки розміру працездатного кластеру, імовірність збереження зв'язку між границями локальних сегментів, імовірність зв'язку між випадково обраним вузлом ІКМ і границями локальних сегментів.

Зменшують $N_{екс}$ на 1. Якщо $N_{екс} > 0$, переходять на крок 2 (бл. 16 рис.1). Інакше ($N_{екс} = 0$) усереднюють отримані на кожному кроці метрики та закінчують виконання алгоритму (бл. 17 рис. 1).

Висновки і перспективи подальших досліджень

Створення сучасних гетерогенних мереж, як технологічної основи системи управління з'єднань, об'єднань та органів військового управління всіх рівнів Збройних Сил України, неможливе без інтеграції їх із телекомунікаційними мережами загального користування з економічних і технічних причин. Це призводить до наявності в інтегрованій комп'ютерній мережі значного числа елементів, для яких неможливо здійснювати моніторинг параметрів функціонування та здійснювати коригуючий вплив (тобто неможливо їх контролювати). Особливим фактором, який необхідно враховувати, є вплив навмисних та не навмисних перешкод.

Аналіз існуючих методів забезпечення надійності гетерогенних мереж [6] показав, що вони не пристосовані для мереж, що включають в себе елементи системи зв'язку загального користування, під час проектування та експлуатації мережі. Методи оцінки надійності, що існують, не враховують наявності не підконтрольних власнику ГМ елементів, що функціонують в умовах впливу ННП і тим самим не дозволяють створити модель ГМ, яка підходить для забезпечення достовірної оцінки надійності.

Література

1. **Cristopher Moore and M. E. J. Newman.** Epidemics and percolation in small-world networks. *Phys. Rev. E*, 61(5):5678-5682, May 2000. 2. **Raissa DSouza.** Percolation and epidemiology on networks. *lecture, jan.* 3. **Cliff C. Zou, Don Towsley, Weibo Gong.** Email virus propagation modeling and analysis. Technical Report TR-CSE-03-04, Univ. Massachusetts, 2003. 4. **Xiao F. Wang and Guanrong Chen.** Complex networks: small-world, scale-free and beyond. *Circuits and Systems Magazine, IEEE*, 3(1):6-20, 2003. 5. **Ушаков И.А.** Надежность

резервирования ресурсов є дорогим вариантом і не скасовує необхідності порівняльного аналізу надійності різних варіантів ГМ, що одержуються в результаті підключення тієї чи іншої схеми резервування [7].

Методами забезпечення надійності, які найбільше використовуються, є маршрутизація та методи забезпечення якості обслуговування. Ці методи мають ряд суттєвих недоліків, а саме істотне підвищення складності аналізу системи із зростанням кількості елементів в ній.

Авторами запропоновано представляти процес передачі інформації в гетерогенній мережі як процес просочування речовини (інформаційних пакетів) через мережу. Розглянута теорія перколяції, що вивчає подібні процеси. Робиться висновок, що теорія перколяції може бути використана для удосконалення існуючих підходів до оцінки надійності гетерогенних мереж, шляхом визначення границь — вузлів територіально розподілених локальних сегментів ГМ, за допомогою яких здійснюється підключення до мереж зв'язку загального користування.

технических систем. М.: - Радио и связь, 1985. 608с. 6. **Matei Ripeanu, Ian Foster, and Adriana Iamnitchi.** Mapping the gnutella network: Properties of large-scale peer-to-peer systems and implications for system. *IEEE Internet Computing Journal*, 6:2002, 2002. 7. **Пучков О.О., Зінченко А.О., Ромащенко Р.А.** Оцінка можливості застосування технології Frame relay у телекомунікаційних мережах спеціального призначення. К.: VITI NTU "KPI", 2010. 124-125с.

ПРИМЕНЕНИЕ ПЕРКОЛЯЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ГЕТЕРОГЕННЫХ СЕТЕЙ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Александр Юрьевич Пермяков (доктор технических наук, профессор)

Алексей Анатольевич Кильменинов (кандидат технических наук)

Ярослав Вячеславович Мельник

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В последние годы, особенно с началом агрессии Российской Федерации против Украины, значительно возросли требования к надежности существующих информационно-коммуникационных систем (гетерогенных сетей), как технологической основы системы управления соединений, объединений и органов военного управления всех уровней Вооруженных Сил Украины. Ведь выход из строя только одного элемента существующей системы управления (вследствие умышленных кибератак) или непреднамеренных помех) может привести к потере системы управления в целом. Поэтому создание надежной информационно-коммуникационной сети (ИКМ) для обеспечения функционирования системы управления является актуальной и важной задачей. В результате авторы предлагают для оценки надежности ГМ усовершенствовать существующий метод, в котором передача информации внутри сети рассматривается как прохождение пакетов данных, с одной

сегмента ГМ в другий через інфраструктуру провайдерів (Інтернет), з допомогою перколяційних алгоритмів (алгоритмів побудованих на моделях теорії перколяції). В 1956 році в статті "Percolation processes I. Crystals and mazes" (процес протекання. Кристали і лабіринти) автори S.R. BROADBENT і J.M. HAMMERSLEY пропонували моделювати протекання речовини в пористому матеріалі з допомогою методу Монте-Карло. Дальніші дослідження в цій області показали, що використання даного підходу застосовується в різних областях науки, таких, як фізика (статистична), матеріалознавство, економіка, хімія, геологія, соціологія, медицина, для описання виникнення зв'язаних структур в випадкових середовищах (кластерах) випадкових середовищах (кластерах), що складаються з окремих елементів.

Ключові слова: гетерогенна мережа; локальна обчислювальна мережа управління; теорія перколяції; методика; комунікаційні мережі загального користування; умислені і неумислені пошкодження.

APPLICATION OF PERCOLATION ALGORITHMS FOR ASSESSING THE RELIABILITY OF HETEROGENEOUS NETWORKS OF MILITARY USE

Oleksandr Permiakov (Doctor of technical sciences, professor)

Oleksii Kilmeninov (Candidate of technical sciences)

Yaroslav Melnyk

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

In recent years, especially with the onset of aggression by the Russian Federation against Ukraine, the requirements for the reliability of existing heterogeneous networks as the technological basis of the command and control system of formations, unions and military control bodies of all levels of the Armed Forces of Ukraine have significantly increased. Indeed, the failure of only one element of the existing control system (due to deliberate (cyber-attacks) or unintentional interference) can lead to the loss of the control system as a whole. Therefore, the creation of a reliable heterogeneous network (GM) to ensure the functioning of the control system is an important and important task. As a result, the authors propose, in order to assess the reliability of the GM, to improve the existing method, in which information transfer within the network is viewed as passing data packets from one GM segment to another through the providers infrastructure (Internet), using percolations algorithms (algorithms build on percolation theory models). In 1956, in the article "Percolation processes I. Crystals and mazes" (flow process. Crystals and labyrinths) authors S.R. BROADBENT and J.M. HAMMERSLEY proposed to simulate the flow of matter in a porous material using the Monte Carlo method. Further research in this area showed that the use of this approach is used in various fields of science, such as physics (statistical), materials science, economics, chemistry, geology, sociology, medicine, to describe the occurrence of related structures in random environments (clusters) of random environments. (clusters), consisting of individual elements.

Key words: heterogeneous network; local area network of a management body; percolation theory; methods; public telecommunication networks; intentional and unintentional interference.

References

1. **Cristopher Moore and M. E. J. Newman.** Epidemics and percolation in small-world networks. Phys. Rev. E, 61(5):5678-5682, May 2000.
2. **Raissa DSouza.** Percolation and epidemiology on networks. IJCAI, Jan. 2003.
3. **Cliff C. Zou, Don Towsley, Weibo Gong.** Email virus propagation modeling and analysis. Technical Report TR-CSE-03-04, Univ. Massachusetts, 2003.
4. **Xiao F. Wang and Guanrong Chen.** Complex networks: small-world, scale-free and beyond. Circuits and Systems Magazine, IEEE, 3(1):6-20, 2003.
5. **Ushakov I.A.** Reliability of technical systems. M.: - Radio and communication, 1985. 608c.
6. **Matei Ripeanu, Ian Foster, and Adriana Iamnitchi.** Mapping the gnutella network: Properties of large-scale peer-to-peer systems and implications for system. IEEE Internet Computing Journal, 6:2002, 2002.
7. **Puchkov O.O., Zinchenko A.O., Romaschenko R.A.** Estimation of the possibility of using Frame relay technology in telecommunication networks of special purpose. K.: BITI HTU "KPI", 2010. 124-125.

Спартак Юрійович Гогоняц (кандидат військових наук, с.н.с.)

Павло Миколайович Грицай (кандидат військових наук, с.н.с.)

Олександр Олександрович Шапран

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ВОЄННОЇ НЕБЕЗПЕКИ НА ОСНОВІ ТАКСОНОМІЧНИХ МЕТОДІВ

В статті запропоновано застосування методики оцінювання рівня воєнної небезпеки держави. Зосереджується увага на гострій потребі у виробленні єдиного уніфікованого підходу до опису складових геополітичних процесів та формалізації процедур опису їх впливу на рівень воєнної небезпеки держави. Сформульована можливість використання математичних методів багатомірного порівняльного аналізу чинників, що суттєво впливають на рівень воєнної небезпеки.

Проведений огляд існуючих наукових досліджень та публікацій фахівців у галузі стратегії національної безпеки з питань дослідження загроз національним інтересам у воєнній сфері засвідчив, що існуючі підходи достатньо ґрунтовні та актуальні. У проведених дослідженнях воєнна небезпека, як фундаментальне поняття воєнної науки, є основою досліджень та розглядається як потенційна можливість будь-якої держави (групи держав) застосування воєнної сили для вирішення міждержавних протиріч. Воєнна небезпека існуватиме завжди поки існують конфлікти інтересів держав, а її рівень визначатиметься характером існуючих протиріч та наявністю матеріальної бази для ведення збройної боротьби. В той же час, існує певна неоднорідність поглядів фахівців на поняття воєнної небезпеки держави та відсутність однозначності щодо визначення її місця у системі забезпечення національної безпеки. Тому, це обумовлює необхідність застосування адекватного науково-методичного апарату оцінювання і прогнозування воєнно-політичної і воєнно-стратегічної ситуації з метою розроблення конкретних пропозицій щодо підтримки необхідного рівня воєнної безпеки держави.

Представлена методика дозволяє на основі всебічного аналізу міждержавних відносин у політичній, економічній, воєнній, релігійній та інших сферах одержувати кількісні оцінки рівня воєнної небезпеки та ризиків розв'язання збройного конфлікту з боку інших держав.

Застосування даної методики є запорукою вироблення ефективних управлінських рішень в інтересах забезпечення прийняттого рівня воєнної небезпеки та визначення заходів щодо зниження напруженості у стосунках між державами.

***Ключові слова:** воєнно-політична обстановка, національна безпека, воєнна небезпека, оцінювання.*

Вступ

Постановка проблеми. Рівень воєнної небезпеки для України сьогодні безпосередньо пов'язаний із комплексом військових та інформаційних заходів, що проводяться проти нашої держави Російською Федерацією у формі "гібридної війни" [1-3]. В таких умовах, важливим завданням для України є вибір доцільної моделі розвитку геополітичної стратегії для досягнення рівня національної безпеки, за якого буде забезпечено захист життєво важливих інтересів людини, суспільства і держави, входження України до кола розвинених країн світу і становлення її як повноцінного суб'єкта міжнародних відносин [1-4].

Однак, проблеми стабілізації геополітичної обстановки на глобальному, регіональному і субрегіональному рівнях ускладнюються незважаючи на значні безупинні корективи у

світових концептуальних підходах щодо недопущення воєнних конфліктів і підвищення рівня колективної безпеки. Цей факт формує необхідність пошуку доцільних шляхів забезпечення необхідного рівня воєнної безпеки і визначають актуальність питань їх практичного втілення.

Одним із визначальних аспектів державної політики України з питань національної безпеки є зовнішній аспект воєнної політики. Даний напрям потребує розвитку теорії та практики визначення рівня воєнної небезпеки для України з боку країн, з якими не вирішені протиріччя.

Ці питання потребують узагальнення, систематизації та осмислення. Але для цього необхідне використання відповідного наукового підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз останніх досліджень, публікацій показує, що питання воєнної небезпеки в тій чи іншій формі розглядалися у роботах таких вчених, як Руснак І.С., Сиротенко А.М., Горбулін В.П., Косєвцов В.О., Вороб'єв І. М., Богданович В.Ю., С.М. Нечхаєв та інших [4-6, 8-11].

У роботах [4-6, 8-11], воєнна небезпека розглядається як потенційна можливість будь-якої держави (групи держав) застосування воєнної сили для вирішення протиріч. Потенційна можливість існує постійно, однак за умови створення небезпеки національним інтересам України, може призвести до збройного протистояння, а в залежності від обставин і рівня напруженості, ступеня реалізації воєнно-політичних інтересів, рівень небезпеки може змінюватися.

Рівень воєнної небезпеки виступає характеристикою напруженості воєнно-політичних відносин між країнами [1-3, 5]. Тому, воєнна небезпека, як фундаментальне поняття воєнної науки, виступає фундаментальною складовою концептуальних положень воєнної доктрини, головних питань воєнного будівництва.

Можна стверджувати, що воєнна небезпека завжди матиме місце у конфліктах інтересів держав, тому з методологічної точки зору рівень воєнної небезпеки визначатиметься характером існуючих протиріч між суб'єктами політики; наявності у них матеріальної бази для ведення збройної боротьби; відношення керівництва до застосування воєнного насилля як засобу для вирішення політичних та інших протиріч [5-6, 8-11].

Виходячи з цього, можна припустити, що рівень воєнної небезпеки залежить від наявності у агресора інтересів щодо об'єкту агресії; складу і стану збройних сил, здатних вести наступальні дії; інфраструктури, яка забезпечить їх ефективне використання; волі воєнно-політичного керівництва щодо застосування насилля, як засобу досягнення політичних цілей [2, 5-6, 8].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Ураховуючи зазначене у [4-6, 8-11], існує певна неоднорідність поглядів фахівців на поняття воєнної небезпеки держави та відсутність однозначності щодо визначення її місця у системі забезпечення національної безпеки. Ця неоднозначність породжує потребу в уточненні процедур моніторингу воєнної небезпеки, а постійні трансформації теорії воєнної безпеки держави в контексті зміни пріоритетності шляхів її забезпечення ускладнюють вирішення цього завдання. Саме в інтересах вироблення єдиного уніфікованого підходу до опису складових геополітичних процесів та формалізації процедур опису їх впливу на рівень воєнної небезпеки держави, в статті запропоновано застосування відповідної методики оцінювання рівня воєнної небезпеки, опис основних положень якої і є **метою даної статті**.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Відомо, що рівень воєнної небезпеки характеризується широким переліком показників, які у найбільшому ступені впливають на розвиток воєнно-політичної обстановки і характер напруженості між країнами [2, 5-6, 8]. Це вимагає прагматичного ставлення до аналізу воєнно-політичної обстановки і оцінювання тенденцій зміни рівня воєнної небезпеки для України.

Динаміка і спрямованість розвитку воєнно-політичної обстановки, як сукупності воєнно-політичних відносин держав, їх блоків і коаліцій, повинна оцінюватися за результатами дослідження основних елементів системи забезпечення воєнної безпеки інших держав [6]. Це дозволить оцінювати рівень воєнної небезпеки та можливості власних збройних сил за уніфікованими показниками і розглядати не абсолютний, а відносний характер міждержавних відносин.

Джерела і рівні воєнної небезпеки доцільно розглядати на основі ситуаційних моделей [5-6, 8]. З їхньою допомогою можна одержати відповідь на питання про те, які з чинників воєнної небезпеки мають тенденцію до зростання і як реагувати на ці зміни. Своєчасне виявлення джерел воєнної небезпеки і тенденцій до зростання її рівня може сприяти недопущенню їхнього переходу у стан безпосередньої воєнної загрози.

Аналіз чинників, що суттєво впливають на рівень воєнної небезпеки [5-6, 8, 10-11], показав, що вони потребують комплексного урахування, а визначення рівня воєнної небезпеки повинно базуватись на відповідному науково-методичному апараті, який дасть можливість уніфікованого та змістовного опису складових воєнно-політичної обстановки за відповідними показниками.

Існуючі математичні методи багатомірного порівняльного аналізу дозволяють вирішити вказане завдання у широкому діапазоні змін зовнішніх і внутрішніх умов.

Все це обумовлює необхідність постійного відстеження воєнно-політичної і воєнно-стратегічної ситуації, застосування адекватного науково-методичного апарату її оцінювання і прогнозування з метою розроблення конкретних пропозицій щодо підтримки необхідного рівня воєнної безпеки держави. У цілому стан і тенденції розвитку воєнно-політичної ситуації визначаються комплексним впливом стабілізуючих і дестабілізуючих чинників [2].

Представлена методика дозволяє на основі всебічного аналізу міждержавних відносин у політичній, економічній, воєнній, релігійній та інших сферах одержувати кількісні оцінки рівня воєнної небезпеки та ризику розв'язання збройного конфлікту з боку інших держав. Гіпотетичний приклад оцінки загострення відносин між двома державами протягом певного періоду часу із розв'язанням збройної агресії наведено у [11].

В умовах обмеженості фінансових і матеріальних ресурсів заходи, що розробляються в інтересах забезпечення воєнної безпеки, повинні бути адекватні характеру і масштабу воєнної загрози державі.

Наукове обґрунтування стратегічних рішень у сфері воєнної безпеки і визначення пріоритетних напрямків формування воєнної політики повинні здійснюватися з позиції системного підходу до їх внеску в загальну ефективність системи забезпечення національної безпеки [5].

Для моделювання і дослідження цих процесів використовується воєнно-політична модель (ВПМ) держави у вигляді окремого модуля комплексної моделі системних досліджень проблем воєнної безпеки держави. Інформаційне забезпечення функціонування ВПМ здійснюється за допомогою моделей воєнно-політичної обстановки та оцінювання рівня воєнної загрози (небезпеки) для держави [5, 11].

Залежно від прийнятої ВПМ держави і системи діючих обмежень (блоковий або позаблоковий статус, наявність або відсутність ядерної зброї та ударної компоненти сил стримування; прийнята або не прийнята стратегія завдання випереджувального удару та ін.) можуть вводитися пороги [5]:

звернення в систему регіональної безпеки; укладення воєнних союзів і угод на випадок відбиття збройної агресії;

корекції зусиль розвідок;

початку стратегічного розгортання Збройних Сил і мобілізації; попередження держави - ймовірного противника про можливі наслідки агресії.

Поряд з можливостями кількісних оцінок рівня воєнної безпеки запропонований НМА дозволяє досліджувати можливі сценарії розвитку воєнно-політичної обстановки в регіонах, обґрунтовувати пропозиції воєнно-політичному керівництву держави щодо встановлення необхідних режимів функціонування її системи забезпечення воєнної безпеки, прийняття адекватних заходів для нейтралізації зростання рівня воєнної безпеки і на цій основі формувати завдання для відповідних міністерств і відомств (що, кому, у який термін виконати, які задіяти ресурси та ін.) з оцінкою матеріальних і економічних витрат на їх виконання.

Основними проблемами практичного застосування описаного НМА є визначення [5, 11]:

періодичності проведення оцінок комплексного показника рівня воєнної безпеки;

числових значень порогів, насамперед мінімальної кількості експертів для оцінювання в кожній сфері міждержавних відносин;

допустимої величини неузгодженості думок експертів;

кількості генерованих можливих сценаріїв розвитку воєнно-політичної обстановки.

Розглянемо більш детально складові науково-методичного апарату оцінювання і прогнозування рівня воєнної безпеки для держави.

За основу прийнято методи таксономії [5], які дозволяють одержувати прийнятні результати в умовах відсутності жорстких обмежень на кількість показників, обраних для аналізу та оцінки стану середовища та рівня національної безпеки.

Цей апарат працює з матрицею вихідних даних і дозволяє визначити коефіцієнти важливості показників або ступені небезпеки загроз, що розглядаються, проводити зіставлення об'єктів у багатовимірному просторі, й на цій основі розрахувати ступені важливості (пріоритети у реалізації) національних інтересів та інтегральний показник, який характеризує рівень національної безпеки [5, 6].

Обчисливши відстані між усіма одиницями даної сукупності, формується матриця пошуку. Елементи цієї матриці становлять основу для багатовимірного порівняльного аналізу процесів та явищ за рівнями воєнної безпеки.

Формується пріоритетний ряд показників на основі ранжування їх за ступенем важливості (побудовання ієрархії). Ступінь важливості вказує на внесок кожного показника у формування оціночного значення показника воєнної безпеки, що сприяє цілеспрямованому пошуку та аргументованому вибору управляючого впливу на відповідну складову ВПМ [5].

Порівняння та оцінювання багатовимірних об'єктів впливу здійснюється за допомогою складного узагальненого показника з урахуванням характеру впливу на його значення відповідних чинників [5, 11]. Методом чисельного диференціювання визначаються стимулятори і дистимулятори, а далі формується еталонний об'єкт, що становить точку в багатовимірному просторі з відповідними координатами. Відстані між точкою еталонного об'єкту та точками-об'єктами, обраних для порівняння, є основою для розрахунку відносного узагальненого показника об'єкта ступеня воєнної безпеки [5], із зростанням значення якого, зростає значення показника ВПМ.

Ускладнень зазнає багатовимірне порівняльне оцінювання методами таксономії в умовах невизначеності, оскільки це завдання може бути вирішене тільки за рахунок значного розширення вихідних даних і проведення узагальнюючого аналізу.

Центральним моментом оцінки ВПО, що вивчається, є визначення ступеня безпеки розв'язання війни, для чого визначається ряд параметрів; блокова політика, активність розвідок і дипломатії, продаж зброї сусіднім державам, спрямованість суспільно-політичних кампаній, рівень поточних військових витрат і тенденції до їх оснащення, ступінь мілітаризації економіки, рівень розробленості планів підготовки до війни, готовність

наступальних стратегічних сил, угруповань військ на театрі воєнних дій і ступені їх бойової готовності [11].

Оцінювання обстановки починається з визначення її політичного і воєнно-стратегічного значення у світі і регіоні. Встановлюється, на якому етапі розвитку знаходиться держава, які події в перспективі можуть змінити воєнно-політичну обстановку в країні.

На першому етапі методики проводиться аналіз системи міжнародних відносин з метою встановлення рівня політичної стабільності (або нестабільності) та прогнозується її вплив на формування воєнної політики.

Далі здійснюється процес оцінювання воєнно-політичної обстановки в країні, аналізується її воєнний стан і зовнішня політика, дотримання зовнішньополітичного курсу, система взаємовідносин з іншими державами, наявність протиріч між ними, готовність вирішувати їх збройним шляхом.

Особлива увага приділяється воєнно-економічним можливостям за трьома аспектами [5, 11]:

- джерела формування політики і збройних сил;
- основа створення сучасного озброєння;

ймовірні об'єкти впливу з боку ймовірного агресора.

Вивчається також рівень мілітаризації економіки, її науко-місткість і технологічність, здатність організувати серійне виробництво нових засобів збройної боротьби, ступінь залежності від економік інших держав, сильні і слабкі сторони в розміщенні продуктивних сил.

Оцінюються витрати на проведення досліджень в межах науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, стан і рівень розвитку фундаментальних наук і їх можливості по задоволенню потреб збройних сил. Аналізуються значні наукові відкриття й оцінюються можливості по їх використанню у військовій справі [5, 11]. Оцінка ВПО проводиться вищим воєнно-політичним керівництвом держави з залученням аналітиків і експертів. Вхідною інформацією для проведення оцінки ВПО в регіоні є інформація про стан взаємовідносин у першу чергу з сусідніми державами в політичній, економічній, воєнній, релігійній, історичній, територіальній, етнічній, ідеологічній та інших сферах [6, 9].

Зміст методики оцінювання рівня воєнної безпеки показаний на рис. 1.



Рис. 1 Методика оцінювання рівня воєнної безпеки

Методика оцінювання рівня воєнної безпеки складається із чотирнадцяти послідовних етапів на яких виконуються наступні дії [6, 9]:

1-й – визначення множини можливих держав (їх коаліцій, блоків), що в принципі можуть бути для України потенційними носіями воєнної безпеки (загрози);

2-й – аналіз інтересів кожної держави (коаліції, блоки) із множини, розроблення

альтернативних сценаріїв їх досягнення з прогнозом можливого збитку і здобутків держави, що розглядається;

3-й – формування висновків за результатами аналізу ситуації в регіонах, а також у державах із множини, їх інтересів до держави, що розглядається, особливо тих, що можуть завдавати їй значного збитку. Визначається пріоритетний ряд потенційних джерел воєнної загрози з оцінкою

масштабу збитку по кожному з них;

4-й – визначення й аналізу стану взаємовідносин між кожною державою із множини (коаліцією, блоком) з урахуванням особливостей можливого театру воєнних дій. Як правило, це політична, економічна, воєнна, релігійна, історична, територіальна, етнічна та інші сфери відносин. У кожній сфері аналізується характер протиріч і оцінюється можливість їх вирішення з використанням воєнно-силових методів. Розроблена інформаційна технологія оцінювання допускає одночасний розгляд 8-9 сфер. Якщо таких набирається більш дев'яти, то доцільно провести композицію (об'єднання) найбільш близьких з тим, щоб звести їх кількість до дев'яти;

5-й – формування вектору показників оцінювання рівня воєнної небезпеки (загрози) на момент часу, з оцінкою тенденції зміни взаємовідносин з кожною державою (коаліцією, блоком) у кожній сфері міждержавних стосунків.

Якщо кількість показників для кожної сфери взаємовідносин повинно бути більше дев'яти, необхідно або проводити їх композицію, або будувати багаторівневу ієрархію з урахуванням їх взаємозалежності [5];

6-й – за інформацією, отриманою на попередніх етапах, проводиться оцінювання рівня воєнної небезпеки (загрози) з боку певної держави (коаліції, блоку), за методикою визначення супротивника й оцінювання рівня воєнної небезпеки [5];

7-й – за отриманими на 6-му етапі значеннями комплексного показника рівня воєнної небезпеки за переліченими етапами визначення рівня протистояння та формуються умови за яких можливий противник може почати повномасштабну агресію;

8-й – оцінювання можливостей держави по стримуванню збройного конфлікту з боку певної держави (коаліції блоку), обґрунтування рекомендацій по здійсненню комплексу заходів у найбільш пріоритетних сферах (наприклад, у воєнній сфері нарощування воєнного потенціалу, можливість приведення збройних сил у підвищенні ступені бойової готовності, передислокація військ, зняття техніки й озброєння з тривалого збереження тощо (у сукупності при розв'язанні певною державою (коаліцією, блоком) збройної агресії для визначення неприйняттого для агресора збитку, при якому він втратить спроможність реалізувати поставлені цілі агресії);

9-й – аналіз можливості держави по залученню стратегічних партнерів до відбиття можливої агресії; вивчення можливостей і умов створення воєнно-політичних союзів або коаліцій держав для відбиття можливої агресії;

10-й – аналіз можливих сценаріїв залучення зусиль універсальної і регіональної систем

колективної безпеки для недопущення розв'язання збройного конфлікту; оцінювання держав, до яких можна звернутися з пропозицією виступити посередником.

Для врегулювання конфлікту вивчаються перспективи, можливості та масштаби залучення миротворчих сил (поліцейських місій) для врегулювання конфлікту;

11-й – розгляд комплексу можливих заходів і шляхів нейтралізації воєнної загрози у всіх оцінюваних сферах відносин з оцінкою витрат, ресурсів і наслідків кожного з них; вироблення пропозиції щодо змісту і постановки завдань усім суб'єктам системи забезпечення безпеки держави щодо термінів їх виконання, інформаційного забезпечення, взаємодії та іншим питанням забезпечення воєнної безпеки держави;

12-й – за результатами 5...7-го етапів прогнозування розвитку ситуації на найближчу (1-6 місяців) і віддалену перспективу (до декількох років залежно від ймовірного супротивника і рівня воєнної загрози з його боку). Прогнозування може проводитися або із залученням аналітиків, або з використанням моделі прогнозування ескалації конфлікту (етап 7). За результатами прогнозування розробляється декілька найбільш ймовірних сценаріїв розвитку ситуації в регіоні, щодо яких розробляється комплекс можливих заходів з можливістю його корекції залежно від дійсного розвитку подій;

13-й – за результатами попередніх етапів по кожному ймовірному сценарію розвитку ситуації в регіоні (етап 8) проводиться оцінювання можливостей держави щодо відбиття можливої агресії. При цьому оцінюються необхідні витрати, ресурси, а також збиток для держави як у цілому, так і в аналізованих сферах (етап 4). Крім того, проводиться порівняння прогнозних оборонних можливостей держави з необхідним (заданим) рівнем обороноздатності;

14-й – формулювання та обґрунтування висновків з оцінювання воєнної небезпеки з боку якої держави (коаліції держав, блоку) існує воєнна загроза, рівень цієї загрози, тенденції її зміни, при наявності прогнозу щодо її росту (оцінювання часу ймовірного початку агресії; можливий масштаб конфлікту і рівень збройної агресії; найбільш ймовірні сценарії розв'язання конфлікту; пріоритетні напрямки в міждержавних відносинах; які необхідно визначити першочергові заходи по зниженню рівня воєнної загрози і мирному врегулюванню конфлікту; можливі посередники, партнери і союзники на випадок відбиття збройної агресії; можливий ступінь впливу універсальної та регіональної систем колективної безпеки на недопущення розв'язання збройного конфлікту; можливий масштаб участі миротворчих сил (поліцейських місій) у вирішенні збройного конфлікту; можливості держави по мирному

врегулюванню конфлікту, оцінка оборонних можливостей держави; передбачувані терміни відбиття агресії, необхідні витрати і ресурси для відбиття агресії).

Таким чином, наведена методика оцінювання рівня воєнної небезпеки дозволить провести всебічний аналіз цілісної системи забезпечення національної безпеки України на основі уніфікованих процедур. Її застосування може підвищити якість організації і здійснення взаємодії органів управління державного рівня та створить сприятливі умови функціонування України.

Висновки і перспективи подальших досліджень

В умовах геополітичних змін у Східній Європі, загострення воєнно-політичної обстановки, поглиблення протиріч між державами ускладнюються проблеми реалізації національних інтересів країн, знижується ефективність реалізації обґрунтованої зовнішньої політики, а тому вимагається більш повне виявлення глибоких воєнно-політичних та економічних інтересів сусідніх держав, оцінювання рівня воєнної небезпеки з боку кожної з сусідніх держав.

Історичний досвід показав, що результат проведення заходів забезпечення національної безпеки визначається якістю оцінювання стану воєнно-політичної обстановки, оцінка якої можлива тільки на основі всебічного аналізу причинно-наслідкових зв'язків та виділення з усього їх різноманіття домінуючих. Тому наявність адекватного інструменту прогнозу воєнно-політичної обстановки є запорукою вироблення ефективних управлінських рішень в інтересах забезпечення прийняттого рівня воєнної небезпеки.

Література

1. Саганюк Ф.В. Сектор безпеки і оборони України: стратегічне керівництво та військове управління: монографія. / Ф.В. Саганюк, В.С. Фролов, В.І. Павленко та ін. - К.: ЦЗ МО та ГШ ЗС України, 2018. - 230 с.
 2. Руснак І.С. Воєнна безпека України у світлі реформування сектора безпеки і оборони / І.С. Руснак // *Наука і оборона*. - 2015. - № 2. - С. 9-14.
 3. Горбулін В.П. «Гібридна війна» як ключовий інструмент російської геостратегії реваншу / В.П. Горбулін // *Стратегічні пріоритети*. - 2014. - № 4. - С. 4.
 4. Сиротенко А.М. Методика проектування необхідних спроможностей складових інтегрованого потенціалу протидії загрозам на виконавчому рівні / А.М. Сиротенко, В.Ю. Богданович, І.Ю. Свида // *ЦНДІ ЗСУ*. - 2017. - № 3 (81). - С. 48-56.
 5. Дузь-Крячченко О.П. Основи стратегії національної безпеки та оборони держави: підручник / О.П. Дузь-Крячченко, Ю.В., Руснак І.С., Пунда, В. П. Грищенко, П.М. Грицай, В.М. Гудим, Ю.Г. Даник, В.І. Єфіменко та ін.; за заг. Ред. В.М. Телелима. - 3-е вид., перероб. і доп. - К.: НУОУ ім. івана Черняховського, 2015. - 620 с.

Оцінювання рівня воєнної небезпеки для України пропонується проводити за допомогою однойменної методики, що дасть змогу визначити рівень напруженості у стосунках між державами і визначити заходи щодо її зниження.

Методика забезпечує дослідження воєнної небезпеки для України із застосуванням методів багатомірного порівняльного аналізу за підібраними показниками оцінювання рівня воєнної небезпеки.

Отже, результатом застосування методики оцінювання рівня воєнної небезпеки будуть висновки оцінювання стану воєнно-політичної та військово-стратегічної обстановки, що дасть можливість завчасно визначити адекватні напрямки розвитку Збройних Сил при формуванні воєнної політики держави на довгострокову перспективу та за необхідності оперативного обґрунтувати заходи необхідні для негайного реагування з боку вищого керівництва України.

Напрямами подальших досліджень доцільно обрати розвиток відповідних моделей реалізації процедур управлінської діяльності відповідних державних органів та моделей розвитку воєнно-політичних процесів в інтересах забезпечення достовірності прогнозу розвитку міждержавних стосунків на фоні активізації тероризму та інших спроб втручання в її внутрішні справи з боку сусідніх держав, соціальну напруженість в них; наявність територіальних претензій до України (посягання на її державний суверенітет); підтримку сепаратистських сил в Україні, а також поширення заяв та акцій, що дискредитують внутрішню і зовнішню політику України.

6. Богданович В.Ю. Теоретико-методологічні основи забезпечення національної безпеки України: моногр.: у 7 т. Т. 1. Теоретичні основи, методи й технології забезпечення національної безпеки України / В.Ю. Богданович, І.Ю. Свида, Є.Д. Скулиш; за заг. ред. Є.Д. Скулиша. - К.: Наук.-вид. відділ НА СБ України, 2012. - 548 с.
 7. Воєнна доктрина України. Затверджена Указом Президента України від 24 вересня 2015 року № 555/2015.
 8. Косевцов В. О., Телелим В.М., Шевченко В. І. Оцінка стану воєнної безпеки України // *Наука і оборона*. - 1998. - № 2. - С. 3-6.
 9. Богданович В.Ю., Маначинський А.Я. Методологические основы системных исследований проблем военной безопасности государства. - К.: 2001. - 172 с.
 10. Косевцов В.О. Україна в системі військово-політичних відносин з сусідніми країнами: кількісний вимір / В.О. Косевцов, І.Ф. Бінько.- К.: НІСД, 1996. - 40 с.
 11. Косевцов В. О., Бінько І. Ф., Матвієвський О. М. Методичний підхід до аналізу й оцінки рівня національної безпеки та її складових // *Наука і оборона*. - 1995. - № 1. - С. 74-77.

**ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ ВОЕННОЙ ОПАСНОСТИ
НА ОСНОВАНИИ ТАКСОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ**

Спартак Юриевич Гогоняц (кандидат военных наук, с.н.с.)

Павел Николаевич Грицай (кандидат военных наук, с.н.с.)

Александр Александрович Шапран

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье предложено применение методики оценки уровня военной опасности государству. Сосредотачивается внимание на острой необходимости в выработке единого унифицированного подхода к описанию составляющих геополитических процессов и формализации процедур описания их влияния на уровень военной опасности государству. Сформулирована возможность использования математических методов многомерного сравнительного анализа факторов, которые существенно влияют на уровень военной опасности.

Проведенный обзор существующих научных исследований и публикаций специалистов в области стратегии национальной безопасности по вопросам исследования угроз национальным интересам в военной сфере показал, что существующие подходы достаточно основательные и актуальны. В проведенных исследованиях военная опасность, как фундаментальное понятие военной науки, является основой исследований и рассматривается как потенциальная возможность любого государства (группы государств) применить военную силу для разрешения межгосударственных противоречий. Военная опасность будет существовать всегда, пока существуют конфликты интересов государств, а ее уровень будет определяться характером существующих противоречий и наличием материальной базы для ведения вооруженной борьбы. В то же время, существует определенная неоднородность взглядов специалистов на понятие военной опасности государства и отсутствие однозначности по определению ее места в системе обеспечения национальной безопасности. Поэтому, это обуславливает необходимость применения адекватного научно-методического аппарата оценки и прогнозирования военно-политической и военно-стратегической ситуации с целью разработки конкретных предложений по поддержке необходимого уровня военной безопасности государства.

Представленная методика позволяет на основе всестороннего анализа межгосударственных отношений в политической, экономической, военной, религиозной и других сферах получать количественные оценки уровня военной опасности и рисков решения вооруженного конфликта со стороны других государств.

Применение данной методики является залогом выработки эффективных управленческих решений в интересах обеспечения приемлемого уровня военной опасности и определение мер по снижению напряженности в отношениях между государствами.

Ключевые слова: *военно-политическая обстановка, национальная безопасность, военная опасность, оценка.*

**GENERAL THESES OF THE MILITARY RISK LEVEL EVALUATION METHOD
BASED ON THE TAXONOMIC METHODS**

Spartak Hohoniants (Candidate of military sciences, senior research fellow)

Pavlo Hrytsai (Candidate of military sciences, senior research fellow)

Oleksandr Shapran

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

The article proposes the application of a method for assessing the level of military danger for the country. The focus is on the acute need to develop a unified approach to describing the constituent geopolitical processes and formalizing procedures for describing their impact on the level of military danger for the country. The possibility of using mathematical methods of multidimensional comparative analysis of factors that significantly affect the level of military danger was formulated in the article.

An overview of existing research and publications of specialists in the national security strategy on the investigation of threats to national interests in the military sector has shown that the existing approaches are relevant. In conducted research, military danger, as a subsidiary concept of military science, is the basis of research and is considered as the potential ability of any country (group of countries) to use military force for resolving interstate contradictions. Military danger will persist as long as there are conflicts of interests of the countries, and its level will be determined by the nature of the existing contradictions and the availability of material resources for armed struggle. At the same time, there is some heterogeneity in the views of experts on

the concept of military danger for the country and the lack of unambiguousness in determining its place in the system of ensuring national security. Therefore, this necessitates the use of an adequate scientific and methodical apparatus for evaluating and forecasting the military-political and military-strategic situation in order to develop concrete proposals to support the necessary level of military security of the country.

The presented methodology allows us to obtain quantitative estimates of the level of military danger and the risks of resolving armed conflict by other countries based on a comprehensive analysis of interstate relations in the political, economic, military, religious and other spheres.

The application of this methodology is a key to developing effective managerial decisions in order to ensure an acceptable level of military danger and to identify measures to reduce tensions in relations between countries.

Key words: military-political situation, national security, military danger, evaluation.

References

- 1. Sahaniuk F.V.** Sektor bezpeky i oborony Ukrainy: stratehichne kerivnytstvo ta viyskove upravlinnia: monohrafiia (2018) [The Ukrainian Security and Defense Sector: Strategic Leadership and Military Management: A Monograph]. Kyiv – 230 [in Ukrainian].
- 2. Rusnak I.S.** Voienna bezpeka Ukrainy u svitli reformuvannia sektora bezpeky i oborony (2015) [Military security of Ukraine in the light of the reform of the security and defense sector]. *Nauka i oborona*, 2, 9 – 14 [in Ukrainian].
- 3. Horbulin V.P.** “Hibrydna viyna” yak kliuchonyi instrument rosiyskoyi heostratehiyi revanshu (2014) [“Hybrid War” as a key tool for Russian geostrategy of revenge]. *Stratehichni priorityty*, 4 [in Ukrainian].
- 4. Syrotenko A.M.** Metodyka proektuvannia neobkhidnykh spromozhnostey skladovykh intehrovanoho potentsialu protydyi zahrozam na vykonavchomu rivni (2017) [The necessary abilities of integrated capacity designing methodology for responding to threats at the executive level], 3 (81), 48 – 56 [in Ukrainian].
- 5. Duz-Kriatchenko O.P.** Osnovy stratehiyi natsionalnoi bezpeky ta oborony derzhavy (2015) [Fundamentals of the National Security and Defense Strategy] Kyiv, NDUU, 620 [in Ukrainian].
- 6. Bohdanovych V.Y.** Teoretyko-metodolohichni osnovy zabezpechennia natsionalnoi bezpeky Ukrainy: monohrafiya: u 7 t. T.1. Teoretychni osnovy, metody y tekhnolohiyi zabezpechennia natsionalnoi bezpeky Ukrainy (2012) [Theoretical and methodological bases for ensuring national security of Ukraine]. Kyiv, 548 [in Ukrainian].
- 7. Voyenna doktryna Ukrainy.** Zatverdzhena Ukazom Prezydenta Ukrainy vid 24 veresnia 2015 roku № 555/2015 [Military doctrine of Ukraine. Approved by the Decree of the President of Ukraine dated September 24, 2015, No. 555/2015] [in Ukrainian].
- 8. Kosevtsov V.O., Telelym V.M., Shevchenko V.I.** Otsinka stanu voiennoi bezpeky Ukrainy (1998) [Assessment of the state of military security of Ukraine]. *Nauka i oborona*, 2, 3 – 6 [in Ukrainian].
- 9. Bohdanovych V.Y., Manachynskyi A.Y.** Metodolohicheskiie osnovy sistemnykh issledovaniy problem voiennoy bezopasnosti hosudarstva (2001) [Methodological foundations of systems research on the state’s military security]. Kyiv, 172 [in Russian].
- 10. Kosevtsov V.O.** Ukrayina v systemi viyskovopolitychnykh vidnosyn z susidnimy krayinamy: kilkisnyi vymir (1996) [Ukraine in the System of Military-Political Relations with Neighboring Countries: Quantitative Dimension] Kyiv, NISD, 40 [in Ukrainian].
- 11. Kosevtsov V.O., Binko I.F., Matviievskiy O.M.** Metodychnyi pidhid do analizu y otsinky rivnia natsionalnoi bezpeky ta yiyi skladovykh (1995) [Methodical approach to the analysis and assessment of the level of national security and its components]. *Nauka i oborona*, 1, 74 – 77 [in Ukrainian].

Іван Юрійович Гаврилюк (кандидат військових наук)

Олександр Йосипович Мацько (кандидат військових наук, професор)

Володимир Олександрович Дачковський (кандидат технічних наук)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ УПРАВЛІННЯ ПОТОКАМИ В СИСТЕМІ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Досліджується проблема управління інформаційними та матеріальними потоками у системі логістичного забезпечення ЗС України. Розглянуто функції, які покладаються на систему логістичного забезпечення ЗС України. Використовуючи метод аналізу систем та одну із функцій логістичного забезпечення, а саме технічне обслуговування та відновлення озброєння та військової техніки запропоновано структуру виконавчої системи логістичного забезпечення та розроблено структуру інформаційних потоків, які протікають у системі логістичного забезпечення на усіх рівнях ієрархії від стратегічного до тактичного.

Визначено, що ефективне управління інформаційними потоками буде залежати від ступені автоматизації системи логістичного забезпечення. Запропоновано складові автоматизованої системи управління, на основі яких система управління автоматично буде прогнозувати потребу військових частин (підрозділів) у матеріально-технічних засобах, визначати на який час їх необхідно подати, у якому об'ємі та оптимальний маршрут їх підвезення.

Ключові слова: логістичне забезпечення, відновлення, озброєння та військова техніка, автоматизована система управління, інформаційні потоки.

Вступ

Основою стратегічного розвитку України на наступні роки є курс на інтеграцію до Європейського Союзу та Північноатлантичного Альянсу. У сучасних умовах динамічного розвитку провідні країни світу зосереджують свою увагу на пошуку нових методів та способів, які б дозволили покращити функціонування системи забезпечення своїх збройних сил, як в цілому, так і за їх ключовими підсистемами. Основою стратегічного розвитку України на наступні роки є курс на інтеграцію до Європейського Союзу та Північноатлантичного Альянсу. У сучасних умовах динамічного розвитку провідні країни світу зосереджують свою увагу на пошуку нових методів та способів, які б дозволили покращити функціонування системи забезпечення своїх збройних сил, як в цілому, так і за їх ключовими підсистемами.

Постановка проблеми. У функціонуванні системи матеріально-технічного забезпечення (МТЗ) Збройних Сил (ЗС) України також виникає низка проблемних питань, а саме: відсутність системи автоматизації інформаційних та матеріальних потоків, великі фінансові витрати на закупівлю, зберігання та підвезення МТЗ, несумісність системи МТЗ ЗС України з системою МТЗ інших військових формувань, підсистеми які входять у систему МТЗ непов'язані між собою, складність та великий об'єм інформації під час

визначення потреби військ (сил) приводить до несвоєчасного їх забезпечення МТЗ. Серед них особливе місце займає система логістичного забезпечення, яка, з позицій системного підходу, дає змогу зменшити витрати на забезпечення військових частин (підрозділів), та зменшити час поставки МТЗ до військових частин (підрозділів), які виконують завдання за призначенням. Досвід провідних країн світу свідчить, що системі логістичного забезпечення належить важлива роль, адже несвоєчасне забезпечення військ (сил) необхідними МТЗ, боєприпасами тощо, призводить до зниження бойового потенціалу і, в цілому, до невиконання поставленого завдання. Реформи, які проводяться в ЗС України, спрямовані на удосконалення системи забезпечення військ (сил) озброєнням та військовою технікою (ОВТ), МТЗ тощо, і забезпечення сумісності органів військового управління із збройними силами країн НАТО. Тому, відповідно до Стратегічного оборонного бюлетеня України [1], Воєнної доктрини України [2], Державної програми розвитку ЗС України до 2020 року, наказів Міністерства Оборони України [3], наказів Генерального штабу ЗС України [4] у ЗС України на заміну системи тилового і технічного забезпечення має бути створена система логістичного забезпечення. Про те, побудова ефективної системи логістичного забезпечення неможлива без чітко налагодженої

системи управління в реальному масштабі часу інформаційними потоками, які циркулюють в середині системи на усіх рівнях ієрархії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Дослідженню питань логістичного забезпечення ЗС України присвячена ціла низка робіт, зокрема роботи [5–7] присвячені визначенню етапів становлення, факторів, які впливають на систему логістичного забезпечення, проаналізовано стан розвитку військової логістики та проведено порівняльний аналіз етапів розвитку логістичного забезпечення. У роботах [8–9] уточнені базові теоретичні поняття, терміни та визначення у сфері логістичного забезпечення, основні складові, принципи та функції. Так у роботі [10] узагальнено досвід структуризації системи логістичного забезпечення провідних країн світу, а у роботах [11–12] запропоновано в рамках логістичного забезпечення ЗС України використання логістичних послуг із зовні та розглянуто систему логістичного забезпечення миротворчих операцій, в яких приймала участь Україна. В роботі [13] розглянуто проблеми існуючої системи забезпечення ЗС України та проведено порівняльний аналіз системи забезпечення ЗС України з системою забезпечення ЗС країн НАТО. В літературних джерелах [8–9, 13] наводяться різні терміни і визначення у сфері логістичного забезпечення, як в цілому, так і логістичного забезпечення військових формувань про те в загальному розумінні логістика – це наука про планування, організацію, управління і контроль руху матеріальних та інформаційних потоків в просторі і в часі від їх первинного джерела до кінцевого споживача, а логістичне забезпечення – це менеджмент усіх видів діяльності, які сприяють руху і координації попиту і пропозиції на МТЗ у визначеному місці і у заданий час [14]. В роботі [15] проведено аналіз системи управління логістичним забезпеченням провідних країн світу та визначено напрямки розвитку автоматизованої системи управління логістичним забезпеченням ЗС України. Роботи [16–17] присвячені удосконаленню системи забезпечення матеріальними ресурсами ЗС України, проте в них розглядаються загальні підходи щодо функціональної структури системи логістичного забезпечення і не надано чіткої відповіді, як саме має бути побудована вертикаль управління та забезпеченням МТЗ від стратегічного до тактичного рівня. Тобто дані роботи не дають чіткої відповіді, як саме будуть протікати інформаційні потоки щодо потреби військових частин (підрозділів) у МТЗ за класами постачання від органу управління на стратегічному рівні, який відповідає за забезпечення військових частин (підрозділів) МТЗ і керує цим процесом, до органа управління на тактичному рівні і у зворотному напрямку. Також у зазначених роботах нерозглянуті такі актуальні питання, як визначення потреби військ (сил) у МТЗ за класами постачання під час планування

логістичного забезпечення, місць зберігання МТЗ у яких виникла нагальна потреба, найближчого плече подачі необхідних МТЗ. Тобто, швидке і якісне забезпечення військових частин (підрозділів) необхідними МТЗ обумовлює проведення дослідження щодо пошуку шляхів підвищення ефективності функціонування системи логістичного забезпечення ЗС України.

Мета статті. Мета статті полягає у розробленні концептуальних основ управління інформаційними та матеріальними потоками на усіх рівнях ієрархії від стратегічного до тактичного рівня у системі логістичного забезпечення ЗС України в інтересах визначення потреби військ (сил) в МТЗ та в інтересах їх забезпечення.

Методи дослідження

Дослідження проводилося в рамках науково-дослідної роботи шифр “Командування-СЛ”. У ході дослідження використовувалися такі методи: аналіз теоретичних джерел з проблем розвитку системи логістичного забезпечення ЗС України та інших військових формувань, вивчення та узагальнення передового досвіду провідних країн світу, системно-структурного аналізу та причинно-наслідкового аналізу під час розроблення структури системи логістичного забезпечення, синтезу під час формування інформаційних потоків в системі логістичного забезпечення.

Виклад основного матеріалу дослідження

Керуючись вимогами [3] основні функції системи логістичного забезпечення ЗС України полягають у постачанні та обслуговуванні, технічному обслуговуванні та відновленні ОВТ, перевезенні та транспортуванні, інфраструктурному забезпеченні, здійсненні закупівель та постачанні товарів, робіт і послуг для забезпечення потреб ЗС, делегуванні повноважень, аудиті та інспекції, підготовці та навчанні, стандартизації у сфері логістичного забезпечення, управлінні інформацією логістичного забезпечення, медичному забезпеченні.

Разом з тим кожна із функцій системи логістичного забезпечення спрямована на виконання відповідних заходів, які визначені у [3]. Враховуючи ті зміни, які відбулись в системі логістичного забезпечення ЗС України [3, 4] завдання з планування логістичного забезпечення під час застосування ЗС України та інших складових сил оборони, узагальнення потреби у МТЗ, озброєнні та військовій техніці, планування забезпечення матеріально-технічними засобами, тощо [4], покладені на Головне управління логістики ЗС України з підпорядкованими органами управління на оперативному і тактичному рівні у об’ємі відповідного рівня ієрархії. Тобто, Головне управління логістики ЗС України під час планування логістичного забезпечення у відповідності до визначених форм і

способів застосування ЗС України, визначає загальну потребу військ (сил) у МТЗ, боєприпасах, тощо для виконання поставленого завдання. В подальшому планується створення органу забезпечення МТЗ, боєприпасами тощо, якому безпосередньо будуть підпорядковуватись сили і засоби логістичного забезпечення з відповідними запасами МТЗ, і який безпосередньо буде подавати визначені МТЗ, боєприпаси до військових частин (підрозділів).

Зрозуміло, що забезпечення військових частин (підрозділів) відповідними МТЗ повинно здійснюватись з урахуванням вимог системного підходу, тобто подачу окремої номенклатури МТЗ у якій існує потреба тієї чи іншої військової частини (підрозділу) необхідно розглядати, як складову частину усієї сукупності підсистем – органів управління та військових частин (підрозділів) забезпечення на різних рівнях ієрархії, інформаційних та матеріальних потоків, які через них проходять, тощо.

Виконавчу вертикаль логістичного забезпечення можна розглянути на основі аналізу систем, тобто однієї із функцій логістичного забезпечення, а саме функції технічного обслуговування та відновлення ОВТ. Ефективне виконання завдань даної функції буде в повній мірі залежати від своєчасного, безперервного і повного забезпечення МТЗ для проведення ремонтів і технічного обслуговування ОВТ.

На даний час потреба в МТЗ, визначається на основі поданих донесень (зведень) та заявок на поповнення МТЗ. Узагальнення органами управління тактичного, оперативного та стратегічного рівня поданих заявок та донесень потребує часу на оброблення великого об'єму інформаційних потоків щодо визначення потреби військ у МТЗ для проведення технічного обслуговування та ремонту ОВТ, тобто часу визначення місць зберігання МТЗ у яких є потреба, часу на визначення яким транспортом їх подати, на який час їх подати і куди їх подати. Усі ці ступені оброблення інформації збільшують час подачі МТЗ до споживача [18].

Враховуючи недоліки існуючої системи забезпечення МТЗ пропонується наступна структура виконавчої системи логістичного забезпечення:

для управління матеріальними потоками на стратегічному рівні – командування сил логістики у яке входять відділи забезпечення МТЗ (автомобільною технікою та майном, бронетанковим озброєнням та технікою і майном, тощо.), інформаційно-аналітичний відділ основне завдання якого буде полягати в узагальненні потреби військових частин (підрозділів) в МТЗ надавати її у відділі забезпечення МТЗ та координувати постачання МТЗ; на оперативному рівні – відділ логістичного забезпечення у який входять відділення забезпечення МТЗ (автомобільною технікою та майном, бронетанковим озброєнням і технікою та майном,

тощо,) та тактичному рівні – логістика військової частини із відділеннями забезпечення. Один із можливих варіантів структурно-логічної схеми органів управління, сил та засобів логістичного забезпечення, та військових частин по рівнях ієрархії представлено на рис.1. [18];

для накопичення, утримання та забезпечення підрозділів (військових частин) МТЗ на стратегічному рівні – логістичні центри ЗС України, галузеві логістичні центри (автомобільного майна, інженерної техніки і майна, тощо) на яких будуть накопичуватись та зберігатись МТЗ у відповідності до потреби військ (сил); на оперативному рівні розподільчі центри, на які будуть надходити МТЗ із стратегічного рівня, на яких будуть зберігатись та розподіляти МТЗ в залежності від потреби військових частин, на тактичному рівні – склади військових частин з відповідними об'ємами запасів МТЗ із завданням утримання та забезпечення підрозділів відповідними МТЗ (рис. 1).

Для своєчасно забезпечення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту ОВТ МТЗ необхідно щоб виконавча система логістичного забезпечення відповідала функціональному призначенню для ефективного функціонування якої потрібно створити автоматизовану систему, яка б об'єднала у єдине ціле органи управління та військові частини (підрозділи) на усіх рівнях ієрархії, та включала автоматизовані взаємопов'язані підсистеми управління матеріальними потоками, контролю витрати моторесурсу, тощо.

Отже, для своєчасного забезпечення військ (сил) МТЗ та ефективного управління матеріальними потоками необхідно у будь-який момент часу мати інформацію про номенклатуру МТЗ, які циркулюють в системі логістичного забезпечення. Вирішити дану проблему можна шляхом впровадження підсистеми автоматизованого управління матеріальними потоками, здатної ідентифікувати (розпізнавати) окремі номенклатури МТЗ. Тобто сканувати і розпізнавати різноманітні штрихові коди. Дана підсистема забезпечить можливість оброблення інформації в режимі реального масштабу часу, що дозволить динамічній системі логістичного забезпечення своєчасно реагувати на потреби військ (сил) в оптимальні терміни. Дана підсистема надасть можливість скоротити час на визначення: місць знаходження МТЗ, оптимального маршруту підвезення, об'єму МТЗ, автоматизувати їх облік, тощо.

Також для визначення потреби військ (сил) у МТЗ для проведення технічного обслуговування та ремонту ОВТ та для контролю витрати моторесурсу зразками ОВТ необхідно створити підсистему автоматизованого обліку напрацювання ресурсу ОВТ. Суть даної підсистеми розглянемо на основі однієї з військових частин оперативного командування.

3 урахуванням структури виконавчої

системи логістичного забезпечення (рис.1) та підсистем автоматизованого управління матеріальними потоками і обліку напрацювання ресурсу ОВТ, які входять у автоматизовану систему логістичного забезпечення необхідно

визначити інформаційні потоки щодо потреби та наявності МТЗ які циркулюватимуть у середині системи логістичного забезпечення (рис. 2).

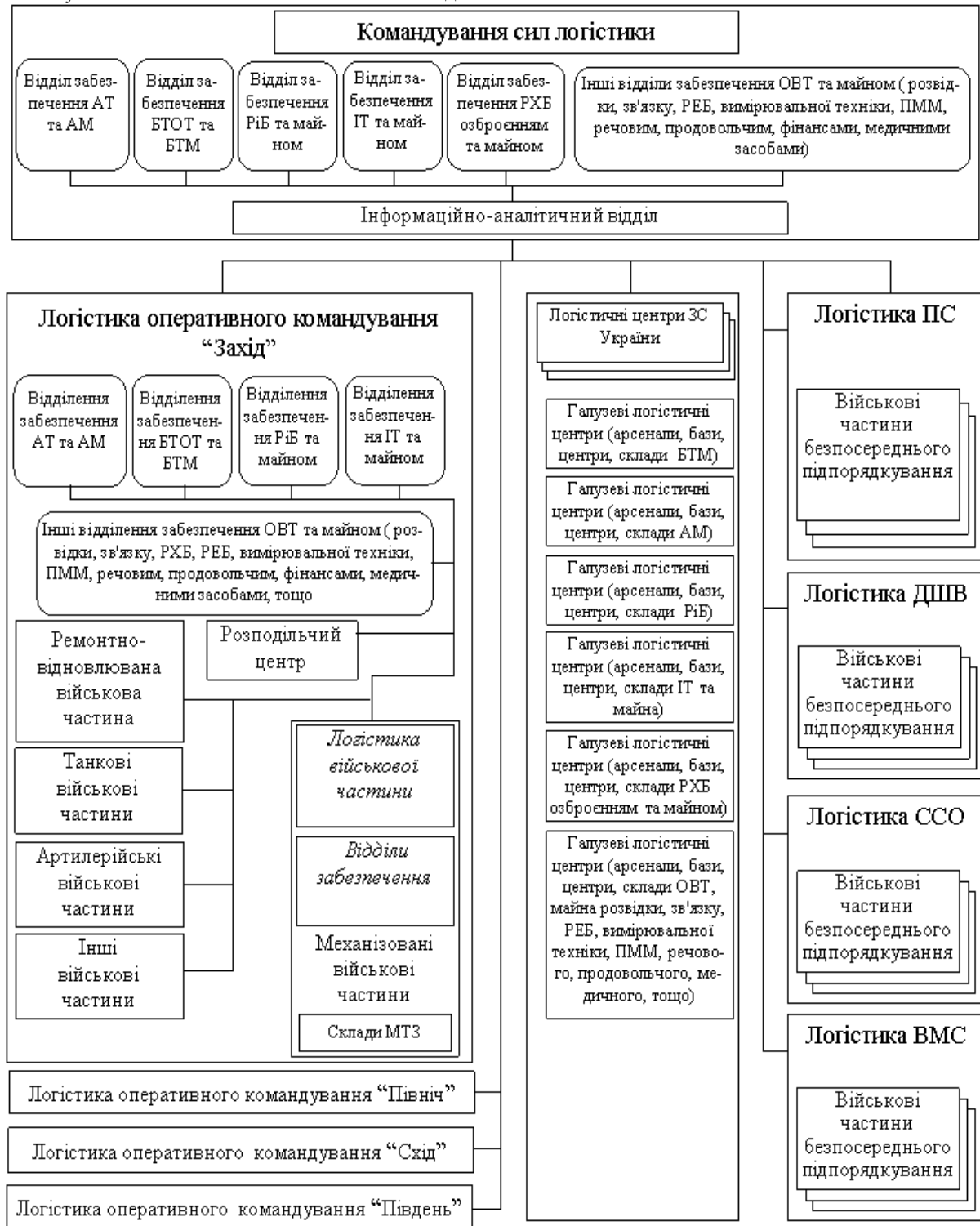


Рис. 1 Структурно-логічна схема системи логістичного забезпечення ЗС України, що пропонується

При цьому, на усіх рівнях ієрархії необхідно сформулювати вихідні дані для структуризації інформаційних потоків, які протікатимуть у автоматизованій системі

логістичного забезпечення. Тобто, на тактичному рівні в дану систему необхідно ввести інформацію про наявності ОВТ та МТЗ на складах військових частин, про номерний облік ОВТ, стан

укомплектованості, тощо; на оперативному ввести інформацію про наявність ОВТ та МТЗ на розподільчих центрах оперативного рівня; на стратегічному ввести інформацію про наявності

ОВТ та МТЗ на логістичних центрах стратегічного рівня, нормативно-технічну інформацію про встановлені норми напрацювання зразками ОВТ до ТО та ремонту.

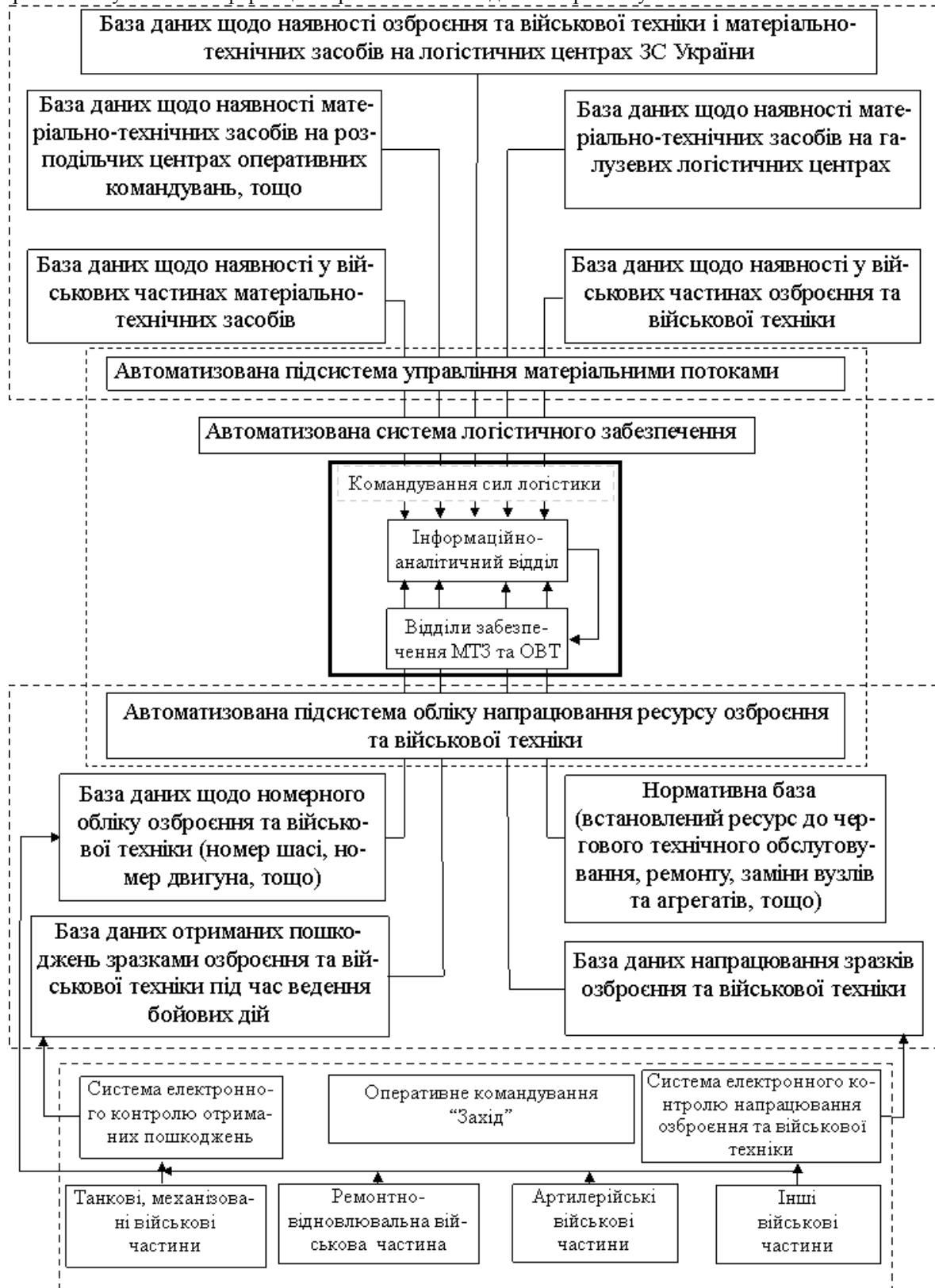


Рис. 2. Структурно-логічна схема інформаційних потоків в системі логістичного забезпечення, щодо витрати моторесурсу зразками ОВТ

На основі вихідних даних, які містяться у забезпечення та даних фактичної витрати ресурсу автоматизованій системі логістичного зразками ОВТ, які система автоматично отримує в

режимі реального масштабу часу, проводиться порівняльна оцінка фактичної витрати ресурсу зразками ОВТ із встановленими нормами напрацювання зразками ОВТ до ТО та ремонту. На основі порівняльної оцінки система логістичного забезпечення на усіх рівнях ієрархії від тактичного до стратегічного дає сигнал про потребу у заміні того чи іншого вузла або агрегату через визначений час, при цьому система автоматично визначає місце знаходження МТЗ, які необхідні для проведення відповідного виду ТО або ремонту, визначає оптимальний маршрут їх підвезення, тощо.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, з метою усунення недоліків існуючої системи МТЗ наведені теоретичні положення щодо підвищення ефективності

функціонування системи логістичного забезпечення ЗС України, які полягають в автоматизації інформаційних потоків, які протікатимуть в середині системи, реалізація яких дозволить своєчасно забезпечувати військові частини (підрозділи) необхідними МТЗ, зменшити фінансові витрати на закупівлю, зберігання та підвезення МТЗ.

В подальшому, на основі теорії систем, необхідно розробити алгоритм функціонування системи логістичного забезпечення в цілому та за її складовими, і провести їх порівняльну оцінку для з'ясування на стільки одна із функцій системи логістичного забезпечення буде залежати від іншої і чи взагалі вони будуть взаємозалежними. На основі розробленого алгоритму розробити практичну складову системи логістичного забезпечення.

Література

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року “Про Стратегічний оборонний бюлетень України” [Електрон. ресурс]: Указ Президента України від 06 червня 2016 № 240/2016. – Режим доступу: <http://www.president.gov.ua/documents/240-2016-20137>. 2. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 2 вересня 2015 року “Про нову редакцію Воєнної доктрини України” [Електрон. ресурс]: Указ Президента України від 24 вересня 2015 № 555/2015. – Режим доступу: <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/555/2015>. 3. Основні положення логістичного забезпечення Збройних сил України [Електрон. ресурс]: наказ МОУ від 11 жовтня 2016 № 522. – Режим доступу: <http://www.mil.gov.a/ministry/normativnopravova-baza/nakazi-ministra-oboroniukraini/nakazi-ministerstva-oboroni-ukrainiza-2016-rik.html>. 4. Про внесення змін до наказу Генерального штабу Збройних Сил України від 16.05.2011 № 90, Наказ Генерального штабу Збройних Сил України від 16.06.2017 № 209 “Положення про Головне управління логістики Збройних Сил України” 5. Гусак Ю.Е. Розвиток логістичного забезпечення в Україні [Електрон. ресурс]: / Гусак Ю.Е., Марченко В.М. //Збірник наукових праць молодих вчених факультету менеджменту та маркетингу КПІ ім. І. Сікорського “Актуальні проблеми економіки та управління” – 2016. – №10 – Режим доступу: http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/68014/pdf_49 6. Чернописька, Н. В. Зародження військової логістики в Україні / Н. В. Чернописька, О. В. Брень, О. І. Данильців // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. Логістика. – 2015. – №833. – С. 109–117. 7. Бондаренко О. С. Теоретичні аспекти логістики: еволюція розвитку та сучасне

трактування [Електрон. ресурс]: / О. С. Бондаренко // Агросвіт. – 2009. – № 23. – С. 36–40. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrosvit_2009_23_10. 8. Ролін І.Ф. Зміст основних термінів у сфері логістичного забезпечення військових формувань / І.Ф. Ролін, І.Є. Морозов, О.В. Минько // Системи озброєння і військова техніка. – 2017. – № 1(49). – С. 61–64. 9. Бондаренко О. Г. Основні положення щодо логістичного забезпечення національної гвардії України / О.Г. Бондаренко, Л.Ф. Товма, Р.В. Нестеренко, О.Г. Касім // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2018. – № 61. – С. 230–240. 10. Сапіга Р.І. Структуризація системи логістичного забезпечення Збройних сил України / Р.І. Сапіга // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2009. – № 649. – С. 335–342. 11. Сапіга Р.І. Цивільний аутсорсинг військової логістики як чинник національної безпеки / Р.І. Сапіга // Вісник Національного університету “Львівська політехніка”. – 2010. – № 669. – С. 123–129. 12. Сапіга Р.І. Логістика як чинник воєнно-економічної безпеки / Р.І. Сапіга // Наукові записки Львівського університету бізнесу та права. – 2011. – вип. 6. – С. 247–252. 13. Кивлюк В. С. Вироблення єдиних поглядів щодо створення сучасної державної системи логістики Збройних Сил України / В.С. Кивлюк, М.Я. Клонцак, В.М. Лоза, В.В. Шевченко // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2016. – Вип. 51. – С. 100–109. 14. Основи логістики: навч. посіб. / [Дачковський В.О., Овчаренко І.В., Воробйов О.М., Ярошенко О.В., Мельник Б.О.]. – К.: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2018. – 204 с. 15. Закалад М. А. Підходи до формування

основних характеристик АСУ логістичного забезпечення ЗС України / М.А. Закалад, Ф.П. Педан, О.А. Романченко // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – 2018. – № 1. – С. 97–101. **16. Науменко М. О.** Удосконалення організаційної та функціональної структури логістичного забезпечення Збройних сил України [Електрон. ресурс]: / М. О. Науменко, Л. В. Морозова // Бізнес Інформ. – 2016. – № 3. – С. 279–284. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2016_3_43. **17. Кивлюк В. і Ганненко Ю.** 2018.

Удосконалення системи забезпечення матеріальними ресурсами Збройних сил України. [Електрон. ресурс]: Журнал наукових праць “Соціальний розвиток і безпека”. 4, 2 (Квіт 2018), 49–58. Режим доступу: DOI:<https://doi.org/10.5281/zenodo.1231404>. **18. Дачковський В.О.** Концептуальні основи функціонування підсистеми відновлення в системі логістичного забезпечення Збройних Сил України / Дачковський В.О., // Проблеми розвитку озброєння та військової техніки Збройних Сил України кафедра ТхЗ, ІОЗЛ, НУОУ науково-практичний семінар 2-3 травня 2018 тези. доп. – Київ, 2018 – С. 29.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ В СИСТЕМЕ ЛОГИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

*Иван Юрьевич Гаврилюк (кандидат военных наук)
Мацько Александр Иосифович (кандидат военных наук, профессор)
Владимир Александрович Дачковский (кандидат технических наук)*

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Исследуется проблема управления информационными и материальными потоками в системе логистического обеспечения ВС Украины. Рассмотрены функции, которые возлагаются на систему логистического обеспечения ВС Украины. Используя метод анализа систем и одну из функций логистического обеспечения, а именно техническое обслуживание и восстановление вооружения и военной техники предложена структура исполнительной системы логистического обеспечения и разработана структура информационных потоков, протекающих в системе логистического обеспечения на всех уровнях иерархии от стратегического к тактическому уровню.

Определено, что эффективное управление информационными потоками будет зависеть от степени автоматизации системы логистического обеспечения. Предложено составляющие автоматизированной системы управления, на основе которых система управления автоматически прогнозировать потребность воинских частей (подразделений) в материально-технических средствах, определять время на которое их необходимо подать, в каком объеме и оптимальный маршрут их подвоза.

Ключевые слова: логистическое обеспечение, восстановление, вооружение и военная техника, автоматизированная система управления, информационные потоки.

CONCEPTUAL BASIS OF FLOW MANAGEMENT IN THE SYSTEM OF LOGISTIC SUPPORT OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

*Ivan Havryliuk (Candidate of military sciences)
Oleksandr Matsko (Candidate of military sciences, professor)
Volodymyr Dachkovskiy (Candidate of technical sciences)*

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

The problem of management of information and material flows in the system of logistic support of the Armed Forces of Ukraine is researched. The functions that rely on the logistic support system of the Armed Forces of Ukraine are considered. Using the method of system analysis and one of the functions of logistic support, namely maintenance and restoration of armaments and military equipment, the structure of the executive logistic support system is proposed and the structure of information flows occurring in the system of logistics at all levels of the hierarchy from strategic to tactical is developed.

It is determined that effective management of information flows will depend on the degree of automation of the logistics system. The components of an automated control system are proposed, on the basis of which the

control system will automatically predict the need for military units (units) in material and technical means, determine at what time they should be submitted, in what volume and optimal route of their transportation.

Keywords: *logistics, restoration, armament and military equipment, automated control system, information flows.*

References

1. On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated May 20 2016 "On the Strategic Defense Bulletin of Ukraine" [Electron. resource]: Decree of the President of Ukraine dated 06 June 2016 No. 240/2016. - Access mode: <http://www.president.gov.ua/documents/2402016-20137>.
2. On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated September 2, 2015, "On the new edition of the Military Doctrine of Ukraine" [Electron. resource]: Decree of the President of Ukraine dated September 24, 2015 № 555/2015. - Mode of access: <http://www.zakon.rada.gov.ua/laws/show/555/2015>.
3. The main provisions of the logistic support of the Armed Forces of Ukraine [Electron. resource]: Order of the MOU of October 11, 2016, No. 522. - Mode of access: <http://www.mil.gov.ua/ministry/normativnopravovabaza/nakazi-ministra-oboroniukraini/nakazi-ministerstva-oboroni-ukrainiza-2016-rik.html>.
4. On Amendments to the Order of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine dated May 16, 2011 No. 90, Order of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine dated June 16, 2017 No. 209 "Regulations on the Main Directorate of Logistics of the Armed Forces of Ukraine"
5. **Gusak Y.E.** Development of logistics in Ukraine [Electronic. resource]: / Gusak Yu.E., Marchenko V.M. // Collection of scientific works of young scientists of the faculty of management and the stamp of the KPI them. I. Sikorsky "Actual Problems of Economics and Management" - 2016. - №10 - Access Mode: http://ape.fmm.kpi.ua/article/view/68014/pdf_49
6. **Chornopyska, N.V.** Origins of military logistics in Ukraine / N.V. Chornopyska, O.V. Bren, O.I. Danil'tsev // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". Logistics - 2015 - # 833. - P. 109-117.
7. **Bondarenko O. S.** Theoretical Aspects of Logistics: Evolution of Development and Modern Interpretation [Electron. resource]: / O. S. Bondarenko // Agrosvit. - 2009. - No. 23. - P. 36-40. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/agrosvit_2009_23_10.
8. **Rolin I.F.** Contents of the main terms in the field of logistic support for military formations / I.F. Rolin, I.E. Morozov, O.V. Minko // Armament and military equipment. - 2017 - No. 1 (49). - P. 61-64.
9. **Bondarenko O.G.** Basic provisions on logistic support of the National Guard of Ukraine / O.G. Bondarenko, L.F. Tovma, R.V. Nesterenko, O.G. Kasim // Bulletin of the Economy of Transport and Industry. - 2018. - № 61. - P. 230-240.
10. **Sapiga R.I.** Structurization of the Logistic Support System of the Armed Forces of Ukraine / R.I. Sapiga // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". - 2009. - No. 649. - pp. 335-342.
11. **Sapiga R.I.** Civilian outsourcing of military logistics as a factor of national security / R.I. Sapiga // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". - 2010. - No. 669. - P. 123-129.
12. **Sapiga R.I.** Logistics as a factor in military-economic security / R.I. Sapiegha // Scientific notes of Lviv University of Business and Law. - 2011 - Issue 6. - pp. 247-252.
13. **Kivlyuk V. S.** Developing common views on the creation of a modern state logistics system of the Armed Forces of Ukraine / VS Kivlyuk, M.Ya. Klonnac, V.M. Loza VV Shevchenko // Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv National Taras Shevchenko University. - 2016. - Voip. 51. - P. 100-109.
14. Fundamentals of Logistics: Teach. manual / [Dachkovsky VO, Ovcharenko IV, Vorobiev O.M., Yaroshenko O.V., Melnyk B.O.]. - K.: NUOU them. Ivan Chernyakhovsky, 2018. - 204 pp.
15. **Zaklad M. A.** Approaches to the formation of the main characteristics of the logistics system of the Ukrainian Armed Forces / M.A. Zakalad, FP Pedan O.A. Romanchenko // Collection of scientific works of the Center for military-strategic research of the National University of Defense named after Ivan Chernyakhovsky. - 2018. - No. 1. - P. 97-101.
16. **Naumenko M.O.** Improvement of Organizational and Functional Structure of Logistic Support of the Armed Forces of Ukraine [Electron. resource]: / M.O. Naumenko, L.V. Morozova // Business Inform. - 2016. - No. 3. - P. 279-284. - Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/binf_2016_3_43.
17. **Kivlyk V. and Gannenkou Y.** 2018. Improvement of the system of provision of material resources of the Armed Forces of Ukraine. [Electron. resource]: Journal of Scientific Papers "Social Development and Security". 4, 2 (April 2018), 49-58. Access mode: DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1231404>.
18. **Dachkovskiy V.A.** Conceptual bases of the functioning of the subsystem of restoration in the system of logistic support of the Armed Forces of Ukraine / Dachkovsky V.A. // Problems of the development of weapons and military equipment of the Armed Forces of Ukraine Department of Thoracic and Toxicology, IOPL, NUO Scientific Practical Workshop May 2-3, 2018 Theses. add - Kyiv, 2018 - P. 29.

CALS- КОНЦЕПЦІЯ ЛОГІСТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ: НАЦІОНАЛЬНІ АСПЕКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ

В статті обґрунтована актуальність впровадження інтегрованої логістичної підтримки життєвих циклів зразків озброєння та військової техніки, що проектується, виробляється, експлуатуються та утилізуються в Україні. Показано, що найбільш ефективним та розповсюдженим у світі інструментом реалізації інтегрованої логістичної підтримки є CALS-концепції (Continuous Acquisition and Life Cycle Support concept). Лідером в обраному напрямку досліджень є Сполучені Штати Америки, де CALS-концепція зародилася в середині 80-х років XX ст. Сьогодні, не зважаючи на дуже високий рівень стандартизації у сфері CALS-технологій та систем існують національні особливості імплементації CALS-концепції в практику менеджменту життєвого циклу зразків озброєння та військової техніки різних країн. Метою статті є виявлення викликів, які можуть виникнути на шляху впровадження CALS-концепції в український оборонно-промисловий комплекс та силові структури. Поставлена задача вирішувалась шляхом аналізу та узагальнення досвіду впровадження інтегрованої логістичної підтримки життєвого циклу зразків озброєння та військової техніки (на основі CALS-технологій та систем) в країнах членах НАТО, які за територію, військовим, промисловим, науковим потенціалом можна порівняти з Україною. У якості таких країн були обрані Французька Республіка, Іспанія, Італія, Німеччина. Виділені виклики та шляхи їх подолання, характерні для кожної із країн. Показано як цей досвід може бути застосований в Україні. Так досвід Французької Республіки обґрунтовує доцільність інтеграції наявних в державі інформаційних систем, наприклад різного роду реєстрів, системи Прозорро тощо, до інформаційних систем підтримки життєвого циклу озброєння та військової техніки. Досвід Іспанії важливий для прозорого ціноутворення вартості життєвого циклу. Італія впроваджує останню тенденцію в цій галузі – логістику ефективності. В Німеччині існує CALS-форум – платформа для об'єднання та обміну досвідом спеціалістів в цій галузі. Дані дослідження мають стати фундаментом для подальшого розвитку CALS-систем для озброєння та військової техніки, що розробляються та модернізуються в Україні в умовах гібридної війни.

Ключові слова: CALS-концепція, інтегрована логістична підтримка, озброєння та військова техніка, вартість життєвого циклу, логістика ефективності, підтримка життєвого циклу продукту, ISO 10303-239, CALS-форум Німеччини

Вступ

Постановка проблеми. Поточна військово-політична ситуація в Україні вимагає швидкого та ефективного реформування та модернізації Збройних Сил України, Національної Гвардії та інших підрозділів МВС, а також Державного концерну «Укроборонпром». Одним із напрямків такої модернізації є впровадження інформаційних технологій на усіх рівнях вищеперелічених організацій. Прикладами таких напрямків, які реалізуються впродовж тривалого часу в Україні є єдина інформаційна система управління оборонними ресурсами (Defence resources management information system – DRMIS) створення якої до 30 грудня 2020 р. задекларовано дорожньою картою оборонної реформи України за 2016-2020 рр. Напрями реформування оборонно-промислового комплексу України задекларовані ДК «Укроборонпром», а саме корпоратизація, кластеризація, аудит, захист технологій та запуск Головної агенції передових досліджень і розробок

(ГАРДА) також вимагають широкого застосування інформаційних технологій.

Для забезпечення ефективного розвитку інформаційних технологій логістичної підтримки життєвих циклів зразків озброєння та військової техніки доцільно звернутися до досвіду Сполучених Штатів Америки та інших країн-членів НАТО. Цьому є як мінімум дві причини. По-перше, починаючи з 2014 року Україною задекларований та реалізується чіткий напрямок євроатлантичної інтеграції. Так, наприклад створена на базі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Головна агенція передових досліджень і розробок ДК «Укроборонпром» є аналогом американської Агенції передових оборонних дослідницьких проектів (Defense Technology Research Agency) – піонером впровадження інформаційних технологій у військову сферу та військово-промисловий комплекс є США, де вже з середини 1980-х почали розвиватися технології безперервної

інформаційної підтримки поставок та життєвого циклу складної технічної продукції. Англійська абревіатура CALS-технологій (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) широко увійшла до вжитку спочатку в країнах НАТО, а потім і в багатьох інших країнах світу. Причому CALS-концепція набула популярності не тільки при логістичному супроводі озброєння та військової техніки, але і цивільної високотехнологічної продукції.

Аналіз останніх досягнень та публікацій. Зацікавленість спеціалістів зі всього світу в застосуванні CALS-технологій у військовій та цивільній сферах спонукало NATO CALS Office (NCO) опублікувати проект довідника NATO з CALS-технологій в січні 1996. Цей продукт розповсюдився по всьому світу та був перекладений на багато світових мов. Наступний проект довідника є розширенням та доповненням попередньої версії. NCO бачить цей довідник, як живий документ, який в перспективі буде знаходитися на Web-платформі та постійно оновлюватись, по мірі того, як нова інформація стане доступною [1]. Концепції, викладені в [1] знайшли подальший розвиток в доповідях та стандартах НАТО, наприклад [2, 3 та ін.]. Однак, тим не менше, базовим документом на який доцільно спиратися при розгляді моделей реалізації CALS-концепції є [1].

Існує ряд вітчизняних публікацій в яких розглянуті деякі практичні напрямки використання CALS-концепції [4, 5 та ін.]. Однак в них, в основному, приділяється увага використанню інтегрованої логістичної підтримки на основі CALS-концепції продукції машинобудування цивільного призначення.

Робота [6] є однією із перших в якій комплексно розглядаються питання розробки вітчизняних CALS-технологій в оборонній сфері. Показана важливість побудови систем інтегрованої логістичної підтримки зразків озброєння та військової техніки із застосуванням CALS-концепції. Підкреслюється, що сучасні замовники продукції військового призначення, в рамках проведення міжнародних тендерів на закупівлю озброєння до армій держав світу, висувають до виробників вимоги щодо відповідності системі CALS-концепції. Показано, що на даний момент в країнах колишнього СРСР системи інтегрованої логістичної підтримки знаходяться на стадії розробки та закінчених рішень у цій області немає. Для ефективної організації взаємодії учасників життєвого циклу озброєння та військової техніки в режимі реального часу запропонована система інтегрованої логістичної підтримки життєвого циклу зразку озброєння. Показана важливість створення ефективної та гнучкої бази даних, яка б містила достатню кількість інформації про зразок озброєння та військової техніки. Значна частина статті [6] присвячена напрацюванням Російської Федерації в обраному напрямку досліджень, що є дуже важливим оскільки обороно-промисловий

комплекс, як Російської Федерації так і України має схожі виклики, через рудименти радянської системи управління розробкою та виробництвом об'єктів озброєння та військової техніки. Також присутній аналіз досвіду країн членів НАТО в цій галузі, однак цей аналіз потребує значного розширення та розвитку.

В статті [7] розглянуто різні підходи і сучасні методи інтеграції автоматизованих систем управління з точки зору створення єдиної інформаційної системи управління оборонними ресурсами (Defence resources management information system – DRMIS) Збройних Сил України. Наведено основні принципи та переваги кожної з технологій. В статті загадуються CALS-технології, як одна із складових DRMIS. Однак в [7] CALS-концепція в повній мірі не розглядається як компонент, що супроводжує зразки озброєння та військової техніки на усіх етапах їх життєвого циклу і таким чином інтегрує замовника озброєння, розробників, виробників, субпідрядників, організації що займаються утилізацією тощо.

В статті [8] вивчено основні нормативні документи та наукові публікації зарубіжних країн, в першу чергу країн-членів НАТО. Дані дослідження мають стати фундаментом для подальшого розвитку CALS-систем для озброєння та військової техніки, що розробляються та модернізуються в умовах гібридної війни. Незважаючи на те, що існує значна кількість загальних керівних документів та стандартів НАТО досвід та виклики, що виникають на етапі впровадження цих технологій в конкретних країнах є індивідуальним і заслуговує окремого аналізу.

Метою даної статті є аналіз та узагальнення досвіду впровадження інтегрованої логістичної підтримки життєвого циклу зразків озброєння та військової техніки (на основі CALS-технологій) в країнах членах НАТО, які за територію, військовим, промисловим, науковим потенціалом можна порівняти з Україною. Виявлення викликів, що виникали у Французької Республіки, Іспанії, Італії, Німеччини на цьому шляху. Дослідження шляхів їх подолання та можливості використання цього досвіду при впровадженні CALS-концепції в Україні.

Аналіз науково-практичних аспектів впровадження інтегрованої логістичної підтримки життєвого циклу озброєння та військової техніки на основі CALS-концепцій в країнах НАТО

Як було сказано вище, розробником та піонером впровадження інтегрованої логістичної підтримки життєвого циклу зразків озброєння та військової техніки на основі CALS-концепції є США. Впровадження інновацій в цій галузі в партнерах США по НАТО має певну специфіку характерну для кожної окремої країни. У якості об'єктів аналізу та порівняння використовуємо європейські країни, які за територією, кількістю населення, військовому, військово-промислому

та науковому потенціалу аналогічні Україні. На початку 90-х років XX ст. Україну за вищезазначеними ознаками порівнювали із Французькою Республікою. Тож аналіз почнемо саме із цієї країни.

В доповіді [9] представлені напрямки ратифікації, дослідження та впровадження логістичної підтримки життєвого циклу продукту (Product Life Cycle Support – PLCS) для обміну даними між Міністерством оборони Франції та промисловістю. В [9] представлено організаційну структуру Міністерства оборони Французької Республіки. У якості основних цілей створення логістичної системи декларуються наступні:

- побудову однієї центральної логістичної інформаційної системи для кожного середовища (повітря, земля, море);

- забезпечення інтерфейсу кожної із вище перелічених логістичних систем із CHORUS. CHORUS – міжвідомчий проект, запущений Французькою Республікою у 2007 році для заміни додатка керування державними витратами ACCORD.

Також показано, що Франція спершу ратифікувала стандарти (зокрема ISO 10303-239 (PLCS) міжнародний стандарт, котрий визначає інформаційну модель, що визначає яка інформація може бути представлена та підлягає обміну для підтримки продукту протягом його життєвого циклу. Це забезпечується шляхом використання

мови інформаційного моделювання EXPRESS), пов'язані із логістичною підтримкою життєвого циклу продукту без правозастосування, провела випробування на обмеженій кількості продуктів перед повною ратифікацією стандартів. Представлена архітектура мережі, яка забезпечує комунікацію учасників життєвого циклу озброєння та військової техніки, яка відзначається наступними рисами. По-перше сітка ізольована від Інтернет. По-друге, з'єднання між військовими і промисловістю здійснюється через безпечне ENX-з'єднання. ENX – мережа європейської асоціації виробників, постачальників та інших організацій пов'язаних із транспортними засобами. Детально розглянуті етапи і напрямки впровадження логістичної підтримки життєвих циклів продуктів. Показано, що базисом застосування PLCS є CALS-концепція, етапи розвитку якої представлені в доповіді. CALS-концепція поділяється на CALS-системи та CALS-технології. Базовою системою, яка є апаратною частиною реалізації CALS-концепції є система обміну даними. Рациональність організації схеми визначає надійність системи, її стійкість та ефективність в плані відсутності дублювання інформації. В представлено схематичне зображення системи обміну даними між учасниками життєвого циклу озброєння та військової техніки сил наземних операцій (рис. 1) [9].

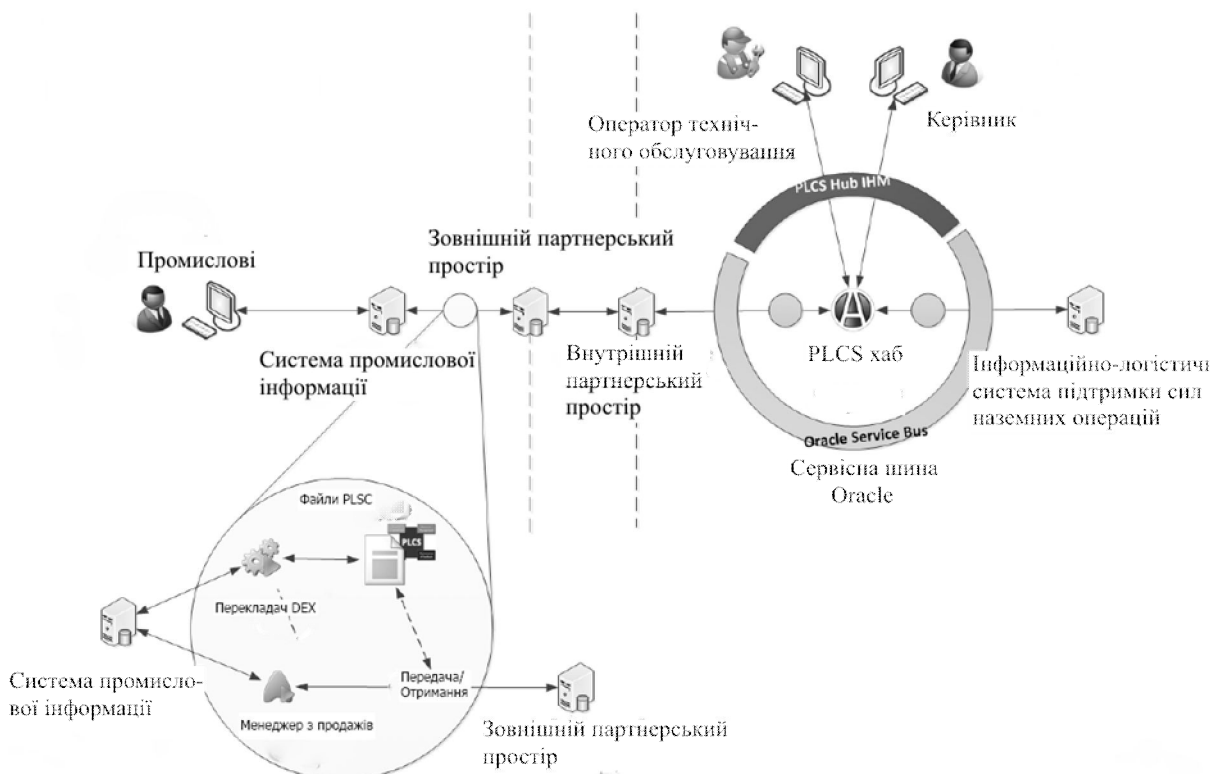


Рис. 1 – Обмін даними: інтеграція в партнерське середовище інформаційно-логістичної системи сил наземних операцій

Досвід Французької Республіки по впровадженню PLCS, що базується на стандарті ISO 10303-239 та інших нормативних документах може бути застосований в Україні при врахуванні

відмінностей та військово-політичні особливості сучасного розвитку нашої держави та Французької Республіки. Актуальність вивчення та впровадження в практику PLCS також

підтверджується нещодавнім прийняттям національного стандарту ДСТУ ISO 10303-239:2018 (ISO 10303-239:2012, IDT) Системи промислової автоматизації та інтеграції. Подання даних щодо продуктів та обмін. Частина 239. Протокол додатків. Підтримування життєвого циклу продукту – На заміну ДСТУ ISO 10303-239:2007, гармонізованого із міжнародним стандартом, методом підтвердження з наданням чинності [10]. Метод підтвердження означає впровадження стандарту ISO англійською мовою «як є», що обґрунтовує необхідність створення вітчизняних наукових напрацювань та термінологічного забезпечення цієї галузі.

Іспанські дослідники приділяють значну увагу питанням оцінки вартості життєвого циклу озброєння та військової техніки. Так у [11] вказано, що інструкція 67/2011 SEDEF/MINISDE/ESPAÑA в Іспанії регулює процес закупки матеріальних ресурсів з урахуванням їх життєвого циклу. Для того щоб здійснити первинну оцінку програми у відповідності із умовами затребуваного військово-технічного проекту використовується оцінка вартості життєвого циклу, як інструмент прийняття управлінського рішення. Існуюча процедура оцінки вартості життєвого циклу (Life-Cycle Cost (LCC)) оборонних програм в Іспанії представлена в [11]. В есе [11] проводиться порівняння процедури LCC в Іспанії з аналогічними процедурами наднаціональних організацій до яких належить країна (NATO/OCCAR). В роботі представлені загальні методи та техніки оцінки вартості життєвого циклу, оцінки можливостей, витрат та зусиль по створенню озброєння та військової техніки. Акцентується увага на особливостях процедури оцінки вартості його життєвого циклу в Іспанії. Проведено кількісний аналіз використання різних типів технік, параметрів та схем в оцінці вартості життєвого циклу озброєння та військової техніки.

Одним із основних висновків, які робить автор за результатами дослідження [11] є те, що в Іспанії не існує ефективної системи інформаційного менеджменту, яка б дозволяла отримувати дані про повні витрати або хоча б часткові витрати на життєвий цикл наявних систем озброєння. Надійність інформації, що зберігається в гетерогенних системах є низькою, а ресурси необхідні на отримання та обробку цієї інформації, котра обслуговується на різних носіях та в різних форматах є значними. Крім того, інформація, отримана від компаній, є односторонньою та представляється в форматах, які складно обробляти [11]. Даний висновок є вкрай цінним для України через те, що показує надзвичайну важливість створення уніфікованої системи інформаційного менеджменту, яка б дозволяла покращити комунікацію між учасниками життєвого циклу озброєння та військової техніки, що в результаті дасть змогу знизити LCC.

Наступним висновком автора [11] є те, що потрібно досягти прогресу щодо симетрії

інформації (рівномірного розподілу інформації) з промисловістю. Оскільки близько 80% рахунків в оборонній сфері в Іспанії виставлено в межах обмеженої групи з шести компаній, для того, щоб розвинути інформаційну симетрію, було б доцільно інтегрувати експертів з оцінки витрат в команду управління оборонною програмою. Більше того, більшість іспанських державних компаній, які є постачальниками міністерства оборони, перенасичені. Заробітна плата їх співробітників є вищою, ніж в решті сектору, а умови праці є сприятливішими. Мета їх директорів полягає в тому, щоб уникнути порівняння їх вартості з ефективними витратами. Саме тому доцільно виділити додаткові витрати пов'язані із вищевказаними недоліками, так щоб вони покривалися Міністерством промисловості [11].

Створення інтегрованих команд проекту в числі яких були б незалежні експерти з оцінки витрат в цілому є дуже корисним для підвищення прозорості ціноутворення в українському військово-промисловому комплексі. Принцип незалежного нагляду уже використовується в ДК «Укроборонпром». До наглядової ради входять представники Збройних Сил, служби фінансового моніторингу України, наукової спільноти та іноземний експерт [12, 13]. Досвід вищої заробітної платні та кращих умов праці в оборонно-промисловій галузі був би позитивний для України, тому що збільшив би приплив талановитої молоді в цю сферу.

В [11] обґрунтовано взаємозв'язок між LCC та системами зберігання та обробки інформації. Показано, що кодифікація інформації із використанням декомпозиції структури, її зберігання та обробки в централізованих системах управління є основними складовими отримання даних, які в подальшому можна буде використати для створення моделей оцінки витрат.

Вказується, що необхідно створити постійний офіс для управління програмами, який би було укомплектовано фахівцями, які спеціалізувалися на управлінні, а також який би був каналом ноу-хау, займався організацією, координацією між програмами, контактами із засобами масової інформації та аналізом отриманого досвіду, а також розвивав програми лідерства, розробки та управлінням політикою, процедурами, шаблонами та іншою документацією. Крім того, їй буде доручено керувати інтегрованими командами з управління шістьма вищезазначеними компаніями. Іспанські фахівці, які займають керівні посади в OCCAR/NATO, повинні бути зобов'язані виконувати аналогічні функції в самій Іспанії. Працівників збройних сил, які цього бажають, слід заохочувати до розвитку своєї кар'єри в рамках управління програмою. Необхідно підтримувати інституційну підготовку, а також тренування в престижних міжнародних центрах де вони повинні набувати додаткових компетенцій за межами Міністерства оборони Іспанії. В аналітичному огляді [11] обґрунтовується доцільність впровадження техніки аналізу вартості життєвого

циклу, як частини процедури надання контрактів виконавцям. Також автори [11] на основі бази даних звітів з кошторису та досвіду, отриманого за чотири роки, робить наступні рекомендації:

- доцільність залучення технічного органу, який мав би компетенцію з оцінки вартості життєвого циклу для кожного етапу процесу закупівель, до моменту підписання контракту з придбання ресурсу та дотримання рекомендацій, викладених у його звітах;

- усім учасниками життєвого циклу сприяти формуванню факторів, коефіцієнтів, параметрів і правил канонічного кодування інформації, що характеризують життєвий цикл;

- регулювати мінімальні терміни, залежно від типу програми, доступні для експертів на кожному етапі життєвого циклу для цілей оцінки;

- обмежити терміновість обробки документів, що виникають в результаті кожної фази життєвого циклу, щоб це не призводило до того, що кошторис витрат виконується із використанням грубих оцінок, або не виконується зовсім;

- розробити проект публікації, що слугуватиме набором керівних принципів для виконання декомпозиції структур продукту, робіт вартості;

- розрахунки, формати, методи та інструменти, що використовуються в оцінках, повинні бути доступними та супроводжувати документи, розроблені на кожному етапі;

- робочі групи, створені для оцінки реалізації угоди, повинні бути небюрократичними та контролюватися постійним офісом для управління програмами або професійним фахівцем. Професійні критерії членів групи повинні переважати над рангом у цій групі, тим самим відмежовуючи експертів від будь-яких ієрархічних відносин з групою та органом, який її створив;

- функціональна структура організації повинна розвиватися, орієнтуючись на проекти.

Протягом останніх десятиліть міністерство оборони Італії також намагалося відкрити для себе

нові методи логістичної підтримки. У зв'язку із цим у Білій Книзі 2015 року підкреслювалась необхідність перегляду моделі управління закупівлями, логістичною підтримкою, яка б включала існуючі процедури, структури і норми, на основі зразків приватних компаній та керуючись базовими принципами ефективності та результативності. В огляді [14] вказується, що матеріально-технічне забезпечення часто вважалось допоміжним питанням в стратегіях оборонних закупівель військових відомствах багатьох країн, це мало негативний вплив, як на ефективність системи, так і на результативність процесу. Останнім часом нові тенденції призвели до того, що логістична підтримка стає все більш важливою, як у оперативному, так і в технологічно-промисловому плані, із поступовим переходом до логістичних моделей основаних на ефективності (performance-based logistics) – логістика ефективності. Ці моделі здійснили революцію в логістичній підтримці, зобов'язавши постачальників забезпечити конкретні показники ефективності систем. В роботі [14] коротко розглянуто розвиток і сучасні тренди логістичної підтримки у військовій сфері, порівнюються традиційні та основані на ефективності логістичні моделі. Дається посилання на документ [15] в якому вказано, що логістикою ефективності є синонімом підтримки життєвого циклу продукту, основаної на його ефективності. В даному випадку переваги досягаються за допомогою механізмів в основу яких покладено результативність, що забезпечує тактико-технічні характеристики та стимулює постачальників логістичної підтримки продукту зменшувати вартість за допомогою використання інновацій. Цими механізмами є контракти з промисловістю або внутрішньоурядові угоди. Ефективність тут визначається набором спеціальних показників [14, 15]. Різниця між традиційним підходом та логістикою ефективності показана на рис. 2 [14].

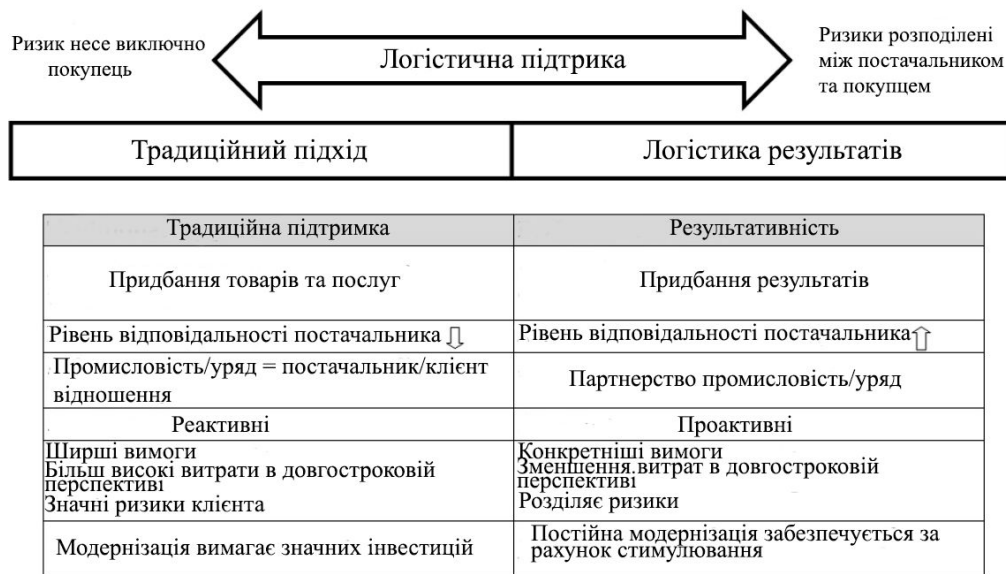


Рис. 2 – Порівняльна схема традиційного логістичного підходу та логістики ефективності

Також в огляді [14] обґрунтована важливість сучасної логістики взагалі та логістики ефективності зокрема для проведення реформи Збройних Сил Італії.

В презентації [16] одного з провідних фахівців у галузі досліджень Peter Janatschek, представника DATAGROUP BGS, Німеччина показано, що базисом менеджменту життєвого циклу озброєння та військової техніки є стандарти та специфікації. Окрім цього розглядається функціонування асоціації CALS Forum Deutschland (CFD), яка була заснована в 2000 році. Як незалежна та компетентна платформа CALS Forum Deutschland сприяє інтересам своїх членів у їх взаємодії із представниками уряду, суспільства, торгівлі, промисловості, науки та представляє їх в національних і міжнародних організаціях і органах влади. У CFD члени концентрують свої можливості в областях і дисциплінах, пов'язаних із інтегрованим управлінням життєвим циклом високотехнологічної продукції. Сьогодні CFD, будучи центром мережі, представляє незалежний і компетентний логістичний форум як для державних користувачів, так і для промисловості. Починаючи з 2000 року, вона стала центром логістичної компетенції, орієнтованої на управління життєвим циклом та інтеграцію спеціалістів у цій галузі [16]. Досвід створення CALS був би дуже корисний для України, оскільки дозволив би об'єднати спеціалістів, що працюють в цьому напрямку в рамках єдиної платформи.

Висновки та перспективи подальших досліджень

В результаті проведеного аналітичного дослідження із досвіду впровадження інтегрованої логістичної підтримки життєвого циклу зразків озброєння та військової техніки можна у кожній розглянутій країні запозичити корисний довід для впровадження CALS-концепції у вітчизняні силові структури, оборонно-промисловий комплекс, наукові організації.

Досвід Французької Республіки показує нам наступне:

- стандарти ISO та внутрішні стандарти та специфікації NATO доцільно приймати в декілька етапів. Перший етап – прийняття без примусового правозастосування. На цьому етапі проводиться апробація стандартів та специфікацій на пілотних проектах. Після аналізу отриманого досвіду,

Література

1. NATO CALS handbook. – 2000. – 307 р. 2. NATO standard AAP-20. NATO Programme Management Framework (NATO Life Cycle Model). – 2015. – 78 р. 3. Methods and Models for Life Cycle Costing. Final Report of Task Group SAS-054 / Research and technology organisation NATO. – 2007. 4. **Повстяной О.Ю.** Застосування CALS-технології для комплексного виготовлення корпусів водолічильників з використанням програмного комплексу Delcam // Lviv Polytechnic National University Institutional Repository <http://ena.lp.edu.ua/> 2013. – С. 148-153. 5. **Авдєєв О.М.** Інтегрована логістична підтримка поставок авіадвигунів

практичної підготовки кваліфікованих фахівців, врахування наявних помилок та складнощів тощо стандарти та специфікації стануть обов'язковими для усіх учасників життєвого циклу високотехнологічної продукції, наприклад озброєння та військової техніки;

- при побудові інформаційних CALS-систем доцільно використовувати уже наявну в державі інформаційну інфраструктуру, в Україні такими системами можуть бути різного роду реєстри, система Прозорро тощо.

Іспанські дослідники приділяють значну увагу прозорості формування вартості життєвого циклу зразків озброєння та військової техніки. Для цього рекомендується створювати незалежні наглядові ради. Для України ця рекомендація є дуже актуальною оскільки ДП «Укроборонпром» декларує принципи прозорості та відкритості, має незалежну наглядову раду тощо. Інша рекомендація науковців Іспанії є створення інформаційних систем які б зберігали та обробляли статистичні дані, що виникають на усіх етапах життєвого циклу високотехнологічної продукції. Наявність таких даних дозволить створювати математичні моделі вартості життєвого циклу наявних об'єктів та екстраполювати їх нові зразки озброєння та військової техніки. Такий підхід був би дуже корисний для України.

В ході реформи Збройних Сил Італії пропонується перехід від традиційної логістики до так званої performance-based logistics – логістика ефективності. В якій чітко визначається набір показників (метрики) ефективності задач, які виконує зразок озброєння або військової техніки. Таким чином замовник отримує не зразок озброєння, а результат виконання певної задачі із певною ефективністю, набір показників для оцінки якої визначений заздалегідь.

На даному початковому етапі розвитку CALS-систем та технологій в Україні найбільш цінним виглядає досвід Німеччини де існує CALS-форум Німеччини. Для подальшого розвитку цього науково-практичного напрямку в нашій державі вкрай важлива взаємодія та інтеграція спеціалістів силових відомств, військово-промислового комплексу, науковців зайнятих розробкою, виробництвом, експлуатацією та утилізацією різних видів озброєння та військової техніки.

та комплектуючих / Авдєєв О.М., Дмитрієв С.О., Тамаргазін О.А. // *Авиационно-космическая техника и технология*, 2006, № 10 (36). – С. 168-170. 6. **Воїнов В.В.** Інтегрована логістична підтримка зразків озброєння та військової техніки / Воїнов В.В, Бровко М.Б., Запара Д.М. // Системи озброєння і військова техніка. – 2014. – № 1(37). – С. 12-15. 7. **Кірпічніков Ю.А.** Аналіз світового досвіду застосування інтеграційних технологій в автоматизованих системах управління / Кірпічніков Ю.А., Утюшев М.К., Закалад М.А., Головченко О.В., Васюхно С.І. // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень

Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського. – 2016. – № 3. – С. 131-135. **8. Скворчевський О. Є.** Аналіз зарубіжного досвіду побудови CALS-технологій для управління життєвим циклом озброєння та військової техніки / О.Є. Скворчевський // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Сер. : Економічні науки. – Харків : НТУ "ХПІ", 2016. – № 48 (1220). – С. 75-80. **9.** PLCS (Product Life Cycle Support) for Data Sharing between French MoD and Industry – Ratification, Experimentation and Implementation / 9th NATO LCM Conference, 29 January 2013 y. – 38 p. Access mode: http://www.asd-ssg.org/c/document_library/get_file?p_l_id=47316&folderId=47379 **10.** Наказ № 517 від 19 грудня 2018 р. Про прийняття та скасування національних стандартів, прийняття зміни до національного стандарту/ Національний орган стандартизації Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості». – Київ, 2018. – 4 с. **11. Javier Pastor Sánchez** Life cycle cost estimation procedure for a weapon system in

Spain / Javier Pastor Sánchez // Journal of the Spanish institute for strategic studies/ - 2015. – № 6. – С. 1-40. Access mode: <http://revista.ieee.es/index.php/ieee> **12.** Указ Президента України Про членів Наглядової ради Державного концерну «Укроборонпром» від 17 березня 2014 року № 309/2014. **13.** Розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 січня 2018 р. № 42-р Про призначення члена наглядової ради Державного концерну «Укроборонпром». **14. Ungaro Alessandro R.** Italian Defence Reform: Toward a New Logistics Support Model? / Alessandro R. Ungaro, Paola Sartori and Federico Palmieri // Documenti Istituto Affari Internazionali. ISSN 2280-6164 – July 2017. – 14 p. **15.** US Department of Defense, PBL Guidebook. A Guide to Developing Performance-Based Arrangements, 2016, p. 10, http://bbp.dau.mil/docs/PBL_Guidebook_Release_March_2016_final.pdf. **16.** Janatschek Peter Standards and Specifications The Basis for Life Cycle Management in NATO // Janatschek Peter / Data Group. S-Series Specification Day S1000 User Forum. – 2013. – 17 p.

CALS-КОНЦЕПЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ: НАЦИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ

Александр Евгеньевич Скворчевский (кандидат технических наук, доцент)

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина

В статье обоснована актуальность внедрения интегрированной логистической поддержки жизненных циклов образцов вооружения и военной техники, которые проектируются, производятся, эксплуатируются и утилизируются в Украине. Показано, что наиболее эффективным и распространенным в мире инструментом реализации интегрированной логистической поддержки является CALS-концепция (Continuous Acquisition and Life Cycle Support concept). Лидером в направлении исследований статьи являются Соединенные Штаты Америки, где CALS-концепция зародилась в середине 80-х годов. Сегодня, несмотря на очень высокий уровень стандартизации в сфере CALS-технологий и систем существуют национальные особенности имплементации CALS-концепции в практику менеджмента жизненного цикла образцов вооружения и военной техники разных стран. Целью статьи является выявление вызовов, которые могут возникнуть на пути внедрения CALS-концепции в украинский оборонно-промышленный комплекс и силовые структуры. Поставленная задача решалась путем анализа и обобщения опыта внедрения интегрированной логистической поддержки жизненного цикла образцов вооружения и военной техники (на основе CALS-технологий) в странах членах НАТО, которые по территории, военному, промышленному, научному потенциалам можно сравнить с Украиной. В качестве таких стран были выбраны Французская Республика, Испания, Италия, Германия. Выделены вызовы и пути их преодоления, характерные для каждой из стран. Показано как этот опыт может быть применен в Украине. Так опыт Французской Республики обосновывает целесообразность интеграции имеющихся в государстве информационных систем, например, разного рода реестров, системы Прозорро т.д. с информационными системами поддержки жизненного цикла вооружения и военной техники. Опыт Испании важен для прозрачного ценообразования стоимости жизненного цикла. Италия внедряет последнюю тенденцию в этой области – логистику эффективности. В Германии существует CALS-форум – платформа для объединения и обмена опытом специалистов. Данные исследования должны стать фундаментом для дальнейшего развития CALS-систем для образцов вооружения и военной техники, разрабатываемых и модернизируемых в условиях гибридной войны.

Ключевые слова: *CALS-концепция, интегрированная логистическая поддержка, вооружение и военная техника, стоимость жизненного цикла, логистика эффективности, поддержка жизненного цикла продукта, ISO 10303-239, CALS-форум Германии*

CALS-CONCEPT OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT LIFE CYCLE LOGISTIC SUPPORT: NATIONAL ASPECTS OF IMPLEMENTATION

Oleksandr Skvorchevskiy (Candidate of technical sciences, associated professor)

The topicality of implementation of life cycle integrated logistic support for weapons and military equipment that are designed, manufactured, operated and disposed in Ukraine is substantiated in the article. It was shown that the most effective and widespread in the world tool for implementing integrated logistics support is the CALS-concept (Continuous Acquisition and Life Cycle Support). The United States of America is the leader in this field, where the CALS-concept was originated in the mid-80s. Today, despite the very high level of standardization in the field of CALS technologies and systems, there are national peculiarities of the implementation of the CALS concept in the practice of weapons and military equipment life cycle management for different countries. The challenges identification that may arise in the way of the implementation of the CALS concept in the Ukrainian defence industry and security forces is the purpose of the article. The task was solved by analysing and summarizing the experience of introducing life cycle integrated logistical support for armaments and military equipment (based on CALS technologies) in NATO member countries, which can be compared with Ukraine in territory, military, industrial and scientific potentials. The next countries were chosen: The French Republic, Spain, Italy and Germany. For each country were identified the most important challenges and ways of their overcome. The article shows how this experience can be useful for Ukrainian defense industry and Armed Forces. The experience of the French Republic substantiates the expediency of integrating the information systems existing in the state, for example, various kinds of registries, the Prozorro system, etc. with information systems support the life cycle of. The Spanish experience is important for transparent pricing of life cycle of weapons and military equipment. Italy introduces the latest trend in this area – performance-based logistics. There is a CALS-forum of Germany – a platform for uniting and sharing the experience of specialists in this field. These studies should be the basement for the further development of CALS-systems and technologies for Ukrainian weapons and military equipment, which will be developed and upgraded in a hybrid war.

Key words: CALS-concept, integrated logistics support, weapons and military equipment, life-cycle cost, performance-based logistics, product life cycle support, ISO 10303-239, CALS forum Deutschland

References

1. NATO CALS handbook. – 2000. – 307 p. 2. NATO standard AAP-20. NATO Program Management Framework (NATO Life Cycle Model). – 2015. – 78 p. 3. Methods and Models for Life Cycle Costing. Final Report of Task Group SAS-054 / Research and technology organisation NATO. – 2007. 4. **Povstjanoj O.Ju.** Zastosuvannja CALS-technolohii dlja kompleksnoho vyhotovlennja korpusiv vodoličyl'nykiv z vykorystannjam prohramnoho kompleksu Delcam // Lviv Polytechnic National University Institutional Repository <http://ena.lp.edu.ua/> 2013. – C. 148-153. 5. **Avdjejev O.M.** Intehrovana lohistryčna pidtrymka postavok aviadyvahuniv ta komplektujučych / Avdjejev O.M., Dmytrijev S.O., Tamarhazin O.A. // Avyacyonno-kosmyčeskaja tehnika y tehnolohija, 2006, # 10 (36). – S. 168-170. 6. **Voïnov V.V.** Intehrovana lohistryčna pidtrymka zrazkiv ozbrojennja ta vijs'kovoï techniky / Voïnov V.V., Brovko M.B., Zapara D.M. // Systemy ozbrojennja i vijs'kova tehnika. – 2014. – # 1(37). – S. 12-15. 7. **Kirpičnikov Ju.A.** Analiz svitovoho dosvidu zastosuvannja intehracijnych technolohij v avtomatyzovanyh systemach upravlinnja / Kirpičnikov Ju.A., Utjušev M.K., Zakalad M.A., Holovčenko O.V., Vasjuchno S.I. // Zbirnyk naukovych prac' Centru vojenno-stratehičnych doslidžen' Nacional'noho universytetu obrony Ukraïny imeni Ivana Černjachov's'koho. – 2016. – # 3. – S. 131-135. 8. **Skvorčevs'kyj O. Je.** Analiz zarubižnoho dosvidu pobudovy CALS-technolohij dlja upravlinnja žyttjevim cykлом ozbrojennja ta vijs'kovoï techniky / O.Je. Skvorčevs'kyj // Visnyk Nac. techn. un-tu "ChPI" : zb. nauk. pr. Ser. : Ekonomični nauky. – Charkiv : NTU "ChPI", 2016. – # 48 (1220). – S. 75-80. 9. PLCS (Product Life Cycle Support) for Data Sharing between French MoD and Industry – Ratification, Experimentation and Implementation / 9th NATO LCM Conference, 29 January 2013 y. – 38 p. Access mode: http://www.asd-scg.org/c/document_library/get_file?p_l_id=47316&folderId=47379 10. Nakaz # 517 vid 19 hrudnja 2018 r. Pro pryjnattja ta skasuvannja nacional'nyx standartiv, pryjnattja zminy do nacional'noho standartu/ Nacional'nyj orhan standartyzaciji Deržavne pidpryjemstvo «Ukrajins'kyj naukovo-doslidnyj i navčal'nyj centr problem standartyzaciji, sertyfikaciji ta jakosti». – Kyjiv, 2018. – 4 s. 11. **Javier Pastor Sánchez** Life cycle cost estimation procedure for a weapon system in Spain / Javier Pastor Sánchez // Journal of the Spanish institute for strategic studies/ - 2015. – № 6. – C. 1-40. Access mode: <http://revista.ieee.es/index.php/ieec> 12. Ukaz Prezydenta Ukraïny Pro členiv Nahljadovoji rady Deržavnoho koncernu «Ukroboronprom» vid 17 bereznja 2014 roku # 309/2014. 13. Rozporjadžennja Kabinetu Ministriv Ukraïny vid 31 sičnja 2018 r. # 42-r Pro pryznačennja člena nahljadovoji rady Deržavnoho koncernu «Ukroboronprom». 14. **Ungaro Alessandro R.** Italian Defence Reform: Toward a New Logistics Support Model? / Alessandro R. Ungaro, Paola Sartori and Federico Palmieri // Documenti Istituto Affari Internazionali. ISSN 2280-6164 – July 2017. – 14 p. 15. US Department of Defense, PBL Guidebook. A Guide to Developing Performance-Based Arrangements, 2016, p. 10, http://bbp.dau.mil/docs/PBL_Guidebook_Release_March_2016_final.pdf. 16. **Janatschek Peter** Standards and Specifications The Basis for Life Cycle Management in NATO // Janatschek Peter / Data Group. S-Series Specification Day S1000 User Forum. – 2013. – 1

ОЦІНКА РОЗВІДЗАХИЩЕНОСТІ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ, ПОБУДОВАНОЇ НА СУЧАСНИХ ЗАСОБАХ РАДІОЗВ'ЯЗКУ

В умовах масового закриття каналів витоку інформації системами криптографічного захисту інформації основним джерелом добування відомостей про характер та стан функціонування елементів системи зв'язку набувають дані радіелектронної розвідки щодо виявлення, визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання та їхній взаємозв'язок в процесі обміну інформацією. Відомості щодо виявлення джерел радіовипромінювання та визначення їхнього місцезнаходження забезпечують формування найбільш інформативних структурно-статистичних ознак оперативно-тактичної належності об'єктів і джерел розвідки, а викриття взаємозв'язків дозволяє викрити структуру системи радіозв'язку. Для здійснення більш ефективного планування зв'язку та заходів щодо протидії технічним засобам розвідки обрано підхід щодо оцінки розвідахищеності системи зв'язку з врахуванням показника електромагнітної доступності джерел радіовипромінювання та показника частотно-часового контакту приймача розвідки із складними (хаотичними) сигналами, а саме, сигналами з програмним перелаштуванням робочої частоти та широкосмуговими сигналами.

Ключові слова: сигнали з програмним перелаштуванням робочої частоти; широкосмугові сигнали; електромагнітна доступність; радіоелектронна розвідка.

Вступ

В сучасних умовах ведення збройної боротьби її результат в значній ступені залежить від повноти та своєчасності інформації, необхідної для оцінювання обстановки та прийняття обґрунтованих рішень, а також надійного та скритного управління військами. Центр ваги в протиборстві з противником з традиційних форм впливу (вогню, маневр, удар) все більше переноситься в інформаційно-телекомунікаційну область (процес прийняття рішення).

Ефективне управління військами в значній мірі визначається параметрами та характеристиками системи зв'язку збройних сил. Специфічність сучасних систем зв'язку військового призначення полягає в тому, що з однієї сторони вони вирішують задачу передачі та обробки даних, а з другої сторони – відповідати вимогам щодо стійкості та живучості під час впливу на них противника. За таких умов проблема підвищення розвідахищеності системи зв'язку піднімається на перший план. При цьому слід передбачати, що досягнення високого рівня розвідахищеності системи зв'язку залежить від характеристик її елементів.

Постановка проблеми. В сучасних системах та комплексах радіо та радіотехнічної розвідки (РРТР) підсистема визначення місцезнаходження функціонально поєднана з підсистемою пошуку. Таким чином, при виявленні сигналу станція РРТР в автоматичному режимі здійснює пеленгацію (засічку) прийнятого сигналу.

Аналіз функціонування системи зв'язку в ході проведення операції Об'єднаних сил та антитерористичної операції показав, що починаючи з моменту ескалації конфлікту на сході України незаконно-створені формування за підтримки сил та засобів Російської Федерації (РФ) постійно здійснювали радіомоніторинг частотного ресурсу, виявлення найбільш інформативних об'єктів, в результаті чого здійснювався вплив на систему зв'язку підрозділів Збройних Сил України як засобами радіоелектронного придушення, так і засобами вогневого ураження [1-3].

Аналіз остатніх досліджень і публікацій. Для оцінювання розвідахищеності об'єктів військової інфраструктури існують різні методики [4-8], які враховують енергетичні і часові показники, при цьому енергетичні показники характеризуються співвідношенням потужностей сигналів та перешкод на вході приймального пристрою засобів радіоелектронної розвідки, а часові відображають динаміку зміни стану джерел радіовипромінювання. Загальним недоліком методик є відсутність врахування показника частотно-часового контакту радіосигналів з програмним перелаштуванням робочої частоти (ППРЧ) та показника електромагнітної доступності для широкосмугових сигналів передавання, що впливає на ймовірність виявлення джерел радіовипромінювання та точність визначення місцезнаходження радіотехнічних систем зі складними сигналами.

Метою статті є проведення оцінки розвідзахищеності системи зв'язку, організованої на сучасних цифрових засобах радіозв'язку.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Одним з основних показників розвідзахищеності системи зв'язку є ймовірність виявлення елементів системи зв'язку. Цей показник залежить від ряду чинників.

До основних зовнішніх чинників, які впливають на виявлення функціонування радіотехнічних засобів слід віднести: кількість постів пошуку, час перегляду діапазону частот приймачем розвідки з технічною швидкістю аналізу, чутливість приймача розвідки (порогове значення співвідношення сигнал/шум). До основних внутрішніх чинників слід віднести: швидкість передачі інформаційного повідомлення, діапазон частот передавання широкосмугових сигналів (база сигналу) та потужність передавача. Вищезазначені чинники суттєво впливають на ймовірність частотно-часового контакту сигналу та ймовірність електромагнітної доступності сигналів з приймачем розвідки.

Поряд з основними показниками (ймовірність частотно-часового контакту та ймовірність енергетичного контакту) на виявлення об'єктів розвідки суттєво впливає показник електромагнітної доступності радіотехнічних засобів зі складними сигналами, які характеризуються збільшеною шириною спектру передавання [9-10].

Для широкосмугових сигналів база сигналу співпадає з шириною спектру шуму, в результаті чого співвідношення сигнал шум буде набагато менше одиниці.

Таким чином, ймовірність електромагнітної доступності джерел радіовипромінювання з широкосмуговими сигналами залежить від бази сигналу та співвідношення сигнал/шум на вході приймача розвідки, який розраховується згідно виразу

$$P_{емд} = F\left(\frac{P_{пер}}{BV_{ин}G_{ш}} / h_{пр}^2\right), \quad (1)$$

де: $P_{емд}$ – ймовірність електромагнітної доступності;

B – база сигналу;

$P_{пер}$ – потужність передавача;

$V_{ин}$ – швидкість передачі інформаційного повідомлення;

$h_{пр}^2$ – співвідношення сигнал/шум на вході приймача розвідки;

$G_{ш}$ – спектральна щільність потужності шуму.

Проведені розрахунки показали (рис. 1), що зі збільшення бази сигналу більше ніж 1 МГц ймовірність електромагнітної доступності джерел радіовипромінювання буде задовольняти встановленим вимогам. При цьому, безкінечне

розширення бази сигнали не має доцільності, так як зі збільшенням бази сигналу більше 3 МГц рівень електромагнітної доступності залишається незмінним.

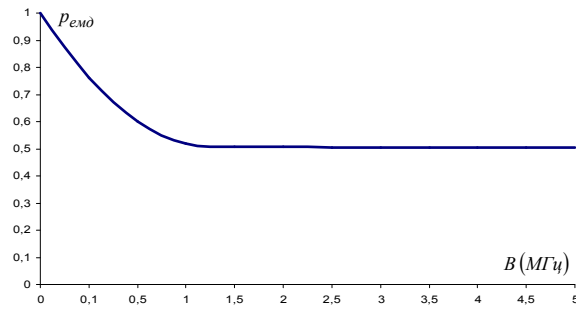


Рис. 1. Графік залежності ймовірності електромагнітної доступності від бази сигналу

Поряд з цим, для адекватного оцінювання розвідзахищеності мереж радіодоступу з штучним розширенням спектру передавання повинні бути прийняті до уваги наступні оперативнотехнічні особливості їх функціонування, а саме:

радіостанції, які працюють в режимі радіодоступу мають випадковий трафік випромінювання коротких пакетів з інтенсивністю від 0,1 до 1 пакету за вікно в режимі випадкового багатостанційного доступу;

для передачі даних використовуються сигнали зі швидкістю передавання до 50 Кбіт/с;

маршрутизація пакетів визначається радіодоступністю станції, а також завантаженням транзитних (ретрансляційних) станцій.

Таким чином, для оцінювання розвідзахищеності системи зв'язку необхідно враховувати швидкість передачі інформації, що впливає на електромагнітну доступність джерел радіовипромінювання.

Проведені розрахунки показали, що при базі сигналу 3 МГц зі збільшенням передачі інформації електромагнітна доступність джерел радіовипромінювання різко знижується, та на швидкості більше 4,8 Кбіт/с вирівнюється на рівні 0,5 (рис. 2). Подальше збільшення швидкості передавання впливає лише на пропускну здатність системи зв'язку.

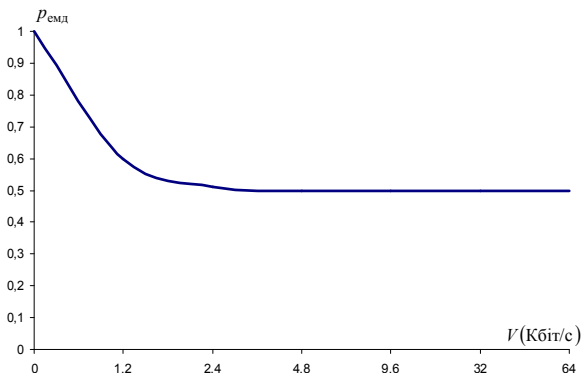


Рис. 2. Графік залежності ймовірності електромагнітної доступності від швидкості передавання даних

Узагальнений показник щодо виявлення функціонування джерел радіовипромінювання характеризує виконання трьох сумісних подій, а саме: енергетичного виявлення сигналів, енергетичного контакту сигналів з приймачем розвідки, електромагнітної доступності джерел радіовипромінювання при організації мереж радіодоступу. Таким чином, для розрахунку ймовірності виявлення функціонування джерел радіовипромінювання використовуємо вираз:

$$P_{\text{вияв}} = P_{\text{ччк}} P_{\text{ек}} P_{\text{емд}}, \quad (2)$$

де: $P_{\text{вияв}}$ – ймовірність виявлення функціонування джерела радіовипромінювання;

$P_{\text{ччк}}$ – ймовірність частотно-часового контакту;

$P_{\text{ек}}$ – ймовірність енергетичного контакту.

На практиці прийнято вважати, що мета по скритному функціонуванню мережі радіозв'язку вважається досягнута, якщо виявлено менше 80% її елементів. Таким чином, ймовірність виявлення має бути меншою 0,8 ($p_{\text{вияв}} < 0,8$).

Проведені розрахунки показали (рис. 3), що при швидкості передачі інформації 1,2 Кбіт/с, потужності передавача 100Вт, ймовірності енергетичного виявлення 0,8 ($p_{\text{ек}} = 0,8$), ймовірності частотно-часового контакту 0,6 ($p_{\text{ччк}} = 0,6$) зі зростанням бази сигналу більше 1МГц забезпечується необхідний рівень скритного функціонування мережі радіодоступу.

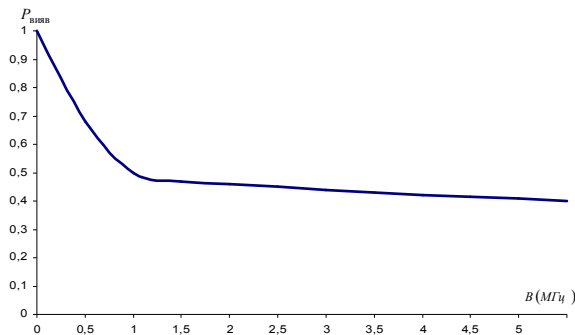


Рис. 3. Графік залежності ймовірності виявлення функціонування джерел радіовипромінювання від бази сигналу

Поряд з цим, при оцінюванні розвідзахищеності системи зв'язку необхідно враховувати показник точності визначення місцезнаходження елементів, який характеризується ймовірністю визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання системи зв'язку з заданою точністю визначення координат джерел радіовипромінювання.

У даному випадку запропоновано та впроваджено залежність швидкості перелаштування (скачків) по частоті сигналу передавання до технічної швидкості пеленгації станцій радіо та радіотехнічної розвідки противника [3], що в свою чергу впливає на ймовірність частотно-часового контакту сигналу з

програмним перелаштуванням робочої частоти з пеленгаторним постом:

$$P_{\text{ччк}i}^{\text{ппрч}} = \exp\left(-\frac{V_{\text{пер}}^{\text{ппрч}}}{2V_{\text{розв}}^{\text{пел}}}\right), \quad (3)$$

де: $V_{\text{пер}}^{\text{ппрч}}$ – швидкість перелаштування передавача по частоті;

$V_{\text{розв}}^{\text{пел}}$ – швидкість панорамного огляду діапазону частот розвідки.

При цьому необхідно враховувати можливості системи радіоелектронної розвідки щодо точності визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання (рис. 4), яка виражається лінійним радіусом виявлення ($R_{\text{ск}}$) та характеризує відстань між дійсним розташуванням джерела випромінювання до точки ймовірного його місцезнаходження:

$$R_{\text{ск}} = 0,01745 \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n \frac{1}{L_k}}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^n \frac{\sin \gamma_{ik}}{L_i L_k}}}, \quad (4)$$

де: L_k, L_i – віддаль лінії пеленгу і-го пеленгатора від місцезнаходження ДРВ;

γ_{ik} – кут пересічення і-ї та k-ї лінії місцезнаходження.

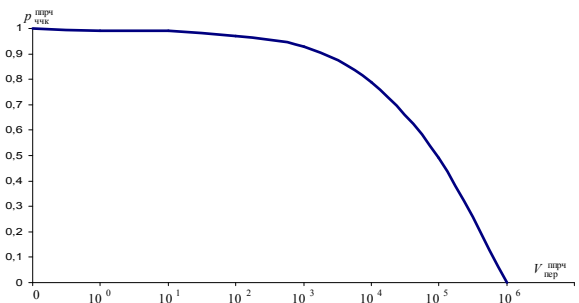


Рис.4. Графік залежності ймовірності частотно-часового контакту сигналу від швидкості перелаштування

Як видно з графіку (рис. 4), при збільшенні швидкості скачків сигналу з програмним перелаштуванням робочої частоти ймовірність частотно-часового контакту зменшується, а при досягненні технічної швидкості пеленгації (швидкості перегляду діапазону частот розвідки) зводиться до 0. Таким чином, при надшвидкому (побітовому) перелаштуванні частоти визначити місцезнаходження джерела радіовипромінювання неможливе.

У відповідності до закономірностей розповсюдження радіохвиль у вільному просторі при збільшенні швидкості перелаштування зменшується дальність зв'язку за рахунок зменшення часу синхронізації джерел радіовипромінювання та часу отримання квитанції щодо підтвердження достовірності передачі інформаційного повідомлення.

Поряд з цим, необхідно враховувати

електромагнітну доступність джерел радіовипромінювання з сигналами програмного перелаштування робочої частоти з пеленгаторною станцією. Так як передавання сигналів з програмним перелаштуванням робочої частоти здійснюється в широкому спектрі частот, використовуємо для розрахунку електромагнітної доступності вираз (1).

Точність визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання в значній мірі залежить від технічних характеристик пеленгаторної станції, а саме, середнього значення радіусу середньоквадратичної похибки визначення місцезнаходження, що впливає на лінійне значення радіусу пошуку ($R_{ск}$) пеленгаторної мережі, яка складається з певної кількості станцій радіоелектронної розвідки. Отже, при оцінюванні визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання необхідно знати структуру підсистеми визначення місцезнаходження.

Ймовірність визначення місцезнаходження для різної кількості пеленгаторних постів, які здійснюють пеленгацію у визначеному секторі розвідки розраховуємо згідно виразу:

$$p_{мз} = p_{пел} = 1 - \left\{ (1 - p_{пел}^1)^n \left[1 + n \left(\frac{p_{пел}^1}{1 - p_{пел}^1} \right) \right] \right\}, \quad (5)$$

де: $p_{пел}^1$ – ймовірність зняття пеленгу одним постом;

n – кількість пеленгаторів, які приймають участь в пеленгації;

$p_{пел}$ – ймовірність зняття пеленгу мережею.

Отримані результати показали (рис. 5), що при збільшенні швидкості перелаштування сигналів з ППРЧ достовірність визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання системи зв'язку при незначній кількості пеленгаторних постів буде задовольняти встановленим вимогам щодо скритного функціонування елементів системи зв'язку.

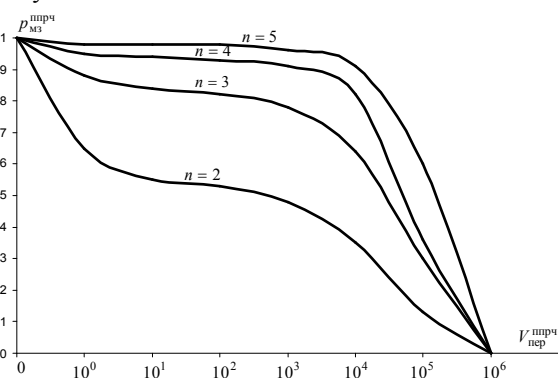


Рис. 5. Залежність ймовірності визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання від ППРЧ

При оцінюванні визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання враховується база сигналу з ППРЧ.

Як показали розрахунки, при швидкості ППРЧ 1000 скачків в секунду ($V_{пер}^{ППРЧ} = 10^3$) та складу пеленгаторної мережі в секторі ведення розвідки з трьох пеленгаторних постів ($n=3$) зі збільшенням бази сигналу більше 1 МГц забезпечується необхідний рівень скритного функціонування джерел радіовипромінювання системи зв'язку.

Проведені розрахунки показали (рис. 6), що при виборі режиму роботи засобів зв'язку ширококутового доступу з базою сигналу більше 1,5 МГц забезпечує необхідний рівень розвідзахищеності системи зв'язку навіть при значній кількості постів пошуку (виявлення) системи РРТР, що в свою чергу дає можливість розробити рекомендації щодо умов функціонування засобів зв'язку та вибору режимів їхньої роботи при організації зв'язку.

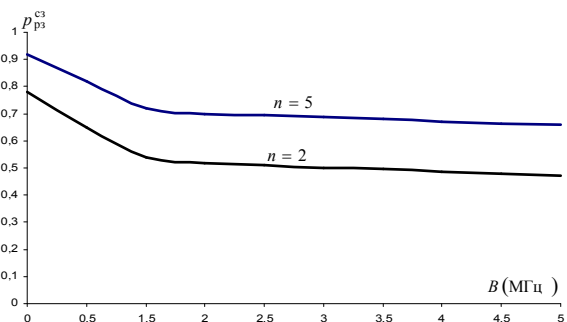


Рис. 6. Залежність розвідзахищеності від бази сигналу при організації мереж доступу

Однак, при оцінюванні розвідзахищеності системи зв'язку необхідно також враховувати функціонування радіозасобів системи зв'язку із режимом роботи програмного перелаштування робочої частоти, що в свою чергу впливає на визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання.

Як видно з графіків (рис. 7), при швидкості програмного перелаштування робочої частоти більше 10000 скачків за секунду з базою сигналу 2 МГц забезпечується необхідний рівень розвідзахищеності за умови пеленгації двома постами визначення місцезнаходження. За таких самих умов, але при здійсненні пеленгації п'ятьма постами необхідний рівень розвідзахищеності забезпечується при збільшенні швидкості до 100000 скачків в секунду.

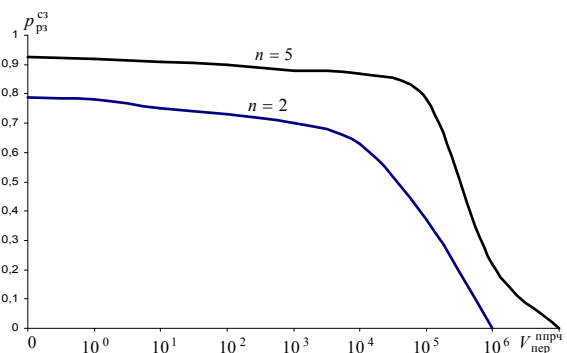


Рис. 7. Графік залежності розвідзахищеності системи зв'язку від швидкості роботи ППРЧ

У зв'язку з тим, що основою розвідувальних даних є повітряна розвідка, а час її функціонування є обмеженим, при оцінюванні необхідно враховувати час ведення розвідки, який буде впливати на розвідзахищеність системи зв'язку:

$$P_{pz}^{cz}(t_{\text{випр}} \geq T_{\text{доп}}) = 1 - \exp(-\lambda_{\text{пер}} T_p), \quad (6)$$

де T_p – час ведення радіоелектронної розвідки.

На рис. 8 зображено графіки залежності розвідзахищеності системи зв'язку від часу ведення радіоелектронної розвідки при функціонуванні засобів зв'язку в різних режимах роботи.

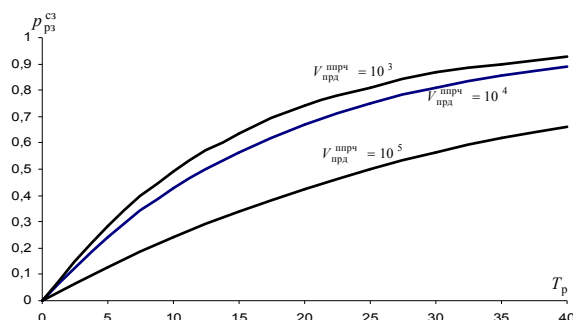


Рис.10. Графік залежності розвідзахищеності системи зв'язку при різних значеннях швидкості роботи ППРЧ

Література

1. Гусаров В. Особливості організації і ведення радіоелектронної боротьби в боях за Іловайськ. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://sprotuv.info>. 2. Гусаров В. Тактика російських груп РЕБ в боях за Дебальцево. Аналітика “ІС”. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://sprotuv.info>. 3. Радіоелектронна боротьба російських терористичних сил на початковій фазі військового конфлікту в Україні. [Електронний ресурс]. – режим доступу: <http://sprotuv.info>. 4. Боговик В.В. Эффективность систем военной связи и методы ее оценки – СПб.: ВАС, 2006. – 182 с. 5. Борисов В. И. Помехозащищенность систем радиосвязи с расширением спектра сигналов методом псевдослучайной перестройки рабочей частоты – М.: Радио и связь, 2000. – 384 с. 6. Литвиненко В.П. Энергетическая скрытность сигналов и защита радиолиний: учеб. пособие. Воронеж: ГОУВПО “Воронежский государственный технический

университет”, 2009. – 166 с. 7. Макаренко С.И., Иванов М.С., Попов С.А. Помехозащищенность систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты. Монография. - СПб.: Свое издательство, 2013. - 166 с. 8. Помехозащищенность радиосистем со сложными сигналами – М.: Радио и связь, 1985. – 264 с. 9. Грозовський Р.І. “Удосконалена часткова методика розрахунку ймовірності визначення місцезнаходження джерел радіовипромінювання системи зв'язку оперативно-тактичного угруповання військ (сил) в стабілізаційній операції” // Збірник наукових праць НУОУ ім. І.Черняхівського, 2017. – №2 (141). 10. Грозовський Р.І. “Удосконалена часткова методика розрахунку ймовірності виявлення об'єктів радіо і радіотехнічної розвідки оперативно-тактичного угруповання військ (сил) в стабілізаційній операції” // Збірник наукових праць НУОУ ім. І.Черняхівського, 2017. – №1 (140).

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, в тактичній ланці управління використовувати УКХ радіостанції з широкосмуговими сигналами із базою сигналу більше 1 МГц та використовувати режим роботи швидкої та надшвидкої ППРЧ з частковим перекриття спектру передавання що забезпечить скритне функціонування системи зв'язку до 20 годин без зміни її топології.

Отримані результати можуть бути використані в практиці при плануванні та розгортанні системи зв'язку, плануванні заходів щодо протидії технічним засобам розвідки, у навчальному процесі у вищих військових навчальних закладах та під час проведення подальших досліджень за даним напрямом.

ОЦЕНКА РАЗВЕДЗАЩИЩЕННОСТИ СИСТЕМЫ СВЯЗИ, ПОСТРОЕННОЙ НА СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВАХ РАДИОСВЯЗИ

¹ Роман Иванович Грозовский

² Наталья Сергеевна Бигун

¹ Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

² Воинская часть А0904, Одесса, Украина

В условиях массового закрытия каналов утечки информации системами криптографической защиты информации основным источником добытия сведений о характере и состоянии функционирования элементов системы связи приобретают данные радиоэлектронной разведки по выявлению, определения местоположения источников радиоизлучения и их взаимосвязь в процессе

обмена информацией. Сведения по выявлению источников радиоизлучения и определение их местоположения обеспечивают формирование наиболее информативных структурно-статистических признаков оперативно-тактической принадлежности объектов и источников разведки, а вскрытие взаимосвязей позволяет вскрыть структуру системы радиосвязи. Для осуществления более эффективного планирования связи и мероприятий по противодействию техническим средствам разведки избран подход к оценке разведывательной защищенности системы связи с учетом показателя электромагнитной доступности источников радиоизлучения и показателя частотно-временного контакта приемника разведки со сложными (хаотическими) сигналами, а именно, сигналами с программной перестройкой рабочей частоты и широкополосными сигналами.

Ключевые слова: сигналы с программной перестройкой рабочей частоты; широкополосные сигналы; электромагнитная доступность; радиоэлектронная разведка.

ESTIMATION OF THE EDUCATIONAL SECURITY OF THE COMMUNICATION SYSTEM BUILT ON THE MODERN RADIO COMMUNICATION MEANS

¹ Roman Hrozovskyi

² Nataliia Bihun

¹ National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

² Military unit A0904, Odessa, Ukraine

In the conditions of mass closure of information leakage channels, cryptographic information protection systems acquire the electronic intelligence data for identifying, locating radio sources and their interconnection in the process of information exchange by the main source for obtaining information about the nature and state of functioning of the communication system elements. Information on identifying sources of radio emission and determining their location provides for the formation of the most informative structural and statistical signs of operational and tactical affiliation of objects and sources of intelligence, and the opening of interconnections allows revealing the structure of a radio communication system. For more effective planning of communications and measures to counter reconnaissance equipment, an approach was chosen to assess the reconnaissance security of the communications system, taking into account the electromagnetic availability indicator of radio sources and the indicator of time-frequency contact of the reconnaissance receiver with complex (chaotic) signals, namely, program-controlled signals operating frequency and wideband signals.

Keywords: signals with software restructuring of the operating frequency; broadband signals; electromagnetic accessibility; electronic intelligence.

References

- 1. Gusarov V.** Features of the organization and conduct of electronic warfare in the battle for Ilovajsk. [Electronic resource]. - access mode: <http://sprotyv.info>. **2. Gusarov V.** Tactics of Russian groups of REB in the battles for Debaltsevo. Analyst "IC". [Electronic resource]. - access mode: <http://sprotyv.info>. **3.** Radio electron struggle of Russian terrorist forces in the initial phase of the military conflict in Ukraine. [Electronic resource]. - access mode: <http://sprotyv.info>. **4. Bogovik V.V.** Efficiency of military communication systems and methods of its estimation - SPb.: VAS, 2006. - 182 p. **5. Borisov V. I.** Interference immunity of radio communication systems with the expansion of the spectrum of signals by the method of pseudorandom adjustment of the working frequency - Moscow: Radio and Communications, 2000. - 384 with. **6. Litvinenko V.P.** Energy concealment of signals and protection of radio links: study. allowance Voronezh: GOUVPO "Voronezh State Technical University", 2009 - 166 p. **7. Makarenko S.I., Ivanov MS, Popov S.A.** Interference immunity of communication systems with pseudorandom processing of the working frequency. Monograph - SPb.: Its publishing house, 2013. - 166 pp. **8.** Interference immunity of radio systems with complex signals, ed. G.I. Tuzov. - Moscow: Radio and Communications, 1985. - 264 p. **9. Hrozovskyi R.I.** "Improved partial method for calculating the probability of determining the location of sources of radio emission of the system of communication of the operational-tactical grouping of troops (forces) in the stabilization operation" // Collection of scientific works of the National Academy of Sciences of Ukraine. I. Chernyakhovsky, 2017. - No. 2 (141). **10. Hrozovskyi R.I.** "Improved partial methodology for calculating the probability of detecting radio and radio-intelligence objects of the operational-tactical grouping of troops (forces) in a stabilization operation" // Collection of scientific works of NIOU them. I. Chernyakhovsky, 2017. - №1 (140).

Ігор Сергійович Романченко (доктор військових наук, професор)¹

Михайло Михайлович Потьомкін (доктор технічних наук, с. н. с.)¹

Олександр Станіславович Сирський²

¹Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, Київ, Україна

²Генеральний штаб Збройних Сил України, Київ, Україна

МЕТОД ТРИКРИТЕРІАЛЬНОГО ЕВКЛІДОВОГО РАНЖУВАННЯ ТА ЙОГО ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ПОРІВНЯННЯ АЛЬТЕРНАТИВ

Наведено опис методу TOPSIS, призначеного для ранжування альтернатив, та результати його аналізу. Показано, що відомому методу TOPSIS притаманний недолік, пов'язаний із впливом ефекту компенсації на результати ранжування альтернатив. Зазначено, що в методах VIKOR та MOORA для зменшення впливу цього ефекту використовується додатковий показник. Відповідно комбінація методу TOPSIS та підходу, використаного у методах VIKOR та MOORA, дозволяє запропонувати новий метод – метод трикритеріального евклідового ранжування, який забезпечить підвищення обґрунтованості результатів за рахунок підвищення повноти порівняння альтернатив та зменшення впливу ефекту компенсації на них. Для цього нового методу наведені формульні залежності, а також надано поетапний опис порядку проведення розрахунків. Можливість практичного застосування запропонованого методу продемонстрована на розрахунковому прикладі, для якого у літературних джерелах наводяться результати, отримані за відомими багатокритеріальними методами. Порівняння результатів розрахунків за відомими та новим методами свідчить, що використання запропонованого методу в комбінації з іншими методами дає можливість підвищити обґрунтованість розроблюваних рекомендацій, а також визначити перспективні альтернативи, які залишилися поза увагою інших методів. Ці результати дозволяють зробити висновок, що використання розробленого методу трикритеріального евклідового ранжування може бути достатньо перспективним під час багатокритеріальної оптимізації складних об'єктів.

Ключові слова: багатокритеріальне прийняття рішень; метод трикритеріального евклідового ранжування; метод TOPSIS; метод VIKOR; метод MOORA.

Вступ

Постановка проблеми. Нині під час дослідження проблемних питань як у галузі будівництва збройних сил, так і воєнного мистецтва широко використовуються багатокритеріальні методи, які ґрунтуються на порівнянні альтернатив [1, 2]. При цьому використовувані методи повинні забезпечувати обґрунтованість отримуваних результатів.

Тому розроблення методів, які дозволяють підвищити обґрунтованість порівняння альтернатив, є, на наш погляд, актуальним напрямом досліджень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однією з достатньо поширених задач багатокритеріального порівняння альтернатив є побудова їх пріоритетного ряду, для чого зазвичай розв'язується задача оптимізації у такій постановці.

Нехай є множина альтернативних варіантів деякої системи, кожний з яких характеризується множиною показників. Значення показників задані

матрицею $[E_{ij}]$ ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$, де n – кількість альтернатив; m – кількість показників). Окрім того, є множина коефіцієнтів важливості показників ($w_j, j = 1, 2, \dots, m$), а також для кожного з них визначений критерій оптимізації (на максимум або мінімум).

За такими даними необхідно побудувати пріоритетний ряд наявних альтернатив.

Відповідно до [3] одним з найбільш широко використовуваних для розв'язання цієї задачі є метод TOPSIS, який орієнтований на оцінювання альтернатив відносно найкращої та найгіршої "еталонних" точок та передбачає виконання такої послідовності дій [4].

У першу чергу здійснюється нормалізація вихідних даних за формулою:

$$e_{ij} = E_{ij} / \sqrt{\sum_i E_{ij}^2}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m. \quad (1)$$

Для урахування важливості показників нормалізовані дані масштабують за формулою:

$$v_{ij} = w_j e_{ij}, i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m. \quad (2)$$

Серед масштабованих даних для кожного j -го показника визначають найкраще V_j^+ та найгірше V_j^- значення як значення відповідних "еталонів".

Для кожної альтернативи евклідові відстані до найкращого та найгіршого "еталонів" розраховують за формулами:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - V_j^+)^2}, \quad S_i^- = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - V_j^-)^2}. \quad (3)$$

Узагальнений показник, який характеризує i -ту альтернативу, має вигляд

$$C_i^* = S_i^- / (S_i^+ + S_i^-). \quad (4)$$

Найкращою вважається альтернатива, якій відповідає найбільше значення показника C_i^* .

Даючи загальну оцінку цьому методу, необхідно зазначити, що він забезпечує (наприклад, порівняно з відомим методом таксономії [2]) більшу повноту порівняння альтернатив унаслідок використання в ньому двох "еталонів".

Водночас методу TOPSIS, як і будь-якому іншому багатокритеріальному методу, заснованому на згортках, притаманна недосконалість, пов'язана з проявом ефекту компенсації [2, 5].

Для зменшення впливу зазначеного ефекту, наприклад, у методах VIKOR [6] та MOORA [7], до розгляду вводять додатковий показник.

У методі VIKOR для кожної альтернативи його значення розраховують за формулою:

$$R_i = \max_j \left[w_j \frac{(V_j^+ - v_{ij})}{V_j^+ - V_j^-} \right], \quad (5)$$

а в методі MOORA –

$$R_i = \max_j \left[|V_j^+ - v_{ij}| \right]. \quad (6)$$

Зрозуміло, що кращою альтернативою буде та, для якої значення R_i буде найменшим.

Даючи загальну оцінку розглянутим методам (TOPSIS, VIKOR, MOORA), необхідно зазначити, що всі ці методи є двокритеріальними, тобто фактично не різняться за повнотою порівняння альтернатив. Однак методи VIKOR та MOORA базуються на використанні адитивних згорток, у яких ефект компенсації має найбільший вплив на отримувани результати.

У методі TOPSIS (унаслідок використання в ньому евклідової міри для оцінювання відстаней альтернатив до еталонних точок) вплив цього ефекту дещо зменшується.

Загалом можна зробити висновок, що метод TOPSIS серед розглянутих є найбільш досконалим, однак і його результати не позбавлені впливу ефекту компенсації, що може мати наслідком похибки в ранжуванні альтернатив.

Подальшого зменшення прояву цього ефекту можна досягти шляхом поєднання ідей, покладених в основу розглянутих методів, тобто розробити новий метод – метод трикритеріального евклідового ранжування, який (окрім двох критеріїв методу TOPSIS) буде додатково враховувати і критерій, використаний у методах VIKOR та MOORA.

Мета статті – розробити новий метод – метод трикритеріального евклідового ранжування – та перевірити можливість його практичного використання на тестовому прикладі.

Виклад основного матеріалу дослідження

Узагальнюючи підходи до порівняння альтернатив, використані в розглянутих вище методах, можна зробити висновок, що найкраща альтернатива повинна відповідати трьом критеріям: бути найбільш віддаленою від найгіршої "еталонної" точки; бути максимально наближеною до найкращої "еталонної" точки; мати найменше відхилення від "еталонної" точки за показником, для якого така віддаленість є найбільшою.

Окрім того, для забезпечення можливості ранжування альтернатив за відповідністю цим критеріям розроблюваний метод має використовувати узагальнений показник, який дозволить побудувати пріоритетний ряд розглядуваних альтернатив залежно від їх віддаленості від "еталонних" точок.

Тоді новий метод трикритеріального евклідового ранжування буде складатися з такої послідовності етапів.

На першому етапі здійснюють підготовку вихідних даних, тобто складають матрицю $[E_{ij}]$, а також визначають значення коефіцієнтів важливості показників w_j та критерії оптимізації показників (на максимум або мінімум).

На другому етапі здійснюють нормалізацію вихідних значень показників за формулами:

для показників, які потребують максимізації:

$$e_{ij} = \frac{E_{ij} - \min_{i=1}^n (E_{ij})}{\max_{i=1}^n (E_{ij}) - \min_{i=1}^n (E_{ij})}, i = 1, \dots, n; \quad (7)$$

для показників, які потребують мінімізації:

$$e_{ij} = \frac{\max_{i=1}^n (E_{ij}) - E_{ij}}{\max_{i=1}^n (E_{ij}) - \min_{i=1}^n (E_{ij})}, \quad i = 1, \dots, n. \quad (8)$$

При цьому використання формул (7) та (8) замість формули (1) пояснюється тим, що, на відміну від формули (1), вони забезпечують перебування нормалізованих значень усіх показників в однакових інтервалах.

На третьому етапі нормалізовані дані масштабують за формулою (2).

На четвертому етапі для кожного показника визначають найкращу V_j^+ та найгіршу V_j^- "еталонні" точки, на п'ятому етапі за формулами (3) для кожної альтернативи розраховують їх відстані до цих точок, а на шостому – з використанням формули (6) розраховують їх відстань від найкращої "еталонної" точки за показником, для якого ця відстань є найбільшою.

Вибір формули (6), а не (5) у даному разі пояснюється тим, що її результат є сумірним з відстанями, розрахованими за формулами (3).

На сьомому етапі для кожної альтернативи розраховують узагальнений показник, який характеризує ступінь її відповідності обраним критеріям. Для цього використовують формулу:

$$Q_i = (S_i^+ + R_i) / S_i^-, \quad i = 1, \dots, n. \quad (9)$$

Зрозуміло, що для альтернативи, яка повною мірою відповідає визначеним вище критеріям, значення Q_i буде найменшим. Тому на останньому, восьмому етапі альтернативи ранжують у пріоритетний ряд за збільшенням значення узагальненого показника Q_i . Тоді перша альтернатива цього впорядкованого ряду буде найкращою.

Додатково зазначимо, що за зовнішнім виглядом формула (9) є подібною до формули, запропонованої у [8], для розрахунку узагальненого показника, за яким здійснюють ранжування альтернатив у методі трикритеріального ранжування. Однак, на відміну від розглянутого методу, у [8] ранжування базується на використанні адитивних згорток, які, як було зазначено вище, характеризуються значним проявом ефекту компенсації. Тому схожість формули (9) та формули, запропонованої у [8], є лише зовнішньою внаслідок того, що в (9) використовуються евклідові відстані до "еталонів".

Для оцінювання можливості практичного використання розробленого методу розглянемо розрахунковий приклад з [2], який передбачає ранжування 10 альтернатив за шістьма показниками (E_1 – E_6) за однакової їх важливості. При цьому показники E_1 – E_3 потребують максимізації, а решта

– мінімізації. Необхідно зазначити, що відповідно до [2] варіант № 3 є найкращим за методом таксономії, а варіант № 5 – за адитивною згортою, тобто в разі використання однокритеріальних методів було отримано суперечливі результати ранжування альтернатив.

Вихідні дані для розрахунків наведено в табл. 1, а їх результати за запропонованим методом – у табл. 2.

Таблиця 1

Значення показників, за якими оцінюються варіанти системи

№, i	Вихідні значення показників					
	E_{i1}	E_{i2}	E_{i3}	E_{i4}	E_{i5}	E_{i6}
1	0,85	0,90	0,72	0,09	0,22	0,10
2	0,74	0,94	0,83	0,06	0,18	0,25
3	0,82	0,84	0,90	0,11	0,12	0,14
4	0,78	0,81	0,69	0,13	0,26	0,16
5	0,93	0,74	0,86	0,04	0,10	0,08
6	0,74	0,87	0,83	0,09	0,14	0,23
7	0,67	0,90	0,79	0,06	0,24	0,12
8	0,85	0,84	1,00	0,13	0,28	0,14
9	0,67	0,81	0,90	0,11	0,29	0,27
10	0,78	0,90	0,97	0,18	0,06	0,18

Аналіз результатів, наведених у табл. 2, свідчить, що найкращою є альтернатива № 3. При цьому її перевага над альтернативою № 5 забезпечується меншими значеннями часткових показників S_i^+ та R_i .

Тобто використання запропонованого методу не лише усунуло суперечливість, отриману внаслідок використання однокритеріальних методів, а й дало наочне обґрунтування для надання переваги альтернативі № 3.

Таблиця 2

Результати розрахунків за запропонованим методом

№, i	S_i^-	S_i^+	R_i	Q_i	Ранг
1	0,2685	0,2009	0,1479	1,2993	3
2	0,2500	0,2286	0,1476	1,5047	6
3	0,2533	0,1613	0,0829	0,9640	1
4	0,1461	0,2918	0,1667	3,1383	9
5	0,3335	0,1844	0,1667	1,0526	2
6	0,2168	0,2200	0,1295	1,6118	7
7	0,2464	0,2418	0,1667	1,6578	8
8	0,2555	0,2164	0,1532	1,4467	5
9	0,1522	0,3240	0,1667	3,2244	10
10	0,2821	0,2156	0,1667	1,3550	4

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, можна зробити висновок, що

розроблений метод забезпечує можливість ранжування альтернатив на основі використання трьох критеріїв, що підвищує повноту порівняння альтернатив, та, відповідно, обґрунтованість отримуваних результатів. При цьому використання евклідової відстані до "еталонних" точок забезпечує зменшення впливу ефекту компенсації на результати порівняння альтернатив.

Можливість практичного використання

запропонованого методу показана на розрахунковому прикладі.

Подальший розвиток проведених досліджень вбачається в програмній реалізації методу трикритеріального евклідового ранжування та перевірці ефективності його практичного використання на достатньому обсязі тестових даних.

Література

1. Романченко І. С., Загорка О. М. Використання таксономічних методів при проведенні досліджень у военній справі // Зб. наук. пр. ЦНДІ ЗС України. Київ, 2007. № 3 (41). С. 5–16. 2. Загорка О. М., Мосов С. П., Сбитнев А. І., Стужук П. І. Елементи дослідження складних систем військового призначення. Київ: НАОУ, 2005. 100 с. 3. Aruldoss M., Lakshmi T. M., Venkatesan V. P. A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications // American Journal of Information Systems. 2013. Vol. 1. № 1. P. 31–43. 4. Ahmadi H., Rad M. S., Nilashi M., Ibrahim O., Almaee A. Ranking the micro level critical factors of electronic medical records adoption using TOPSIS method // Health Informatics – An International Journal. 2013, November.

Vol. 2. № 4. P. 19–32. 5. Корнеев В. П. Методы оптимизации. Москва: Высшая школа, 2007. 664 с. 6. Chang C.-L., Lin Y.-T. Using the VIKOR method to evaluate the design of a water quality monitoring network in a watershed // Int. J. Environ. Sci. Technol. 2014. № 11. P. 303–310. 7. Brauers W. K. M., Zavadskas E. K. The MOORA method and its application to privatization in a transition economy // Control and Cybernetics. 2006. № 35 (2). P. 445–469. 8. Свида І. Ю., Хомчак Р. Б., Потьомкін М. М. Метод трикритеріального ранжування та його використання для багатокритеріального порівняння альтернатив // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Київ, 2017. № 3 (30). С. 88–92.

МЕТОД ТРЕХКРИТЕРИАЛЬНОГО ЕВКЛИДОВОГО РАНЖИРОВАНИЯ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВ

Игорь Сергеевич Романченко (доктор военных наук, профессор)¹
Михаил Михайлович Потемкин (доктор технических наук, с. н. с.)¹
Александр Станиславович Сырский²

¹ *Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина*
² *Генеральный штаб Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина*

Приведено описание метода TOPSIS, предназначенного для ранжирования альтернатив, и результаты его анализа. Показано, что известному методу TOPSIS присущ недостаток, связанный с влиянием эффекта компенсации на результаты ранжирования альтернатив. Указано, что в методах VIKOR и MOORA для уменьшения влияния этого эффекта используется дополнительный показатель. Соответственно комбинация метода TOPSIS и подхода, используемого в методах VIKOR и MOORA, позволяет предложить новый метод – метод трехкритериального евклидового ранжирования, который обеспечит повышение обоснованности результатов за счет повышения полноты сравнения альтернатив и уменьшения влияния эффекта компенсации на них. Для этого нового метода приведены формульные зависимости, а также дано поэтапное описание порядка проведения расчетов. Возможность практического использования предложенного метода показана на расчетном примере, для которого в литературных источниках приводятся результаты, полученные с использованием известных многокритериальных методов. Сравнение результатов расчетов, полученных с использованием известных и нового методов, свидетельствует о том, что использование предложенного метода в комбинации с другими методами дает возможность повысить обоснованность разрабатываемых рекомендаций, а также найти перспективные альтернативы, которые не были выявлены другими методами. Эти результаты позволяют сделать вывод, что применение разработанного метода трехкритериального евклидового ранжирования может быть достаточно перспективным для многокритериальной оптимизации сложных объектов.

Ключевые слова: многокритериальное принятие решений; метод трехкритериального евклидового ранжирования; метод TOPSIS; метод VIKOR; метод MOORA.

THE THREE CRITERIAL EUCLIDEAN RANKING METHOD AND ITS USE FOR A MULTICRITERIAL COMPARISON OF ALTERNATIVES

Igor Romanchenko (Doctor of military sciences, professor)¹

Mykhajlo Potomkin (Doctor of technical sciences, senior research fellow)²

Oleksandr Syrskyi²

¹Central research institute of Ukrainian armed forces, Kyiv, Ukraine

²General staff of Ukrainian armed forces, Kyiv, Ukraine

There is description of the TOPSIS method for ranking alternatives and the results of its analysis. It is shown that the well-known TOPSIS method has a drawback associated with the influence of the compensation effect on the ranking results of alternatives. It is indicated that in the VIKOR and MOORA methods an additional indicator is used to reduce the influence of this effect. Accordingly, the combination of the TOPSIS method and the approach used in the VIKOR and MOORA methods allows us to propose a new method - the three-criteria Euclidean ranking method, which will increase the validity of the results by increasing the completeness of the comparison of alternatives and reducing the effects of the compensation effect on them. For this new method, there are given formulaic dependencies, and it is also given a step-by-step description of the procedure for performing calculations. The possibility of practical use of the proposed method is shown in computational example for which the obtained results using the well-known multi-criteria methods are given in the literature. Comparison of the calculations results obtained by using known and new methods suggests that using the proposed method in combination with other methods can increase the validity of the recommendations or find perspective alternatives that have not been identified by other methods. These results allow us to conclude that the application of the developed three-criteria Euclidean ranking method can be quite perspective for multi-criteria optimization of complex objects.

Keywords: multi-criteria decision making; the three-criteria Euclidean ranking method; TOPSIS method; VIKOR method; MOORA method.

References

- Romanchenko I.S.,** Zagorka O.M. (2007). Using taxonomy methods for military research [Vykorystannja taksonomichnykh metodiv pry provedenni doslidzhenj u vojennij spravi], Col. of scient. pap. CRI of AF of Ukraine, № 3 (41), pp. 5–16.
- Zagorka O.M.,** Mosov S.P., Sbitniev A.I., Stuzhuk P. I. (2005). Complex military systems research's componentry [Elementy doslidzhenja skladnykh system vijsjkovogho pryznachennja], NADU, Kyiv, 100 p.
- Aruldoss M.,** Lakshmi T. M., Venkatesan V. P. (2013). A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications, American Journal of Information Systems. Vol. 1. № 1. pp. 31–43.
- Ahmadi H.,** Rad M. S., Nilashi M., Ibrahim O., Almaee A. (November, 2013). Ranking the micro level critical factors of electronic medical records adoption using TOPSIS method. Health Informatics – An International Journal. Vol. 2. № 4. pp. 19–32.
- Korneenko, V.P.** (2007). *Metody optimizatsii [Methods for optimization]*, High school, Moscow, 664 p.
- Chang C.-L.,** Lin Y.-T. (2014). Using the VIKOR method to evaluate the design of a water quality monitoring network in a watershed. Int. J. Environ. Sci. Technol. № 11. pp. 303–310.
- Brauers W. K. M.,** Zavadskas E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy, Control and Cybernetics. № 35 (2). pp. 445–469.
- Svuda I.U.,** Potjomkin M. M., Khomchak R. B. (2017). Method of three-criterial ranking and its use for a multi-criterial comparison of alternatives [Metod trykryterialnogho ranzhuvannja ta jogho vykorystannja dlja baghatokryterialnogho porivnjannja aljternatyv], Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence, № 3 (30), pp. 88–92.

Володимир Миколайович Шемаєв (доктор військових наук, професор)¹

Ігор Олександрович Ляшенко (кандидат військових наук)²

Сергій Сергійович Стефанцев²

¹ Національний інститут стратегічних досліджень, Київ, Україна

² Київський Національний економічний університет імені Вадима Гетьмана, Київ, Україна

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ВІДКРИТОЇ ГАЛУЗІ ЗНАТЬ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

При управлінні процесами в різних галузях, особливо в інформаційній сфері, досить часто виникає потреба в прийнятті рішення в слабко структурованих динамічних ситуаціях, коли параметри (значення змінних), закони та закономірності розвитку ситуації описуються не кількісно, а якісно. При цьому виникає унікальна ситуація, коли зміни її структури дуже важко передбачити. Тому в статті розглядаються питання використання експертами та аналітиками власного досвіду та інтуїції. В таких ситуаціях застосовується суб'єктивна модель, яка називається когнітивною картою.

Метою даної статті є аналіз розроблення та використання відкритої інтерактивної інтелектуальної системи реального часу з неповною інформацією. Ця система повинна містити засоби добування нових знань з даних, що поступають в неї. Формальна модель цієї системи повинна містити засоби для бази знань, що постійно змінюється, та правил виведення, по яких робляться припущення.

Автори розглядають підхід щодо розроблення та використання концепції побудови аргументаційної системи підтримки прийняття рішень в конфліктних ситуаціях.

Використання зазначеної концепції спрямована на виявлення індивідуально значимих чинників, норм, переваг, аргументів, альтернатив і стратегій вибору.

Ключові слова: система управління, когнітивна карта, формалізація, немонотонність, інтерактивна інтелектуальна система реального часу, квазіаксіоматична теорія.

Вступ

В процесі управління виникає потреба в прийнятті рішення в слабко структурованих динамічних ситуаціях, коли параметри (значення змінних), закони та закономірності розвитку ситуації описуються не кількісно, а якісно. Прикладом такої ситуації може бути забезпечення живучості систем управління, коли виклики як зовнішнього, так внутрішнього характеру не мають структурованого та чіткого обриса. Унікальність даних ситуацій полягає в тому, що вони супроводжуються змінами її структури, які дуже важко передбачити. Тому з метою прийняття рішення в умовах дефіциту точної кількісної інформації експерти та аналітики вимушені опиратися на власний досвід та інтуїцію застосовуючи для прийняття рішення в якості моделі динамічної ситуації суб'єктивну модель, що побудована на оцінках аналітиків. Таку суб'єктивну модель слабко структурованої динамічної ситуації називають когнітивною картою.

Постановка проблеми. Діяльність експертів та аналітиків, що направлена на дослідження ситуації та прийняття рішення за допомогою когнітивних карт являє собою методологію – логіко-часову структуру застосування різноманітних методів та прийомів побудови когнітивної карти, її параметризації, прогнозування розвитку ситуацій,

верифікації, коректування когнітивної карти та прийняття рішення.

Необхідно відмітити, що при когнітивному моделюванні величезна доля спроб формалізувати слабко структуровані процеси традиційними математичними методами закінчувалась тим, що моделі ставали настільки абстрактними, що не могли відобразити дійсність. Тому завданням цієї роботи є розглянути підходи, що формалізують відкрити галузь знань в процесі когнітивного моделювання.

Можна виділити дві проблеми формалізації процедури аргументації: зовнішню і внутрішню. Зовнішня проблема полягає в прийнятті, або відкиданні припущень, на основі деякої множини аргументів, та побудові логічного висновку, на основі прийнятої множини припущень. Внутрішня проблема полягає в прийнятті рішення щодо висновків - які слід робити на наступному кроці. Це означає, що, окрім знань про проблемну область, аргументаційна система підтримки прийняття рішень повинна відображати знання про себе саму й мати засоби управління вибором правил виведення, тобто - метаправил для зміни правил виведення. Такі метаправила стають правилами самомодифікації множини припущень для прийняття рішень. Тоді процес вироблення припущень повертається до попередніх кроків і станів, відмовляючись від деяких припущень й

аргументів і повторення процесу вироблення припущень знову, з урахуванням нових аргументів. Застосування цих правил веде до видалення деяких припущень і аргументів з відповідних множин і прийняття нових припущень.

Враховуючи вищесказане, аргументаційну систему підтримки прийняття рішень можна охарактеризувати як відкриту інтерактивну інтелектуальну систему реального часу з неповною інформацією [1], яка повинна містити засоби добування нових знань з даних, що поступають в неї, і реалізовувати немонотонне виведення. Формальна модель цієї системи повинна містити засоби для бази знань, що постійно змінюється, та правил виведення, по яких робляться припущення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Різні підходи до формалізації немонотонних припущень знайшли своє відображення в немонотонних логіках [2-9]. Немонотонність в цих логічних системах пов'язана з тим, що при отриманні додаткової інформації переглядаються раніше зроблені висновки, які стають несумісними з новим, повнішим описом ситуації. Практичні аспекти реалізації немонотонних логічних міркувань були розглянуті в роботі Дойла [10], там же запропоновані інструментальні засоби (інтерпретатор рефлексії), що реалізують процедури управління при немонотонному виведенні.

Виклад основного матеріалу дослідження

В задачах управління ситуаціями в конфліктах об'єктом дослідження слід вважати конфлікт, а об'єктом управління – ситуацію, що розвивається в ході конфлікту. Під ситуацією слід розуміти стан системи та зовнішнього середовища у конкретний момент часу. При цьому, стан системи – сукупність значень, що описують параметри системи у конкретний момент часу. У конфлікті, де взаємодіють декілька систем: системи сторін – учасників конфлікту та системи, що виступають в якості зовнішнього середовища по відношенню до них, будь-яка система з точки зору системного аналізу в конкретний момент часу може задаватися наступними параметрами:

- складом, що визначає «хто» входить в систему;
- цільовими функціями елементів системи – «хто що хоче»;
- якістю системи та / або її елементів – "хто на скільки корисний";
- умовами функціонування системи та/або її елементів – "хто як функціонує";
- інформованістю системи та/або її елементів – «хто що знає»;
- структурою системи – «хто з ким взаємодіє»;
- допустимими множинами стратегій системи та/або її елементів – «хто що може».

З цих позицій, під управлінням ситуацією у воєнному конфлікті слід розуміти здійснення

сукупності впливів, обраних з множини можливих на підставі наявної інформації та направлених на підтримку або зміну протягом визначеного часу та відповідно до обраної мети параметрів систем, що розглядаються в операції. При цьому, задачу підтримки прийняття рішення по управлінню ситуацією у конфлікті слід розглядати як задачу розробки пропозицій щодо стратегії переводу ситуації з поточного стану в цільовий з використанням моделі конфлікту.

В якості методологічного підходу щодо дослідження воєнного конфлікту з метою підтримки прийняття рішення на управління ситуацією, що в ньому розвивається, пропонується використовувати методологію когнітивного моделювання. Методологія когнітивного моделювання є одним із напрямків штучного інтелекту, де ставиться та вирішується задача автоматизації окремих функцій, що реалізуються людиною в процесі пізнання. Вона базується на інтеграції системного, синергетичного, когнітивного та сценарного підходів.

Подібні системи, принципово відкриті для навчання, здатні до перебудови своїх аксіом, синтаксичних правил і правил виведення, розроблялися і досліджувалися у рамках ситуаційного управління [11]. Для їх формалізації Д.А.Поспеловим було запропоноване поняття семіотичної моделі, яка визначається як

$$C = \langle M, P, A, R, \Psi_M, \Psi_P, \Psi_A, \Psi_R \rangle \quad (1)$$

де M - множина базових елементів, P - синтаксичні правила, A - аксіоми, R - правила виведення формальної теорії, $\Psi_M, \Psi_P, \Psi_A, \Psi_R$ - метаправила, що змінюють M, P, A, R відповідно [11]. Концепція семіотичних моделей розвивається в ситуаційному управлінні і моделюванні в рамках напряму, що дістав назву прикладної семіотики [12-15], при цьому логічний апарат і інструментальні засоби управління, що використовуються для виведення, відрізняються великою різноманітністю й істотно залежать від класу завдань, що вирішуються та проблемної області.

Концепція відкритих інтелектуальних систем послідовно розроблялася Фіном [16]. У цих роботах було уточнено формальне визначення інтелектуальної інформаційної системи та сформульовані основні принципи створення інтелектуальних систем, що містять бази даних з неповною інформацією та відкриті бази знань, в яких формалізуються як достовірні, так і правдоподібні припущення, для управління якими використовуються металогічні засоби. У подальшому сформульована методологія побудови інтегрованих інтелектуальних систем типу ДСМ, в яких передбачається комбінування прямих, зворотних, монотонних і немонотонних процедур, що реалізують як достовірні, так і правдоподібні припущення. ДСМ-система аналізує емпіричні дані та породжує гіпотези про причинно-наслідкові залежності у базі даних з неповною інформацією, які приймаються (чи відкидаються)

на підставі критерію достатньої основи прийняття гіпотез, поповнюючи базу знань в процесі діалогу. Відкритість такої системи обумовлена тим, що інструментальні засоби та база знань системи налаштовується на предметну область за допомогою специфікації аксіом структури даних і аксіом предметної області, а також додавання металогічних засобів управління припущеннями відносно відкритої предметної області. Для формального опису відкритої системи знань Фіном було введено поняття квазіаксіоматичної теорії (КАТ) [17].

Квазіаксіоматична теорія має вигляд:

$$T = \langle \Sigma, \Sigma', R \rangle \quad (2)$$

де Σ - множина аксіом, що частково характеризують проблемну область, Σ' - відкрита множина напівфактів (напівфакт являє собою факт або гіпотезу), що поповнюється в процесі роботи, $R = R_r \cup R_p$ - об'єднання множини правил достовірного (дедуктивного) виведення R_r та множини правил правдоподібного виведення R_p . Кожне застосування правил правдоподібного виведення змінює стан КАТ, який визначається як

$$T_n = \langle \Sigma_n, \Sigma'_n, R_n \rangle \quad (3)$$

де Σ_n, Σ'_n - відповідно n -і стани бази знань і бази напівфактів, n - номер кроку застосувань правил правдоподібного виведення. Тоді при $n = 0$

$$T_0 = \langle \Sigma_0, \Sigma'_0, R_0 \rangle \quad (4)$$

є початковий стан КАТ, до якої ще не застосовувалися правила правдоподібного виводу.

На основі цієї методології пропонується побудова формальної моделі аргументаційної системи підтримки прийняття рішень як квазіаксіоматичної аргументаційної теорії (КААТ), що формалізується засобами логіки аргументації.

На рис.1 представлена загальна концепція аналізу та підтримки прийняття рішень в когнітивних конфліктах.

Концептуальна реконструкція суб'єктивних представлень спрямована на виявлення індивідуально значимих чинників, норм, переваг, аргументів, альтернатив і стратегій вибору. Для добування та представлення суб'єктивних уявлень про структуру конфліктної ситуації в системі управління планується використовувати метод концептуальної реконструкції, заснований на парадигмі "суб'єктного аналізу даних", при якому структура особових представлень відбивається на концептуальну схему когнітивного простору особи. Концептуальна реконструкція знаходить своє відображення в репрезентації суб'єктивних представлень: побудові когнітивних концептуальних моделей.

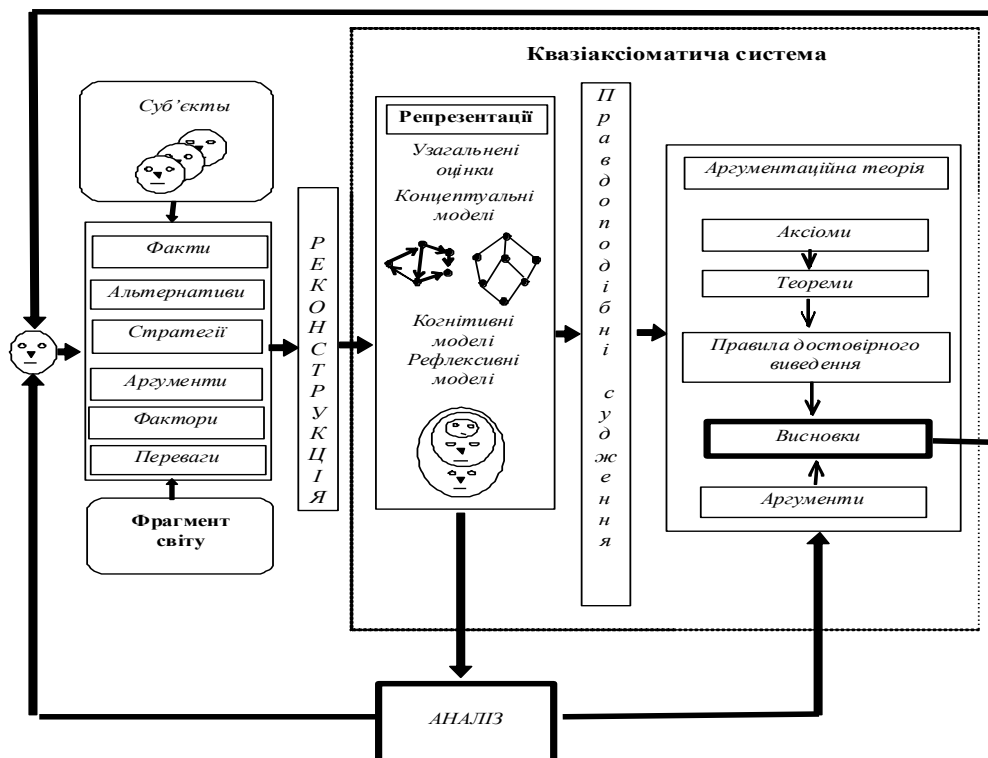


Рис.1. Концепція побудови аргументаційної системи підтримки прийняття рішень в конфліктних ситуаціях.

Суб'єктивні представлення, зокрема, деякі цінності, переваги, міркування вигоди, моральності та ін. можуть служити нормами, якими регулюється поведінка суб'єктів конфлікту

в ситуації вибору при ухваленні рішення. Для моделювання поведінки в ситуації вибору використовуються методи побудови моделей

рефлексій поведінки, що регулюється відібраною частково впорядкованою множиною норм.

Основним засобом підтримки прийняття рішення пропонується аргументація. Ця концепція покладена в основу розробки архітектури аргументаційної системи підтримки прийняття рішень, яка формалізується засобами квазіаксіоматичної аргументаційної теорії.

Висновки і перспективи подальших досліджень

В роботі розглянуто методологію побудови формальної моделі аргументаційної системи підтримки прийняття рішень - як квазіаксіоматичної аргументаційної теорії (КААТ),

що формалізується засобами логіки аргументації в рамках концепції аналізу та підтримки прийняття рішень в когнітивних конфліктах як відкритої інтерактивної інтелектуальної системи реального часу з неповною інформацією, що містить засоби добування нових знань з даних, які надходять до неї, і реалізовує немонотонне виведення. Саме такою системою в майбутньому буде розподілена система управління в інформаційній сфері як спеціального призначення (виконує завдання в якійсь одній сфері, чи в інтересах якоїсь корпорації чи служби) так і регіонального чи глобального масштабу.

Література

1. Таран Т.А. Аналіз і моделювання когнітивних конфліктів // Праці 2-ї міжнародної конференції "Когнітивний аналіз і управління розвитком ситуацій". Т. 2. /Таран Т.А. - М.: ІПУ РАН, 2002. С. 96-119. 2. Brewka С. Логический поход к искусственному интеллекту: От классической логики к логическому программированию. М., 1990. Гл. 4; Brewka С, DixJ., Konolige К. Nonmonotonic Reasoning: An Overview. Stanford, 1995. 3. Бидой Н., Хулл Р. (1989) «Минимализм, оправдание и немонотонность в дедуктивных базах данных», Журнал Компьютерных и Системных Наук 38: 290-325. 4. Брюка Г. (1991). Немонотонное рассуждение: логические фонды здравого смысла. Издательство Кембриджского университета. 5. Брюка Г., Дикс Дж., Конолидж К. (1997). Немонотонное Рассуждение - Обзор. Публикации CSLI, Стэнфорд. 6. Кэдоли М., Шерф М. (1993) «Обзор сложности заканчиваются для немонотонных логик» Журнал Логического Программирования 17: 127-60. 7. Донини Ф. М., Ленцерини М., Нарди Д., Пирри Ф., Шерф М. (1990) «Немонотонное рассуждение», Artificial Intelligence Review 4: 163-210. 8. Гинсберг М.Л., редактор (1987) Чтения в Немонотонном Рассуждении. Лос

Альты СА: Морган Кофман. 9. Horty J.F., 2001, «Немонотонная Логика», в Goble, Лу, редакторе, Справочнике Блэквелла по Философской Логике. Блэквелл. 10. McDermott, Doyl J. Nonmonotonic logic I // Artificial Intelligence. 1980. V. 13. P. 14 – 72. 11. Поспелов Д.А. Ситуационное управление: теория и практика / Поспелов Д.А. – М.: Наука, 1986. — 288 стр. 12. Поспелов Д.А. Принципы ситуационного управления // Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. - 1971. - № 2. - С. 10-17. 13. Клыков Ю.И. Ситуационное управление большими системами / Клыков Ю.И. - М.: Энергия, 1974. - 134 с. 14. Поспелов Д.А. Ситуационное управление. Теория и практика / Поспелов Д.А.- М.: Наука, 1986. - 288 с. 15. Osipov G.S. Semiotic Modeling: An Overview//In [4], pp. 51-72. 16. Финн В. К. Искусственный интеллект: методология, применения, философия = Artificial intelligence: methodology, applications, philosophy / науч. ред. М. А. Михеенкова. М.: КРАСАНД, 2011. 447 с. 17. Финн В.К. Правдоподобные рассуждения в интеллектуальных системах типа ДСМ. Итоги науки и техники. Информатика. Т. 15. М: 1991. с.54-101.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ОТКРЫТОЙ ОБЛАСТИ ЗНАНИЙ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Владимир Николаевич Шемаєв (доктор военных наук, профессор)¹

Игорь Александрович Ляшенко (кандидат военных наук)²

Сергей Сергеевич Стефанцев²

¹ *Национальный институт стратегических исследований, Киев, Украина*

² *Киевский национальный экономический университет имени Вадима Гетьмана, Киев, Украина*

При управлении процессами в различных отраслях, особенно в информационной сфере, достаточно часто возникает потребность в принятии решения в слабо структурированных динамических ситуациях, когда параметры (значения переменных), законы и закономерности развития ситуации описываются не количественно, а качественно. При этом возникает уникальная ситуация, когда изменения ее структуры очень трудно предсказать. Поэтому в статье рассматриваются вопросы использования экспертами и аналитиками собственного опыта и интуиции. В таких ситуациях применяется субъективная модель, которая называется когнитивной картой.

Целью данной статьи является анализ разработки и использования открытой интерактивной интеллектуальной системы реального времени с неполной информацией. Эта система должна содержать средства добычи новых знаний из данных, поступающих в нее. Формальная модель этой системы должна содержать средства для базы знаний, которые постоянно меняется, а также правила вывода, по которым делаются предположения.

Авторы рассматривают подход к разработке и использованию концепции построения аргументационной системы поддержки принятия решений в конфликтных ситуациях.

Использование указанной концепции направлено на выявление индивидуально значимых факторов, норм, предпочтений, аргументов, альтернатив и стратегий выбора.

Ключевые слова: система управления, когнитивная карта, формализация, немонотонность, интерактивная интеллектуальная система реального времени, квазиаксиоматическая теория.

FORMALIZATION OF THE OPEN KNOWLEDGE AREA OF THE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM

Volodymyr Shemaiev (doctor of military sciences, professor)¹

Ihor Liashenko (Candidate of Military Sciences)²

Serhii Stefantsev²

¹*The National Institute for Strategic Studies, Kyiv, Ukraine*

²*Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman. Kyiv. Ukraine*

When managing processes in various industries, especially in the information sphere, quite often there is a need for decision making in poorly structured dynamic situations when parameters (values of variables), laws and patterns of development of a situation are described not quantitatively but qualitatively. In this case, a unique situation arises when changes in its structure are very difficult to predict. Therefore, the article discusses the use of experts and analysts own experience and intuition. In such situations, a subjective model is used, which is called a cognitive map.

The purpose of this article is to analyze the development and use of an open interactive real-time intelligent system with incomplete information. This system should contain the means of extracting new knowledge from the data entering it. The formal model of this system should contain the means for the knowledge base, which are constantly changing, as well as the inference rules by which assumptions are made.

The authors consider the approach to the development and use of the concept of building an argumentation decision support system in conflict situations.

The use of this concept is aimed at identifying individually significant factors, norms, preferences, arguments, alternatives, and selection strategies.

Keywords: control system, cognitive map, formalization, non-monotonic, interactive real-time system, quasi-axiomatic theory.

References

- 1. Taran T.A.** Analyzes and Models of Cognitive Conflicts // Proceedings of the International Conference "Cognitive Analysis and Management of Situation Development". V. 2. / Taran, T.A. - M.: IPU RAS, 2002. S. 96-119.
- 2. Brewka S.** Logical approach to artificial intelligence: From classical logic to logical programming. M., 1990. Ch. four; Brewka S, Dix J., Konolige K. Nonmonotonic Reasoning: An Overview. Stanford, 1995.
- 3. Bidoy N., Hull R.** (1989) "Minimalism, justification and non-monotony in deductive databases", Journal of Computer and System Sciences 38: 290-325.
- 4. Bruck G.** (1991). Nonmonotonic reasoning: logical foundations of common sense. Cambridge University Press.
- 5. Bruck G., Dix J., Konolidzh K.** (1997). Nonmonotonic Reasoning - Review. CSLI Publications, Stanford.
- 6. M. Cadoli, M. Schaerf** (1993) "An overview of the difficulty ends for non-monotonic logics" Logical Programming Journal 17: 127-60.
- 7. Donini F.M., Lenzerini M., Nardi D., Pyrrri F., Schäerf M.** (1990) "Nonmonotonic Reasoning," Artificial Intelligence Review 4: 163-210.
- 8. ML Ginsberg, ed.** (1987) Readings in Non-Monotonic Reasoning. Los Altos CA: Morgan Cofman.
- 9. Horty J.F.,** 2001, "Nonmonotonic Logic", in Goble, Lou, editor, Blackwell's Philosophical Logic Reference Book. Blackwell
- 10. McDermott, Doyl J.** Non-monotonic logic I // Artificial Intelligence. 1980. V. 13. R. 14 - 72.
- 11. Pospelov D.A.** Situational management: theory and practice / Pospelov DA - M.: Nauka, 1986. - 288 p.
- 12. Pospelov DA** Principles of situational management // Izv. Academy of Sciences of the USSR. Technical cybernetics. - 1971. - № 2. - p. 10-17.
- 13. Klykov Yu.I.** Situational management of large systems / Klykov Yu.I. - M.: Energy, 1974. - 134 p.
- 14. Pospelov D.A.** Situational management. Theory and Practice / Pospelov DA- M.: Science, 1986. - 288 p.
- 15. Osipov G.S.** Semiotic Modeling: An Overview // In [4], pp. 51-72.
- 16. Finn V.K.** Artificial Intelligence: Methodology, Applications, Philosophy = Artificial intelligence: methodology, applications, philosophy / scientific. ed. M.A. Mikheenkov. M.: KRASAND, 2011. 447 c.
- 17. Finn V.K.** Plausible reasoning in intelligent systems such as DSM. Results of science and technology. Computer science. V. 15. M: 1991. pp.54-101.

*Євгеній Олександрович Гришманов*¹*Ірина Вікторівна Захарченко* (кандидат технічних наук)²*Ірина Вікторівна Новікова*³¹ *Льотна академія Національного авіаційного університету, Кропивницький, Україна*² *Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*³ *Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна*

МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ НЕСПРИЯТЛИВИХ АВІАЦІЙНИХ ПОДІЙ ПІД ЧАС ПОЛЬОТУ НА ОСНОВІ ГІБРИДНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

В роботі представлено структуру методу прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту на основі згорткових нейронних мереж (CNN) та рекурентних нейронних мереж (RNN) на базі модулів LSTM. Безпосередньо під прогнозуванням в роботі мається на увазі вирішення задачі аналізу текстових повідомлень, що представлені у вигляді структурованого та неструктурованого тексту та формуються на основі даних, отриманих від різних джерел інформації в процесі управління повітряним рухом. Детально розглянуто процедуру визначення гіперпараметрів та процедуру навчання гібридної нейромережевої моделі для прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті з використанням CNN та LSTM.

Ключові слова: безпека польотів, прогнозування, згорткова нейронна мережа, рекурентна нейронна мережа, модуль LSTM, функція активації, тензор.

Вступ

Постановка проблеми. Одним із важливих моментів забезпечення обороноздатності держави є підвищення рівня безпеки польотів. Так, аналіз звітів [1-2], щодо стану безпеки польотів цивільної авіації за 2016-2018 роки не показав тенденції зменшення кількості авіаційних подій.

Перспективним напрямком вирішення даної проблеми є розробка та впровадження автоматизованих систем управління авіаційними технічними засобами по різних показникам якості функціонування, у тому числі й безпекою польотів, які забезпечать можливість здійснювати прогнозування з метою прийняття своєчасних рішень по попередженню авіаційних подій. Основою таких систем є математичне та програмне забезпечення.

Одним із варіантів при розробці методів прогнозування авіаційних подій є застосування ймовірнісних методів аналізу небезпеки. Однак крім традиційних методів, вирішення вказаної задачі можливе здійснювати за допомогою нейронних мереж, які дозволяють забезпечувати більшу ефективність та якість аналізу за рахунок застосування в них алгоритмів глибокого навчання.

Аналіз останніх досліджень. В роботах [3, 4] запропоновано методи прогнозування та попередження авіаційних подій з використанням ймовірнісного аналізу та побудови дерева подій на основі інформації, яка отримується від різних джерел інформації і свідчить про фактори небезпеки. Однак питання наявності інформації у вигляді структурованих та неструктурованих

даних у рамках запропонованих методів не достатньо розглянуті і потребують подальшого дослідження.

Мета статті. Розробка методу прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту на основі використання глибоких нейронних мереж, а саме згорткових та рекурентних нейронних мереж.

Виклад основного матеріалу дослідження

Під процесом прогнозування несприятливих авіаційних подій в роботі будемо мати на увазі вирішення задачі аналізу текстових повідомлень, які формуються на основі даних, отриманих в процесі управління повітряним рухом від різних джерел інформації. Аналіз текстових повідомлень полягає у виділенні ключових слів з наступним визначенням ймовірності виникнення авіаційної події деякого класу. При розробці методу прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту у якості базового математичного апарату будемо використовувати рекурентні нейронні мережі (Recurrent Neural Networks □ RNN) на базі модулів довгої короткострокової пам'яті (Long short-term memory □ LSTM) та згорткові нейронні мережі (Convolutional neural network □ CNN).

Аналіз можливостей даних мереж [5-6] показав, що RNN на базі модулів LSTM ефективні перш за все при аналізі структурованого тексту, під яким у даному випадку мається на увазі звіт про результати розслідування авіаційних подій. В свою чергу CNN ефективні у випадку неструктурованого тексту, у якості якого

розглядаються текстові повідомлення стосовно ситуації, що складається під час польоту згідно даних зовнішніх джерел інформації.

Узагальнена структура методу прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту на основі гібридної нейромережевої моделі з використанням згорткових та рекурентних нейронних мереж наведена на рисунку 1.

Метод прогнозування складається з наступних основних процедур:

1) процедури визначення базової архітектури нейромережевої моделі прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті.



Рис.1- Загальна структура методу прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту на основі гібридних нейронних мереж

Архітектура моделі прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті базується на гібридній моделі на основі згорткової нейронної мережі (Convolutional neural network □ CNN) [5], яка використовується при функціонуванні гібридної нейромережевої моделі прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті та LSTM [6] і використовується при навчанні гібридної нейромережевої моделі прогнозування;

2) процедури визначення гіперпараметрів гібридної нейромережевої моделі для прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті з використанням CNN і LSTM;

3) процедури навчання гібридної нейромережевої моделі та формування значень ваг шару Embedding [7] для прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті з навчальної вибіркою, отриманою методом формування навчальної вибірки. В якості базової топології нейронної мережі використовується топологія LSTM;

4) процедури побудови векторної моделі текстових повідомлень від зовнішніх джерел в процесі прогнозування несприятливих авіаційних

подій в польоті. Дана процедура аналогічна відповідній процедурі побудови векторної моделі текстових повідомлень по навчальним прикладам, яка виконується при формуванні навчальної вибірки;

5) процедури прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті на основі функціонування навченої гібридної нейромережевої моделі з використанням CNN та навченого шару LSTM.

Розглянемо більш детально деякі з наведених вище процедур.

В якості базових гіперпараметрів гібридної нейромережевої моделі прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті розглядаються базові елементи нейронних мереж CNN і LSTM.

1) базові шари:

- згорткові шари (Convolution Layers, CONV-шари). CONV-шар обчислює значення виходів нейронів, які з'єднані з рецептивними полями (фільтрами, що навчаються) вхідного шару, для опису ознак зображення у вигляді багатовимірного масиву карт ознак;

- шари об'єднання (Pooling Layers, POOL-шари). POOL-шар забезпечує зниження просторового розміру зображення (карт ознак) для зменшення кількості параметрів та обчислювальної складності мережі;

- шари активації: безпосередньо в роботі використовується шар випрямлення (Rectified Linear Unit, шари ReLU). Шар ReLU це лінійний блок випрямлення, що розглядається як функція активації нейронів CONV-шару;

- шар Embedding - забезпечує безпосереднє кодування слів, де кожному слову з розглянутої предметної області присвоюється вектор заданої розмірності. Кодування слів за допомогою векторів помірної розміру шаром Embedding знімає проблему перенавчання;

2) допоміжні шари:

- шар конкатенації або зв'язування (Concatenation, Concat-шар). Concat-шар забезпечує об'єднання різних вихідних багатовимірних масивів карт ознак, отриманих в результаті функціонування шарів нейронної мережі, в один;

- шари даних (Data Layers) - шари, через які здійснюється безпосереднє введення первинних даних про зображення.

Представимо розмірність вхідних даних X довільного i -го шару у вигляді кортежу H^{in}, W^{in}, D^{in} де величина H^{in} визначає висоту вхідної матриці (кількість слів у повідомленні), W^{in} визначає ширину вхідної матриці (довжину вектора для кодування вхідного слова) та D^{in} - глибину вхідної матриці. Для вхідних даних шару Embedding глибина характеризує кількість вхідних повідомлень, що оброблюються. Для даних, що передаються між прихованими шарами підмережі, глибина характеризує кількість карт ознак. Розмірність вихідних даних Y для i -го шару формально представимо у вигляді кортежу $H^{out}, W^{out}, D^{out}$. Тоді розмірність рецептивного поля F i -го шару як багатовимірного фільтра в загальному випадку представимо у вигляді кортежу $H^f, W^f, D^{in}, D^{out}$. При цьому, будемо вважати, що $W^f = H^f$.

Формально структуру CONV-шару, що є основною обчислювальною одиницею мережі, представимо у вигляді наступного кортежу:

$$CONV = X, F, Y, B, P_h^-, P_h^+, P_w^-, P_w^+, S_h, S_w, n^{par} \quad (1)$$

де X - багатовимірний масив вхідних даних, що представляє вхідне текстове повідомлення або множину вхідних карт ознак для довільного шару $X \subset \mathbb{R}^{H^{in} \times W^{in} \times D^{in}}$;

F - багатомірний фільтр, що представляє собою множину рецептивних полів, $F \subset \mathbb{R}^{H^f \times W^f \times D^{in} \times D^{out}}$;

Y - багатомірний масив вихідних даних, що представляють собою множину вихідних карт ознак, $Y \subset \mathbb{R}^{H^{out} \times W^{out} \times D^{out}}$;

B - множина значень «нейронних зміщень»;

$P_h^-, P_h^+, P_w^-, P_w^+$ - вектор нулів вирівнювання кодованого вхідного текстового повідомлення по

нижньому, верхньому, лівому та правому краю фільтра відповідно;

S_h, S_w - вектор кроку зміщення рецептивного поля по висоті та ширині матриці слів відповідно;

n^{par} - кількість навчаних параметрів CONV-шару.

Кількість навчаних параметрів CONV-шару визначається відповідно до виразу:

$$n^{par} = H^f D^f D^{in} D^{out} + |B| \quad (2)$$

При цьому характеристики вихідних даних CONV-шару, формально представлених у вигляді кортежу $H^{out}, W^{out}, D^{out}$ визначаються згідно виразів:

$$W^{out} = \frac{W^{in} - W^f + P_w^+ + P_w^-}{S_w} + 1, W^{in} + P_w^+ + P_w^- \geq W^f; \quad (3)$$

$$H^{out} = \frac{H^{in} - H^f + P_h^+ + P_h^-}{S_h} + 1, H^{in} + P_h^+ + P_h^- \geq H^f \quad (4)$$

де n^f - кількість рецептивних полів CONV-шару.

Згортковий шар можливо представити у вигляді функції:

$$Y_{H^{out}W^{out}D^{out}} = f_{CONV} X_{H^{in}W^{in}D^{in}} \quad (5)$$

де $X_{H^{in}W^{in}D^{in}}$ - коваріантний тензор третього рангу, який описує вхідні дані CONV-шару;

$Y_{H^{out}W^{out}D^{out}}$ - коваріантний тензор третього рангу, який описує вихідні дані CONV-шару.

З урахуванням формального представлення CONV-шару згідно (1), результат визначення елемента тензора $Y_{H^{out}W^{out}D^{out}}$ представляється як:

$$y_{i^{out}j^{out}k^{out}} = b_{k^{out}} + \sum_{i^{in}=0}^{H^f-1} \sum_{j^{in}=0}^{W^f-1} \sum_{k^{in}=1}^{D^{in}} f_{k^{out}}^{i^f j^f k^{in}} * x_{i^{in}+i^{out}j^{in}+i^{out}k^{in}} \quad (6)$$

де $y_{i^{out}j^{out}k^{out}}$ - елемент тензору

$$Y_{H^{out}W^{out}D^{out}}, y_{i^{out}j^{out}k^{out}} \in Y_{H^{out}W^{out}D^{out}};$$

$b_{k^{out}}$ - елемент множини B , $b_{k^{out}} \in B$;

$f_{k^{out}}^{i^f j^f k^{in}}$ - елемент комбінованого тензору

четвертого рангу $F_{D^{out}}^{H^f W^f D^{in}}$, який описує рецептивні поля CONV-шару,

$$f_{k^{out}}^{i^f j^f k^{in}} \in F_{D^{out}}^{H^f W^f D^{in}};$$

$x_{i^{in}+i^{out}j^{in}+i^{out}k^{in}}$ - елемент тензору

$$X_{H^{in}W^{in}D^{in}}, x_{i^{in}+i^{out}j^{in}+i^{out}k^{in}} \in X_{H^{in}W^{in}D^{in}};$$

* - операція згортки спряжених тензорів.

Формально структуру шару активації представимо наступним кортежем:

$$ACT = X, Y, t^{ACT} \quad (7)$$

де X – багатомірний масив вхідних даних, що являє собою множину вхідних карт ознак,

$$X \subset \mathbb{R}^{H^{in} \times W^{in} \times D^{in}};$$

Y – багатомірний масив вихідних даних, що являє собою множину вихідних карт ознак,

$$Y \subset \mathbb{R}^{H^{out} \times W^{out} \times D^{out}};$$

t^{ACT} – множина типів функцій активації.

В даній роботі буде використовуватися функція активації ReLU [8]:

$$y_{i^{out} j^{out} k^{out}} = S \ x_{i^{in} j^{in} k^{in}} = \max \{0, x_{i^{in} j^{in} k^{in}}\} \quad (8)$$

де

$$y_{i^{out} j^{out} k^{out}} \in Y_{H^{out} W^{out} D^{out}}, x_{i^{in} j^{in} k^{in}} \in X_{H^{in} W^{in} D^{in}},$$

$$H^{out} = H^{in}, W^{out} = W^{in}, D^{out} = D^{in}.$$

Шар активації, який реалізує функцію ReLU, представимо в вигляді:

$$Y_{H^{out} W^{out} D^{out}} = f_{ReLU} X_{H^{in} W^{in} D^{in}} \quad (9)$$

Формально структуру POOL-шару можна представити у вигляді наступного кортежу:

$$POOL = X, Y, H^{Pool}, W^{Pool}, S_h, S_w, t^{Pool} \quad (10)$$

де X – багатомірний масив вхідних даних, що являє собою множину вхідних карт ознак,

$$X \subset \mathbb{R}^{H^{in} \times W^{in} \times D^{in}};$$

Y – багатомірний масив вихідних даних, що являє собою множину вихідних карт ознак,

$$Y \subset \mathbb{R}^{H^{out} \times W^{out} \times D^{out}};$$

H^{Pool}, W^{Pool} – просторові розміри вікна

об'єднання POOL-шару;

S_h, S_w – крок зсуву рецептивного поля;

t^{Pool} – множина типів операцій об'єднання,

$$t^{Pool} = \text{"max"}, \text{"avg"}, \text{"sum"}.$$

В даному дослідженні безпосередньо використовуємо два типи операцій “max” та “avg”.

Характеристики вихідних даних POOL-шару визначаються згідно наступних виразів:

$$W^{out} = \frac{W^{in} - W^{Pool}}{S_w} + 1 \quad (11)$$

$$H^{out} = \frac{H^{in} - H^{Pool}}{S_h} + 1 \quad (12)$$

$$D^{out} = D^{in} \quad (13)$$

Представимо шар об'єднання у вигляді наступних функцій:

– для операції “max”:

$$Y_{H^{out} W^{out} D^{out}} = f_{MaxPOOL} X_{H^{in} W^{in} D^{in}} \quad (14)$$

– для операції “avg”:

$$Y_{H^{out} W^{out} D^{out}} = f_{AvgPOOL} X_{H^{in} W^{in} D^{in}} \quad (15)$$

З урахуванням формального уявлення POOL-шару, відповідно до виразу (10), результат визначення елементу тензора $Y_{H^{out} W^{out} D^{out}}$ представляється для операцій “max” та “avg” як:

$$y_{i^{out} j^{out} k^{out}} = \max_{\substack{1 \leq i^{pool} \leq H^{pool}, \\ 1 \leq j^{pool} \leq W^{pool}}} x_{i^{in} + i^{out} - 1, j^{in} + i^{out} - 1, k^{in}} \quad (16)$$

$$y_{i^{out} j^{out} k^{out}} = \frac{1}{H^{pool} W^{pool}} \sum_{\substack{1 \leq i^{pool} \leq H^{pool}, \\ 1 \leq j^{pool} \leq W^{pool}}} x_{i^{in} + i^{out} - 1, j^{in} + i^{out} - 1, k^{in}} \quad (17)$$

$$y_{i^{out} j^{out} k^{out}} \in Y_{H^{out} W^{out} D^{out}}, x_{i^{in} j^{in} k^{in}} \in X_{H^{in} W^{in} D^{in}}, D^{out} = D^{in}.$$

Процедура навчання гібридної нейромережевої моделі для прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту повністю визначається алгоритмом навчання нейронної мережі на основі модуля LSTM. В якості навчальної вибірки використовуються структуровані дані у вигляді звітів про результати розслідування несприятливих авіаційних подій під час польоту (від 100 до 5000 навчальних прикладів). Надалі, на основі технології Transfer Learning [8], на вхід нейронної мережі для прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту передається налаштований в процесі навчання шар Embedding. Нейронна мережа донавчається з використанням навчальної вибірки у вигляді неструктурованих даних про поточну обстановку в польоті (від 100 до 500 навчальних прикладів). Схема реалізації даної процедури представлена на рисунку 2.

Навчання RNN на основі модуля LSTM аналогічне навчанню класичної нейронної мережі [7]. При цьому в якості базового алгоритму навчання використовується алгоритм зворотного поширення помилки (backpropagation).

Безпосередньо порядок функціонування та навчання RNN на основі модулів LSTM полягає в реалізації наступних етапів:

- шар векторного уявлення слів Embedding перетворює кожен вхід (тензор з k слів) в тензор k N -мірних векторних уявлень слів (N - розмір уявлення);
- кожному слову, характерному для повідомлень про результати розслідування авіаційних подій, ставиться у відповідність вектор ваг, який необхідно вивчити під час процесу навчання мережі;
- створюється тензор, який представляє собою повідомлення про результати розслідування авіаційної події;
- з використанням шарів RNN на основі блоків модулів LSTM (с використанням шару Dropout) виконується безпосередня настройка ваг

LSTM під час навчання з використанням BPTT. RNN шар розгортається динамічно, приймаючи на вхід k -векторних уявлень і видає M -мірні вектора, де M - в загальному випадку кількість LSTM-модулів в блоці;

- шар Softmax реалізує вихід RNN шару з усередненням через k тимчасових кроків. Формується тензор розмірності M , який використовується для обчислення ймовірностей для задачі прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту.

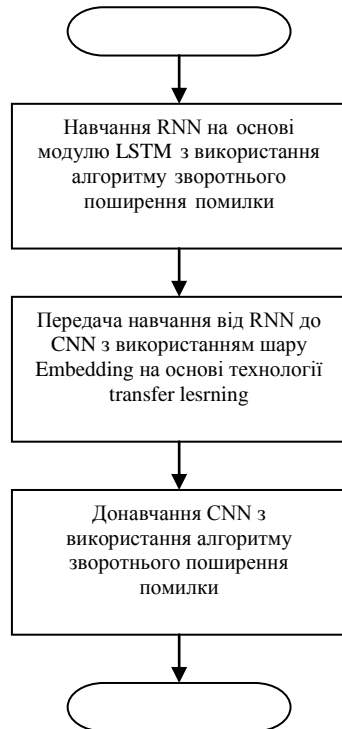


Рис.2 □ Структурна схема реалізації процедури навчання гібридної нейромережевої моделі для прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту

Процедура прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту з використанням навченої гібридної нейромережевої моделі реалізується за допомогою виконання сукупності таких операцій (рис.3):

- 1) подання вхідних слів в шарі даних у вигляді

Література

1. Справка. Состояние безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства в первом полугодии 2018 г. URL: <https://mak-iac.org/upload/iblock/5b0/bp-18-1.pdf>. 2. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents. Worldwide Operations 1959-2008, Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington 98124-2207, USA. 3. Шаров В.Д. Применение байесовского подхода для уточнения вероятностей событий в автоматизированной системе прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий / В. Д. Шаров // Управление большими системами. –2013. №43. – С.240 – 253.

тривимірного масиву (тензору) розмірністю, векторних уявлень слів (векторної моделі текстових повідомлень) за даними від зовнішніх джерел;

2) реалізація прямого проходу CONV-шарів і прошарків ReLU відповідно до виразів (6) та (8). Кількість CONV-шарів і прошарків ReLU визначається архітектурою нейронної мережі;

3) реалізація прямого проходу MaxPOOL-шару у відповідності до виразу (16) і архітектурою нейронної мережі прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті;

4) реалізація прямого проходу додаткових CONV-шарів без шарів ReLU згідно виразу (6);

5) (8) реалізація прямого проходу AvgPOOL-шару у відповідності з виразом (17) і архітектурою нейронної мережі;

9) карти ознак, розраховані на виході AvgPOOL-шару, об'єднуються в один загальний вектор ознак. Він подається на вхід прихованого повнозв'язну шару, а потім надходить на вихідний шар Softmax нейронної мережі, де і розраховуються підсумкові мітки класів для прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті.

Висновки і перспективи подальших досліджень

В роботі представлено структуру методу прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту на основі згорткових (CNN) та рекурентних нейронних мереж (RNN) на базі модулів LSTM.

RNN в контексті вирішення задачі прогнозування несприятливих авіаційних подій під час польоту використовуються для початкового налаштування шару Embedding на структурованих навчальних даних в процесі навчання гібридної нейросетевої моделі.

CNN використовуються в процесі безпосереднього функціонування гібридної нейромережевої моделі прогнозування несприятливих авіаційних подій в польоті.

4. Макаров В.П. Метод прогнозирования и предупреждения авиационных происшествий на основе анализа “дерева факторов опасности”: дисер. канд. техн. наук / В.П. Макаров. – М., 2013. – 137с. 5. Y. Kim. Convolutional neural networks for sentence classification. arXiv:1408.5882 [cs.CL], 2014. 6. C. Olah. Neural networks, recurrent neural networks, convolutional neural networks. <http://colah.github.io/>. 7. dos Santos C.N., Gatti M. Deep Convolutional Neural Networks for Sentiment Analysis of Short Texts // COLING, 2014. P. 69 – 70. 8. S.Hochreiter, J.Schmidhuber. Long short-term memory // Neural computation 9, 1997. Issue 8. P. 1735 – 1780.

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В ПОЛЕТЕ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Евгений Александрович Гришманов ¹
Ирина Викторовна Захарченко (кандидат технических наук) ²
Ирина Викторовна Новикова ³

¹ Летная академия Национального авиационного университета, Кропивницкий, Украина
¹ Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков, Украина
³ Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В работе представлена структура метода прогнозирования неблагоприятных авиационных происшествий в полете на основе сверточных нейронных сетей (CNN) и рекуррентных нейронных сетей (RNN) на базе модулей LSTM. Непосредственно под прогнозированием в работе имеется в виду решения задачи анализа текстовых сообщений, представленных в виде структурированного и неструктурированного текста, которые формируются на основе данных, полученных от различных источников информации в процессе управления воздушным движением. Детально рассмотрены процедуры определения гиперпараметров и обучения гибридной нейросетевой модели для прогнозирования неблагоприятных авиационных событий в полете с использованием сетей CNN и модулей LSTM.

Ключевые слова: безопасность полетов, прогнозирования, сверточная нейронная сеть, рекуррентная нейронная сеть, модуль LSTM, функция активации, тензор.

METHOD OF FORECASTING OF UNFAVORABLE AIRCRAFT ACCIDENTS IN THE FLIGHT BASED ON HYBRID NEURAL NETWORKS

Evhenii Gryshmanov ¹
Iryna Zakharchenko (Candidate of technical sciences) ²
Iryna Novikova ³

¹ Flight Academy of National Aviation University, Kropivnitsky, Ukraine
² Kharkov National Air Force University named after Ivan Kozhedub, Kharkov, Ukraine
³ National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine

The paper describes the structure of a method for forecasting of unfavorable aircraft accidents in the flight that uses convolutional neural networks (CNN) and recurrent neural networks (RNN) based on LSTM modules. In this work, forecasting means solving the problem of analyzing text messages. They are presented as a structured and unstructured text and are formed based on data obtained from various sources of information in the process of air traffic control. The procedures for determining hyperactive parameters and training a hybrid neural network model for forecasting of unfavorable aircraft accidents in the flight using CNN networks and LSTM modules are considered in detail.

Keywords: flight safety, forecasting, convolutional neural network, recurrent neural network, LSTM module, activation function, tensor.

References

1. Fact sheet. Status of civil aviation safety of the States Parties to the Agreement on Civil Aviation and the Use of Air in the first half of 2018. URL: <https://mak-iac.org/upload/iblock/5b0/bp-18-1.pdf>.
2. Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents. Worldwide Operations 1959-2008, Boeing Commercial Airplanes, Seattle, Washington 98124-2207, USA.
3. V.D.Sharov. Application of the Bayesian approach for specifying the probabilities of events in the automated system of forecasting and prevention of aviation accidents / V.D.Sharov // Management of large systems. – 2013. №43. – С.240 – 253.
4. V.P.Makarov. Method of forecasting and prevention of aviation accidents on the basis of the “Factors hazard tree” analysis: Dissertation Candidate of Technical Sciences / V.P.Makarov. – M., 2013. – P.137.
5. Y. Kim. Convolutional neural networks for sentence classification. arXiv:1408.5882 [cs.CL], 2014.
6. C. Olah. Neural networks, recurrent neural networks, convolutional neural networks. <http://colah.github.io/>.
7. Dos Santos C.N., Gatti M. Deep Convolutional Neural Networks for Sentiment Analysis of Short Texts // COLING, 2014. P. 69 – 70.
8. S.Hochreiter, J.Schmidhuber. Long short-term memory // Neural computation 9, 1997. Issue 8. P. 1735 – 1780.

*Сергій Валентинович Ковбасюк (доктор технічних наук, с.н.с.)
Дмитро Миколайович Випорханюк*

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

ГЕОПРОСТОРОВИЙ АНАЛІЗ ЯК МЕТОД КОСМІЧНОЇ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ

Нинішній стан космічної діяльності у сфері оборони України не в повній мірі забезпечує вирішення завдань обороноздатності держави та потребує суттєвого удосконалення. Зокрема, за напрямком моніторингу навколосемного космічного простору та формування достовірної космічної ситуаційної обізнаності на різних рівнях державного та військового управління. Актуалізує та загострює цю проблему космічна складова (космічна розвідка, супутникова навігація, супутниковий зв'язок тощо) російської гібридної війни проти України, яку забезпечують потужна ракетно-космічна галузь і космічні війська Російської Федерації. Слабкість вітчизняної інфраструктури моніторингу космічного простору та відсутність спеціалізованих (насамперед – радіолокаційних і радіопеленгаційних) засобів оперативної цілодобової розвідки космічної обстановки обумовлюють необхідність розроблення та застосування інформаційно-аналітичних і програмно-алгоритмічних методів і способів виявлення, ідентифікації (розпізнавання) та супроводження космічних апаратів і їх орбітальних угруповань. На підставі аналізу сучасного іноземного та вітчизняного досвіду формування космічної ситуаційної обізнаності, досвіду застосування геоінформаційного підходу та проведення геопросторового аналізу у різних сферах діяльності авторами обґрунтовані пропозиції щодо використання геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності, розроблена загальна послідовність його проведення. Визначені напрями подальших досліджень щодо розроблення загального та часткових алгоритмів геопросторового аналізу для вирішення завдань виявлення, ідентифікації (розпізнавання) та супроводження орбітальних і наземних елементів космічних систем, проведенням натурних експериментів, що мають підтвердити працездатність геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності, а також розроблення рекомендацій із його застосування у практиці вітчизняної космічної діяльності у сферах національної безпеки та оборони.

Ключові слова: геопросторовий аналіз, космічна обстановка (space situation), космічна ситуаційна обізнаність (space situational awareness, SSA).

Вступ

Суттєві зміни сучасного безпекового середовища, необхідність відбиття російської агресії та відновлення територіальної цілісності України обумовлюють необхідність створення нової системи забезпечення національної безпеки України, реформування сил безпеки та оборони, створення високоефективних боездатних Збройних Сил (ЗС) України, забезпечення пріоритету їх якісних характеристик і досягнення спроможностей відповідно до стандартів НАТО. Важливим напрямком досягнення цього є здійснення цілеспрямованої та скоординованої вітчизняної космічної діяльності, системного використання всієї наявної космічної інфраструктури держави для підвищення ефективності виконання завдань у сферах національної безпеки та оборони України.

Постановка проблеми. Нинішній стан космічної діяльності у сфері оборони України не в повній мірі забезпечує вирішення завдань обороноздатності держави та потребує суттєвого удосконалення. Зокрема, на основі розробки і впровадження в ЗС України стандартних процедур

космічної підтримки (Space support) операцій (бойових дій) НАТО, базовою функціональною областю якої є космічна ситуаційна обізнаність (space situational awareness, SSA). Під космічною ситуаційною обізнаністю (КсСО) розуміються необхідні на певний час поточні та прогнозовані знання про космічне середовище, можливості космічних систем (КС), їх оперативну готовність, обмеження та умови навколишнього середовища, інші події, загрози і види діяльності (поточні і заплановані), що прямо або опосередковано пов'язані з космосом, та їх вплив на операції (бойові дії). Тобто, у традиційному вітчизняному розумінні КсСО – це знання космічної обстановки (space situation).

Важливість дослідження та запровадження КсСО у практику вітчизняної космічної діяльності у сфері оборони посилює космічна складова російської гібридної війни проти України, яку забезпечують потужна ракетно-космічна галузь Російської Федерації та її повітряно-космічні сили – новий вид ЗС РФ, у складі яких в 2015 році були відновлені космічні війська як рід військ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Проведений аналіз досліджень та публікацій вітчизняних фахівців з питань космічної діяльності у сфері оборони України свідчить, що на цей час розроблені певні підходи до вирішення завдань створення та застосування космічної техніки і космічних технологій в інтересах національної безпеки й оборони держави. Проте вони носять переважно загальний концептуальний або вузькоспеціалізований характер стосовно застосування (використання) конкретних КС і засобів – видової розвідки та дистанційного зондування Землі, глобальних навігаційних супутникових систем, супутникового зв'язку, системи контролю і аналізу космічної обстановки (СКАКО), космічного інформаційного забезпечення (підтримки) військ (сил). Зокрема, стосовно СКАКО та космічної обстановки (за термінологією НАТО – космічної ситуаційної обізнаності) визначається наступне.

В роботі [1] розглядається комплексне використання національних радіолокаційних засобів надгоризонтного виявлення балістичних та космічних об'єктів як основи вітчизняної СКАКО.

У доповіді [2] подаються результати досліджень процесу обробки, аналізу та надання інформації про стан космічної обстановки, пропонуються напрями підвищення ефективності інформаційного забезпечення шляхом аналізу просторово-часових можливостей космічних засобів військового призначення та впровадження територіального принципу надання інформації про стан космічної обстановки.

В роботі [3] зазначається, що необхідною умовою ефективної космічної діяльності ЗС провідних країн світу є космічна ситуаційна обізнаність, оскільки знання та своєчасне виявлення змін космічної обстановки є важливою інформаційною компонентою оцінки та прогнозування бойової обстановки, застосування сучасних озброєнь, дій міжвидових угруповань військ (сил) у цілому. На підставі аналізу світового досвіду з питань космічної ситуаційної обізнаності сформульовані пропозиції щодо удосконалення процесу отримання, аналізу, комплексної обробки та відображення достовірної інформації про космічну обстановку в органах військового управління ЗС України в умовах їх реформування та зростання інформаційного фактора при вирішенні завдань національної безпеки та оборони.

Завдання СКАКО з урахуванням втрати частини системи в результаті анексії Криму розглядаються в [4] і пропонуються можливі варіанти відновлення функціонування цієї системи на основі існуючих технічних засобів, можливостей виробничого потенціалу держави та існуючої геополітичної обстановки.

В [5] розглянуто застосування оптичних засобів спостереження, а в [6] – шляхи удосконалення траєкторної обробки для космічних апаратів (КА) видового спостереження.

Стан впровадження програм та вимог керівних документів країн НАТО стосовно космічної ситуаційної обізнаності проаналізовано та показана доцільність інтеграції вітчизняної СКАКО до європейських програм космічної ситуаційної обізнаності в [7].

Результати системного опрацювання питань космічної ситуаційної обізнаності як основи космічної діяльності у сфері оборони висвітлені в монографії [8], в якій вперше у вітчизняній практиці обґрунтоване визначення категорії “космічна обстановка”, як ключового елементу термінологічної системи стосовно військово-космічної діяльності в цілому, космічної підтримки операцій (бойових дій) та її базової функціональної області – космічної ситуаційної обізнаності, сформульований підхід до визначення інформаційного аспекту категорії “космічна обстановка”, яку пропонується також трактувати як сукупність чинників і умов, в яких здійснюється інформаційне забезпечення операцій (бойових дій) протиборчих сторін з використанням структурно та функціонально інтегрованих космічних систем і засобів, викладена загальна послідовність аналізу та оцінки космічної обстановки при підготовці і проведенні операції (бойових дій, бою). В окремому розділі монографії [8] дана узагальнена та систематизована характеристика військово-космічної діяльності РФ. Основну увагу зосереджено на аналізі сил та засобів військово-космічної діяльності РФ як основи космічної ситуаційної обізнаності про космічну складову російської агресії. Значна частина інформації в монографії [8] отримана із застосуванням геоінформаційного підходу, геопросторового аналізу та геоінформаційного моделювання при обробленні різнорідних даних.

Саме слабкість вітчизняної інфраструктури моніторингу космічного простору та відсутність радіолокаційних засобів оперативної цілодобової розвідки космічної обстановки обумовлює необхідність застосування інформаційно-аналітичних і програмно-алгоритмічних методів і способів виявлення, ідентифікації (розпізнавання) та супроводження космічних апаратів і їх орбітальних угруповань, наземних елементів космічної інфраструктури тощо.

Одним із таких методів є геопросторовий аналіз, методологічні основи та інструментарій застосування якого у різних сферах (управління, енергетичній, транспортній, аграрній, земле-устрою, будівництва, використання природних ресурсів тощо) опрацьована іноземними [9, 10] та вітчизняними [11-15] фахівцями.

У той же час нині склалася ситуація, коли геоінформаційні системи у сферах національної безпеки та оборони розглядаються вітчизняними фахівцями [16-20] переважно як системи для агрегації, каталогізації, оцінки, візуалізації та передачі даних про природні і антропогенні об'єкти, що знаходяться на поверхні Землі (інколи – в повітряному просторі). Визначена в [21] теза про те, що навколоземний космічний простір

(НЗКП) та діючі в ньому орбітальні угруповання КА у дійсний час не розглядаються як об'єкти геопросторового аналізу та геоінформаційного моделювання, які лише епізодично застосовуються як методи дослідження завантаженості НЗКП космічним сміттям, є в повній мірі актуальною й для вітчизняної СКАКО.

Метою статті є аналіз вітчизняного досвіду використання геоінформаційного підходу для вирішення завдань виявлення, ідентифікації (розпізнавання) та супроводження орбітальних і наземних елементів космічної інфраструктури та визначення загальної послідовності застосування геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності.

Виклад основного матеріалу дослідження

З метою однозначного тлумачення, розуміння та вживання основних термінологічних понять використаємо визначення згідно з військовим стандартом ВСТ 01.101.007 [22]. А саме:

геоінформаційна технологія – сукупність методів і прийомів для збору, оброблення і аналізу географічної (геопросторової) інформації;

геопросторова інформація – сукупність даних про місцевість і об'єкти, розташовані на поверхні та в підповерхневому шарі Землі, у приповерхневому шарі атмосфери та навколоземному просторі;

аналіз геопросторової інформації – вивчення та порівняння з наявними геопросторовими даними отриманих матеріалів (відомостей), зазначених у них кількісних та якісних характеристик об'єктів, для виявлення взаємозв'язку окремих подій та фактів;

узагальнення геопросторової інформації – підсумовування та зведення геопросторової інформації, що характеризує окремі питання, події, явища (процеси) та об'єкти, з метою отримання нових (або підтвердження попередніх) знань;

геопросторовий аналіз – процес визначення просторових, структурно-функціональних та інших взаємозв'язків між геопросторовими об'єктами для уточнення, зміни або отримання якісно нової інформації;

геопросторовий об'єкт – об'єкт реального світу, що характеризується певним місцеположенням на Землі і визначений у встановленій системі просторово-часових координат;

результат геопросторового аналізу – встановлені закономірності розподілу та просторових взаємозв'язків геопросторових даних;

геопросторові дані – набір даних про геопросторовий об'єкт.

За результатами аналізу існуючих визначень категорії “космічна обстановка” та з урахуванням її інформаційного аспекту, розглядаючи космічну обстановку як складову частину загальної воєнно-політичної обстановки, під терміном “космічна обстановка” в монографії [8] пропонується розуміти сукупність всіх об'єктів природного та

антропогенного походження у навколоземному космічному просторі, орбітальних і наземних об'єктів космічної інфраструктури, умов і чинників космічного простору та земної поверхні, які впливають або можуть вплинути на застосування збройних сил, угруповань військ (сил), озброєння та військової техніки протиборчих сторін у певний інтервал часу, а також сукупність чинників і умов, в яких здійснюється інформаційне забезпечення операцій (бойових дій) протиборчих сторін з використанням структурно та функціонально інтегрованих космічних систем і засобів.

У структурі чинників і умов космічної обстановки (космічної ситуаційної обізнаності) з точки зору їх ключового впливу (сприятливого, ускладнюючого, унеможлиблюючого) на підготовку і застосування наземних угруповань військ (сил), що потребує першочергового врахування при ухваленні рішення на операцію (бойові дії) та використання в ході її (їх) проведення, особливе місце займають орбітальні та наземні об'єкти космічної інфраструктури. Зокрема, діючі КА, кількість, стан і характеристики яких визначають космічні спроможності протиборчих сторін. При цьому у першу чергу цікавить просторово-часове положення КА в орбітальному польоті відносно районів (об'єктів) на земній поверхні.

З урахуванням унормованих в [22] термінів сукупність даних про орбітальні та наземні об'єкти космічної інфраструктури, як розташованих на поверхні Землі та навколоземному космічному просторі, є геопросторовою інформацією. Відповідно, для вивчення, порівняння з наявними, виявлення взаємозв'язку окремих подій та фактів стосовно орбітальних і наземних об'єктів космічної інфраструктури проводиться аналіз геопросторової інформації (у визначеній предметній області).

Не так однозначно з геопросторовим аналізом, як процесом визначення просторових, структурно-функціональних та інших взаємозв'язків між геопросторовими об'єктами для уточнення, зміни або отримання якісно нової інформації [22], оскільки КА визначається геопросторовим об'єктом лише на час його перебування на поверхні Землі (етапи виготовлення, зберігання, стикування з ракетоносієм, пуску). Звісно, за певних обставин це також має певний інтерес і є важливим. Наприклад, з точки зору оцінки можливостей підтримання визначеного складу або нарощення орбітального угруповання за рахунок наземного резерву КА. Але в переважній більшості випадків аналізу потребують діючі КА в орбітальному польоті у НЗКП.

У загальному випадку для опису просторово-часового положення КА при його незбуреному русі використовують вектор кеплерових елементів орбіти [23]:

$$R_0 = \{a, e, \omega, i, \Omega, t_{II}\}, \quad (1)$$

де a , e – велика піввісь та ексцентриситет орбіти;

ω, i, Ω – аргумент перигею, нахилення та інерціальна довгота висхідного вузла орбіти;

t_{II} – час проходження КА через перигей орбіти.

Вектор кеплерових елементів (1) характеризує розміри і форму орбіти КА, її положення у просторі, просторово-часове положення КА на орбіті відносно центра Землі. Тому будь-який космічний об'єкт, який рухається під дією сил гравітаційного поля Землі, є геопросторовим об'єктом. У зв'язку з цим доцільним буде коригування визначеного стандартом [22] терміну. Наприклад, геопросторовий об'єкт – об'єкт реального світу, що характеризується певним місцеположенням на поверхні та в підповерхневому шарі Землі, у приповерхневому шарі атмосфери та навколоземному космічному просторі і визначений у встановленій системі просторово-часових координат.

Розгляд геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності для вирішення завдань виявлення, ідентифікації (розпізнавання) та супроводження орбітальних і наземних елементів космічної інфраструктури базується на таких основних положеннях.

Геопросторовий аналіз орбітальних і наземних елементів космічної інфраструктури – це процес пошуку просторово-часових закономірностей у розподілі геоданих і взаємозв'язків між космічними та наземними об'єктами, який забезпечує задану (необхідну) повноту, достовірність, актуальність, структурування та доступність інформації про стан космічної обстановки (визначений рівень космічної ситуаційної обізнаності).

Методологічною основою геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності є геоінформаційний підхід, згідно з яким предметом дослідження та моделювання може виступати об'єкт навколишнього простору, система, процес, розв'язання задачі, прогнозне оцінювання тощо. За базовою категорією геоінформатики – методом просторово-часових відношень – дані (відомості) про будь-який предмет (об'єкт) досліджень у загальному випадку мають подаватися як сукупність тематичної, позиційної і часової компонент [17]:

тематична компонента – це атрибути об'єкта як конкретного елемента предметної області (зокрема, його назва, клас, поточний стан, функціональні зв'язки з іншими об'єктами). Головними вимогами до тематичної компоненти описування об'єкта є достовірність та повнота. Достовірність показує, наскільки адекватно (з якою помилкою, неточністю) відображають дані про об'єкт власне сам реальний об'єкт. Повнота означає, що цих відомостей достатньо для виконання поставленого завдання;

позиційна компонента визначає місцезнаходження об'єкта на земній поверхні або в тривимірному просторі у визначеній системі координат. Основною вимогою до позиційної компоненти є точність, яка означає, що позиційні дані з необхідною точністю задають положення

об'єкта в системі координат і відносно інших об'єктів;

часова компонента характеризує момент чи інтервал часу визначення атрибутів об'єкта і його місцезнаходження, а також може показувати залежність зміни властивостей об'єкта від часу. Основною вимогою до часової компоненти є актуальність, яка означає, що дані мають відповідати періоду часу, коли виконується завдання.

Тематична, позиційна і часова компоненти разом складають набір даних про об'єкт. При цьому важливо, щоб набір даних супроводжувався ще однією інформаційною одиницею – метаданими, які містять інформацію про засоби та умови отримання даних, а також об'єднують компоненти в єдину інформаційну модель даних про об'єкт, що суттєво сприяє спрощенню процедур комп'ютерного аналізу та інтегрування даних. Метадані також можуть нести в собі інформацію про достовірність джерела даних [17].

Предметною областю геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності є поверхня Землі, її повітряний та навколоземний космічний простір. Залежно від вирішуваних завдань ця предметна область масштабується у просторі та за часом в необхідних межах. Просторове масштабування дозволяє аналізувати як малі (розміром в одиниці метрів і менше), так і глобальні об'єкти. Часове масштабування дозволяє досліджувати процеси космічної ситуаційної обізнаності у часі – минулому (що передувало нинішній космічній ситуації), реальному (сучасний стан космічної ситуації) та майбутньому (прогнозування розвитку космічної ситуації).

Засобами (інструментами) геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності є моделі, методики, алгоритми, загальносистемне та спеціалізоване програмне забезпечення, технології отримання (добування) і оброблення просторових даних для вирішення завдань виявлення, ідентифікації (розпізнавання) та супроводження орбітальних і наземних елементів космічної інфраструктури. Шляхом розроблення та застосування моделей космічних систем, їх орбітальних і наземних елементів, а також пов'язаних з ними інших геопросторових об'єктів, геопросторовий аналіз дозволяє отримати реальні або близькі до реальних процеси динаміки об'єктів (явищ, процесів) космічної ситуаційної обізнаності. Моделі дозволяють виявити тенденції змін просторових даних, опрацювати цю інформацію і таким чином виробити нову інформацію. За допомогою моделей цей процес суттєво удосконалюється, надаючи функції, які можуть комбінуватися різними послідовностями для наступної побудови нових моделей. Ці моделі дозволяють виявляти як нові, так і попередньо не усвідомлені (не виявлені, не знайдені) взаємозв'язки, як всередині наборів даних, так і між ними, удосконалюючи цим знання про реальний об'єкт або навколишнє середовище [14].

Геопросторовий аналіз як метод космічної ситуаційної обізнаності залежно від впливу та значення аспекту дослідження геопросторових даних можливо класифікувати за [14]:

методами і результатами оброблення – якісний і кількісний аналіз;

способами оброблення – неавтоматизований, автоматизований, статистичний, аналіз статистичних або часових рядів тощо;

якісним рівнем аналізу даних – системний, узагальнений (іноді структурний), семантичний (змістовний), параметричний (оціночний);

складністю – простий (виконання простих однокрокових перетворень), складний (виконання складних багатокрокових перетворень аналізу однофакторних даних) і комплексний (виконання складного аналізу багатфакторних даних з використанням різних джерел інформації, складних перетворень і алгоритмів).

У цілому під геопросторовим аналізом як методом космічної ситуаційної обізнаності пропонується розуміти цілеспрямований і безперервний процес оброблення геопросторової інформації (координатної та некоординатної інформації орбітальних і наземних елементів космічних, а також пов'язаних з ними інших геопросторових об'єктів і факторів) з метою опису, оцінки, візуального відображення об'єктів, процесів і явищ, їх стану та динаміки змін, прогнозування можливого розвитку космічної ситуації та пов'язаних з нею подій і явищ для забезпечення космічної ситуаційної обізнаності органів державного і військового управління.

На рис. 1 представлена загальна послідовність геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності, яка передбачає: постановку завдання на проведення геопросторового аналізу; визначення способів і засобів геопросторового аналізу; аналіз і оцінку вихідних даних для проведення геопросторового аналізу; оброблення геопросторової інформації; моделювання геопросторових об'єктів; інтегрування, комплексне оброблення та аналіз даних; оцінку результатів геопросторового аналізу; підготовку звітних матеріалів.

Постановка завдання передбачає визначення мети геопросторового аналізу – яку саме інформацію планується отримати та для вирішення яких завдань на якому рівні державного чи військового управління вона може бути використана. Правильна постановка завдання сприяє визначенню найкращих (оптимальних, ефективних, економічних тощо) способів і засобів геопросторового аналізу, представлення його результатів.

Визначення способів і засобів геопросторового аналізу здійснюється виходячи з поставленого завдання і того, які очікуються результати аналізу та як планується їх використати. Практично завжди є декілька або й більше способів і засобів отримання потрібної інформації. При цьому одні з них швидші та менш точні, а інші потребують

детальних даних, більшого часу і зусиль на оброблення, але забезпечують точніші результати.

Аналіз і оцінка вихідних даних передбачає вивчення та з'ясування типу даних і об'єктів геопросторового аналізу, що визначає специфіку способів і засобів, які доцільно використати. У разі використання конкретних способів і засобів для отримання інформації потрібної якості необхідно забезпечити необхідний набір початкових даних. Потрібно чітко розуміти яка координатна та некоординатна інформація орбітальних і наземних елементів космічних, а також пов'язаних з ними інших геопросторових об'єктів і факторів, є в наявності та що необхідно ще отримати.

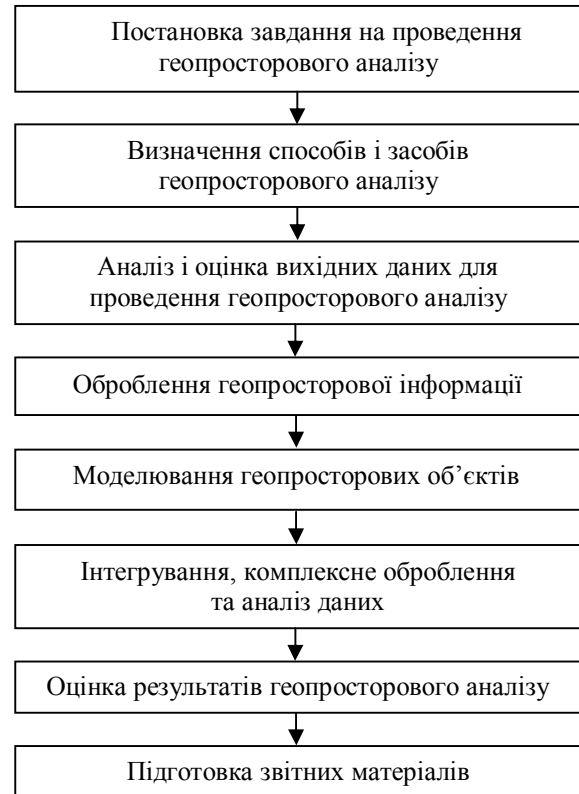


Рисунок 1. Загальна послідовність геопросторового аналізу

Оброблення геопросторової інформації передбачає систематизацію та узагальнення різномірної координатної та некоординатної інформації орбітальних і наземних елементів космічних, а також пов'язаних з ними інших геопросторових об'єктів і факторів, її аналіз і оцінка, формулювання попередніх висновків, уточнення (за необхідності) змісту та послідовності проведення, способів і засобів геопросторового аналізу, отримання (добування) додаткових даних.

Моделювання геопросторових об'єктів передбачає проведення розрахунків і моделювання процесів застосування (використання) космічних систем (комплексів) різного призначення, а також пов'язаних з ними інших геопросторових об'єктів та факторів, аналіз і оцінка їх результатів, формулювання попередніх висновків, уточнення (за необхідності) змісту та послідовності

проведення, способів і засобів геопросторового аналізу, отримання (добування) додаткових даних.

Інтегрування, комплексне оброблення та аналіз даних здійснюється з метою формування цілісного характеру космічної ситуаційної обізнаності, що дає можливість розглядати і оцінювати космічну обстановку з різних точок зору (інтересів своїх військ, противника, третьої сторони), з оптимальними (доцільними) рівнями генералізації (деталізації картини), у різних просторових і часових масштабах тощо.

Оцінка результатів геопросторового аналізу здійснюється з метою визначення відповідності (достатності) отриманої нової інформації за показниками її достовірності, повноти, точності та актуальності. Вона дозволяє порівняти результати застосування різних способів і засобів, визначити найбільш прийнятні з них, прийняти рішення про достатність геопросторового аналізу в цілому або повторення аналізу з іншими параметрами, застосування інших способів і засобів.

Підготовка звітних матеріалів за результатами геопросторового аналізу передбачає формулювання висновків, рекомендацій та пропозицій, розроблення демонстраційних, інформаційних та інформаційно-аналітичних документів, надання звітних документів замовникам (споживачам).

Висновки і перспективи подальших досліджень

Нинішній стан космічної діяльності у сферах національної безпеки та оборони України не в повній мірі забезпечує вирішення завдань обороноздатності держави. Зокрема, за напрямком моніторингу навколосемного космічного простору,

отримання даних про космічне середовище, можливості космічних систем і засобів, проведення актуальної та адекватної оцінки космічної обстановки, формування достовірної космічної ситуаційної обізнаності на різних рівнях державного та військового управління. Космічна складова російської гібридної війни проти України, яку забезпечують потужна ракетно-космічна галузь РФ та її повітряно-космічні сили, актуалізує та загострює цю проблему.

Відсутність вітчизняних спеціалізованих засобів моніторингу космічного простору, зокрема, радіолокаційних і радіопеленгаційних засобів оперативної цілодобової розвідки космічної обстановки, обумовлює необхідність застосування інформаційно-аналітичних і програмно-алгоритмічних методів і способів виявлення, ідентифікації (розпізнавання) та супроводження космічних апаратів і їх орбітальних угруповань. Одним з напрямів цього є використання геоінформаційного підходу та застосування геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності.

Подальші дослідження будуть пов'язані з розробленням загального та часткових алгоритмів геопросторового аналізу для вирішення завдань виявлення, ідентифікації (розпізнавання) та супроводження орбітальних і наземних елементів космічних систем, проведенням натурних експериментів, що мають підтвердити працездатність геопросторового аналізу як методу космічної ситуаційної обізнаності, а також розробленням рекомендацій із його застосування у практиці вітчизняної космічної діяльності у сферах національної безпеки та оборони.

Література

1. Андреев Ф. М., Ковбасюк С. В. Возможности многопозиционного комплекса, созданного на базе национальных РЛС надгоризонтного обнаружения баллистических и космических объектов. *Космична наука і технологія*. 2009. № 5, т. 15. С. 74–81.

2. Беспалко І. А., Герасимов В. С., Пекарев Д. В., Савчук А. В. Шляхи підвищення ефективності інформаційного забезпечення органів управління Повітряних Сил щодо стану космічної обстановки. *Новітні технології – для захисту повітряного простору*: тези доповідей Дев'ятої наук. конф. Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 17-18 квітня 2013 р. Харків: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2013. С. 311.

3. Випорханюк Д. М., Беспалко І. А., Демченко О. В., Рассохіна І. В. Аналіз та оцінка космічної обстановки органами військового управління на прикладі збройних сил США. *Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ*: зб. тез доповідей Міжнародної наук.-техн. конф. 14-16 травня 2014 р. Львів: АСВ, 2014. С.157–158.

4. Резніков Ю. В., Кулагін К. К., Поляков А. В. Рекомендації по використанню системи контролю і аналізу космічної обстановки в інтересах Збройних Сил України. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2014. № 3(16). С.161–163.

5. Каневський Л. Б., Ковбасюк С. В. Застосування оптичних засобів спостереження з метою контролю

космічного простору в Україні. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2014. № 1(68). С. 44–50.

6. Ракушев М. Ю., Ковбасюк С. В. Шляхи удосконалення траєкторної обробки для космічних апаратів видового спостереження в системі контролю та аналізу космічної. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2017. № 2 (29). С.71–32.

7. Пічугін М. Ф., Карлов Д. В., Клімішен О. О., Кожушко Я. М. Огляд програм та вимог керівних документів країн НАТО стосовно космічної ситуаційної обізнаності. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2017. № 2. С. 59–63.

8. Випорханюк Д. М., Ковбасюк С. В. Основи космічної ситуаційної обізнаності (Space Situational Awareness, SSA). Іноземний і вітчизняний досвід космічної діяльності у сфері оборони: монографія. Житомир: Видавець О. О. Євенок, 2018. 532 с.

9. Де Мерс, Майкл Н. Географические информационные системы. Основы. Пер. с англ. Москва: Дата+, 1999. 489 с.

10. Митчелл Э. Руководство по ГИС анализу. Часть 1: Пространственные модели и взаимосвязи. Пер. с англ. Киев: ECOMM Co, Стилос. 177 с.

11. Ішук О.О., Коржнев М.М., Кошляков О.Є. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: навчальний посібник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр Київський університет, 2003. 200 с.

12. Шипулін В. Д. Основи ГІС-аналізу:

навч. посібник. Харків : ХНУМГ, 2014. 330 с.

13. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / Зацерковний В. І. та ін. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2014. 492 с.

14. Геоінформаційні системи в науках про Землю: монографія / Зацерковний В. І. та ін. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. 510 с.

15. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Кн. 2 / Зацерковний В. І. та ін. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.

16. Попов М. О., Серединін Є. С. Геоінформаційні системи та технології в завданнях оборони й національної безпеки. *Наука і оборона*. 2009. № 3. С. 49–56.

17. Попов М. О. Геопросторова розвідка в операціях збройних сил. *Наука і оборона*. 2010. № 2. С. 30–39.

18. Кухарський І. А., Подліпаєв В. О., Атрасевич О. В., Шумейко В. О. Створення бази геопросторових даних об'єктів розвідки з використанням даних дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем. *Системи озброєння і військова техніка*. 2013. № 2(34). С. 111–113.

19. Подліпаєв В. О. Геопросторова розвідка, як шлях

реалізації геоінформаційного підходу у комплексній обробці розвідувальної інформації. *Системи обробки інформації*. 2013. № 5(112). С. 53–55.

20. Кухарський І. А., Подліпаєв В. О., Атрасевич О. В., Шумейко В. О. Визначення та основні поняття геопросторової розвідки. *Системи обробки інформації*. 2013. № 6 (113). С. 96–98.

21. Орлов П. Ю., Журкин И. Г. Использование геоинформационных технологий для моделирования околоземного пространства. *Актуальные проблемы создания космических систем дистанционного зондирования Земли*: зб. тез. докладов Шестой международной научно-технической конференции. Москва: Корпорация ВНИИЭМ, 2018. С. 126–128.

22. Військовий стандарт ВСТ 01.101.007 – 2017 (01) “Воєнна розвідка. Геопросторова розвідка. Терміни та визначення”. Видання 1.

23. Фриз П. В. Основи орбітального руху космічних апаратів: підручник. Житомир: ЖВІ НАУ, 2012. 348 с.

ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД КОСМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИОННОЙ ОСВЕДОМЛЕННОСТИ

Сергей Валентинович Ковбасюк (доктор технических наук, с.н.с.)
Дмитрий Николаевич Выпорханюк

Житомирский военный институт имени С. П. Королева, Житомир, Украина

Нынешнее состояние космической деятельности в сфере обороны Украины не в полной мере обеспечивает решение задач обороноспособности государства и требует существенного усовершенствования. В частности, за направлением мониторинга околоземного космического пространства и формирования достоверной космической ситуационной осведомленности на разных уровнях государственного и военного управления. Актуализирует и заостряет эту проблему космическая составляющая (космическая разведка, спутниковая навигация, спутниковая связь и тому подобное) российской гибридной войны против Украины, которую обеспечивают мощная ракетно-космическая отрасль и космические войска Российской Федерации. Слабость отечественной инфраструктуры мониторинга космического пространства и отсутствие специализированных в первую очередь – радиолокационных и радиопеленгационных средств оперативной круглосуточной разведки космической обстановки обуславливают необходимость разработки и применения информационно-аналитических и программно-алгоритмических методов и способов выявления, идентификации (распознавания) и сопровождения космических аппаратов и их орбитальных группировок. На основании анализа современного иностранного и отечественного опыта формирования космической ситуационной осведомленности, опыта применения геоинформационного подхода и проведения геопространственного анализа в разных сферах деятельности авторами обоснованы предложения относительно использования геопространственного анализа как метода космической ситуационной осведомленности, разработана общая последовательность его проведения. Определены направления дальнейших исследований относительно разработки общего и частичных алгоритмов геопространственного анализа для решения задач выявления, идентификации (распознавания) и сопровождения орбитальных и наземных элементов космических систем, проведения натурных экспериментов, которые должны подтвердить работоспособность геопространственного анализа как метода космической ситуационной осведомленности, а также разработки рекомендаций по его использованию в практике отечественной космической деятельности в сферах национальной безопасности и обороны.

Ключевые слова: *геопространственный анализ, космическая обстановка (space situation), космическая ситуационная осведомленность (space situational awareness, SSA).*

GEOLOGICAL ANALYSIS AS A METHOD SPACE SITUATION AWARENESS

Serhii Kovbasiuk (Doctor of technical sciences, senior researcher)
Dmytro Vyporkhaniuk

Zhytomyr Military Institute named after S. P. Korolev, Zhytomyr, Ukraine

The current state of space activity in the field of defense of Ukraine does not fully provide for the solution of the tasks of the state's defense capability and requires substantial improvement. In particular, the direction of monitoring near-Earth space and the formation of reliable space situational awareness at different levels of government and military control. The space component (space reconnaissance, satellite navigation, satellite communications, etc.) of the Russian hybrid war against Ukraine, which is provided by the powerful rocket and space industry and the space forces of the Russian Federation, actualizes and sharpens this problem. The weakness of the domestic infrastructure monitoring of space and the lack of specialized (primarily radar and direction finding) means of operational round-the-clock reconnaissance of the space situation necessitate the development and application of information-analytical and software-algorithmic methods and methods for detecting, identifying (recognizing) and tracking spacecraft and their orbital groupings. Based on the analysis of modern foreign and domestic experience in the formation of space situational awareness, experience in applying the geoinformation approach and conducting geospatial analysis in various fields of activity geospatial analysis as a method of space situational awareness, developed bschaya sequence of the meeting. Directions for further research regarding the development of general and partial algorithms for geospatial analysis to solve problems of identification, identification (recognition) and maintenance of orbital and ground-based elements of space systems, conducting field experiments, which should confirm the workability of geospatial analysis as a method of space situational awareness, and develop recommendations on its use in the practice of domestic space activities in s national security and defense.

Key words: geospatial analysis, space situation, space situational awareness (SSA).

References

- 1. Andriyev F. M.,** Kovbasyuk S. V. Opportunity of a multipositional complex, created on the basis of national radars of ultrasonic detection of ballistic and space objects. Space science and technology. 2009. No. 5, vol. 15. P. 74–81.
- 2. Besspalko I. A.,** Gerasimov V. S., Pekarev D. V., Savchuk A. V. Ways of increasing the effectiveness of informational support of the Air Forces of the Air Forces in relation to the state of the space environment. Newest technologies – for the protection of airspace: theses of the reports of the Ninth Sciences. conf. Kharkov Air Force University named after Ivan Kozhedub, April 17–18, 2013 Xarqui: HUPPS them. I. Kozheduba, 2013. P. 311.
- 3. Viporkhanyuk D. M.,** Besspalko I. A., Demchenko O. V., Rassokhina I. V. The analysis and estimation of the space situation by military management bodies on the example of the US armed forces. Prospects for the Development of Arms and Military Equipment of the Land Forces: Sb. Abstracts of International Science. Tech. Conf. 14–16 May 2014 Lviv: AIS, 2014. P. 157–158.
- 4. Reznikov Yu. V.,** Kulagin K. K., Polyakov A. V. Recommendations on the use of the system of control and analysis of the space environment in the interests of the Armed Forces of Ukraine. Science and Technology of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine. 2014. No. 3 (16). P. 161–163.
- 5. Kanevsky L. B.,** Kovbasyuk S. V. Application of Optical Means of Observation to Control the Space Space in Ukraine. Bulletin of the Zhytomyr State Technological University. Series: Technical Sciences. 2014. No. 1 (68). P.44–50.
- 6. Rakushev M. Yu.,** Kovbasyuk S. V. Ways of improvement of trajectory processing for space observation devices in the system of control and analysis of space. Modern information technologies in the field of security and defense. 2017. No. 2 (29). P. 71–32.
- 7. Pichugin M. F.,** Karlov D. V., Klimishhen O. O., Kozhushko Y. M. Review of programs and requirements of NATO's governing documents in relation to space situational awareness. Collection of scientific works of Kharkiv National University of Air Forces. 2017. Number 2. P. 59–63.
- 8. Viporkhanyuk D. M.,** Kovbasyuk S. V. Basis of Space Situational Awareness (SSA). Foreign and domestic experience of space activities in the field of defense: monograph. Zhytomyr: Publisher O. O. Evenok, 2018. 532 p.
- 9. De Mers, Michael N.** Geographical Information Systems. Basics Per. from english Moscow: Date +, 1999. 489 p.
- 10. Mitchell E.** Guidance on GIS analysis. Part 1: Spatial models and interconnections. Per. from english Kiev: EUMOM Co, Stylish. 177 p.
- 11. Ishchuk O. O.,** Korjnev M. M., Koshlyakov O. E. Spatial analysis and simulation in GIS: tutorial. Kyiv: Publishing and Printing Center Kyiv University, 2003. 200 p.
- 12. Shipulin V. D.** Fundamentals of GIS Analysis: Teach. manual. Kharkiv: KHNUMG, 2014. 330 p.
- 13. Geoinformation Systems and Databases:** monograph / Zatserkovny V. I. and others. Nizhyn: NDU them. M. Gogol, 2014. 492 p.
- 14. Geoinformation Systems in the Sciences of the Earth:** monograph / Zatserkovny V. I. and others. Nizhyn: NDU them. M. Gogol, 2016. 510 p.
- 15. Geographic information systems and databases:** monograph. Kn. 2 / Zatserkovny V. I. and others. Nizhyn: NDU them. M. Gogol, 2017. 237 p.
- 16. Popov M. O.,** Serydinin E. S. Geoinformation Systems and Technologies in Problems of Defense and National Security. Science and defense. 2009. No. 3. P. 49–56.
- 17. Popov M. O.** Geospatial intelligence in operations of the armed forces. Science and defense. 2010. Number 2. P. 30–39.
- 18. Kukharsky I. A.,** Podlipaev V. O., Atrasevich O. V., Shumeiko V. O. Creation of geospatial data base of exploration objects using the data of remote sensing of the Earth and geoinformation systems. Armament systems and military equipment. 2013. No. 2 (34). P. 111–113.
- 19. Podlipaev V. O.** Geospatial intelligence as a way to implement a geoinformation approach in the integrated processing of intelligence information. Information processing systems. 2013, No. 5 (112). P. 53–55.
- 20. Kukharsky I. A.,** Podlipaev V. O., Atrasevich O. V., Shumeiko V. O. Definition and basic concepts of geospatial intelligence. Information processing systems. 2013. No. 6 (113). P. 96–98.
- 21. Orlov P. Yu.,** Zhurkin I. G. The use of geoinformation technologies for modeling near-Earth space. Actual problems of creation of space systems of remote sensing of the Earth: Sb. theses reports of the Sixth International Scientific and Technical Conference. Moscow: VNIIEV Corporation, 2018. P. 126–128.
- 22. The Military Standard** of the Inspectorate 01.101.007–2017 (01) “Military Intelligence. Geospatial intelligence. Terms and Definitions”. Edition 1.
- 23. Friez P. V.** Fundamentals of the orbital motion of spacecraft: a textbook. Zhytomyr: ZVI NAU, 2012. 348 p.

ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОСМІЧНОЇ СИТУАЦІЙНОЇ ОБІЗНАНОСТІ СКЛАДОВИХ СЕКТОРУ БЕЗПЕКИ І ОБОРОНИ ДЕРЖАВИ

У статті запропоновано функціональну модель інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави, що розглядається з точки зору розвитку безпекових та оборонних спроможностей України. Зазначена інформаційна система пропонується як складова системи моніторингу, аналізу, прогнозування, моделювання та підтримки прийняття рішень у сфері національної безпеки і оборони, що створюється відповідно до Указу Президента України. Функціональна модель інформаційної системи враховує особливості сучасного розвитку космічних технологій у провідних державах світу, відомі можливості космічних систем і засобів з надання інформації та послуг, а також напрацьовані методики оцінювання, запобігання та нейтралізації впливу зазначених систем і засобів на оперативні (бойові, спеціальні) спроможності сил та засобів сектору безпеки і оборони України.

У статті надано контекстну діаграму інформаційної системи, проведено її функціональну декомпозицію та розроблено діаграми декомпозиції основного функціонального блоку і деяких підфункцій до четвертого рівня. Запропоновано подальші шляхи дослідження з визначення і класифікації вхідних даних для інформаційної системи та висування вимог до джерел інформації.

Ключові слова: сектор безпеки і оборони, космічна ситуаційна обізнаність, інформаційна система, функціональна модель.

Вступ

Сучасні виклики та загрози, особливо під час анексії частини території України та подальшої збройної агресії Російської Федерації, обумовлюють необхідність розвитку безпекових та оборонних спроможностей держави. Система поглядів на їх розвиток, перш за все, полягає у:

створенні ефективної системи управління сектором безпеки і оборони як цілісною функціональною системою;

набутті силами та засобами вказаного сектору оперативних (бойових, спеціальних) спроможностей, що необхідні для гарантованого реагування на кризові ситуації, що загрожують національній безпеці;

своєчасному виявленні, запобіганні та нейтралізації зовнішніх і внутрішніх загроз національній безпеці [1].

Однією з основних сфер гарантування безпеки держави є космічна діяльність, що має позитивно впливати на набуття відповідними силами та засобами сектору безпеки і оборони України оперативних (бойових, спеціальних) спроможностей, а небезпечна космічна діяльність ворожих іноземних держав повинна бути своєчасно виявлена та нейтралізована.

Постановка проблеми. Останнім часом використання космічного простору вітчизняними та іноземними суб'єктами для вирішення різних, у тому числі військових, завдань набуває все

більшого масштабу. Провідними космічними державами створюються космічні війська (сили).

З іншого боку, космічна діяльність щільно пов'язана з інформаційною сферою і вимагає чіткої організації всебічного інформаційного забезпечення та інформаційної обізнаності осіб, які приймають рішення.

У цьому контексті Указом Президента України визначено створення системи моніторингу, аналізу, прогнозування, моделювання та підтримки прийняття рішень у сфері національної безпеки і оборони за єдиними методиками, що підготовлені з використанням можливостей Головного ситуаційного центру України [1]. Для врахування впливу космічної діяльності на безпекові та оборонні спроможності України у складі зазначеної системи моніторингу, аналізу, прогнозування, моделювання та підтримки прийняття рішень у сфері національної безпеки і оборони доцільно створити інформаційну систему (підсистему) забезпечення космічної ситуаційної обізнаності (далі – ІС ЗКСО), яка має забезпечувати відповідні потреби складових сектору безпеки і оборони держави.

Крім того, на даний час у нашій державі остаточно не визначено, які саме дані щодо вітчизняної та іноземної космічної діяльності потрібні на рівні інформаційного забезпечення складових сектору безпеки і оборони держави.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання, що так чи інакше пов'язані з космічною ситуаційною обізнаністю (КСО), розглядали багато вчених, але дослідження здебільшого були орієнтовані на конкретні прикладні завдання та не узагальнювалися до рівня Головного ситуаційного центру держави [2–6]. Спираючись на досвід провідних космічних держав світу та блоку НАТО, вітчизняними фахівцями було узагальнено та систематизовано сучасний іноземний і вітчизняний досвід космічної діяльності у сфері оборони, проведено аналіз чинної нормативно-правової бази, сил і засобів її виконання як основи КСО [7].

Метою статті є розроблення складу, архітектури та принципів організаційної побудови інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави.

Методи дослідження

Під час дослідження використовувалися такі методи: аналіз теоретичних джерел з проблем провадження космічної діяльності у сфері оборони, можливостей сил і засобів її здійснення, чинної нормативної правової бази як основи космічної ситуаційної обізнаності; вивчення та узагальнення передового досвіду створення інформаційних систем, організації застосування інформаційних технологій для всебічного інформаційного забезпечення та обізнаності осіб, які приймають рішення; проектування складних інформаційних систем (SADT-методологія та підходи до побудови функціональних моделей складних систем (IDEF0)).

Викладення основного матеріалу дослідження

Для розроблення функціональної моделі ІС ЗКСО, перш за все, необхідно визначити поняття “космічної ситуаційної обізнаності”, її складові та завдання досліджуваної інформаційної системи.

Враховуючи, що військова сфера є однією з ключових складових у гарантуванні безпеки і оборони держави, а також прагнення України інтегруватися у систему колективної безпеки Північноатлантичного альянсу, доцільно розглядати КСО як базову функціональну область стандартних процедур космічної підтримки операцій (бойових дій) НАТО.

За стандартами НАТО, під КСО розуміють необхідні на певний момент часу поточні та прогнозовані знання про космічне середовище і оперативне оточення та їх вплив на операції (бойові дії) НАТО. Складовими КСО є знання можливостей космічних систем (КС), їх оперативної готовності, обмежень, умов навколишнього середовища, а також знання про події, загрози та поточні й заплановані види діяльності, що прямо або опосередковано пов'язані з космосом [8].

Аналізуючи космічну діяльність країн світу із врахуванням їх позицій стосовно України, як дружніх, ворожих чи нейтральних держав; досвід використання космічного простору провідними державами; сучасні виклики та загрози національній безпеці, у тому числі асиметричні та гібридні дії Російської Федерації, перш за все, щодо військової сфери та об'єктів критичної інфраструктури держави; штучні та природні фактори, які можуть прямо або опосередковано впливати на складові безпеки і оборони держави та інше, можна виділити основні завдання ІС ЗКСО сектору безпеки і оборони держави. Слід зазначити, що у загальному розумінні – це забезпечення Головного ситуаційного центру України, як ситуаційного центру державного рівня, інформацією про космічну діяльність іноземних держав; власні можливості космічної галузі України; вплив об'єктів природного та антропогенного походження, що розташовані у навколоземному космічному просторі, на сферу національної безпеки і оборони. Крім того, ситуаційні центри інших рівнів (наприклад: стратегічного, оперативного та тактичного) також мають потребу в певній частині зазначеної інформації.

Для побудови дієвої інформаційної системи (ІС) необхідно досягти чіткого розуміння основних завдань, в інтересах вирішення яких вона повинна функціонувати. Інформаційна система повинна мати можливість динамічного розширення своїх функціональних спроможностей відповідно до нових викликів та загроз, які мають відношення до КСО або можуть бути вирішені в космосі, через космос та із космосу.

Межі ІС окреслюються функціями, що стосуються:

збору (добування) даних про космічне середовище та космічну діяльність;

оброблення даних про можливості та/або факти власного використання космічного простору, відповідних космічних технологій (засобів) в інтересах безпеки і оборони, можливий вплив на безпеку держави такої діяльності з боку противника, а також штучні й природні загрози, що мають місце у космічному просторі;

зберігання (формування бази даних) та розповсюдження інформації із зазначених питань для підтримки прийняття відповідних управлінських рішень посадовими особами.

На основі принципів SADT-методології та підходів до побудови функціональних моделей складних інформаційних систем (IDEF0) [9] розроблена функціональна модель ІС ЗКСО.

Контекстна діаграма зазначеної системи подана на рисунку 1.

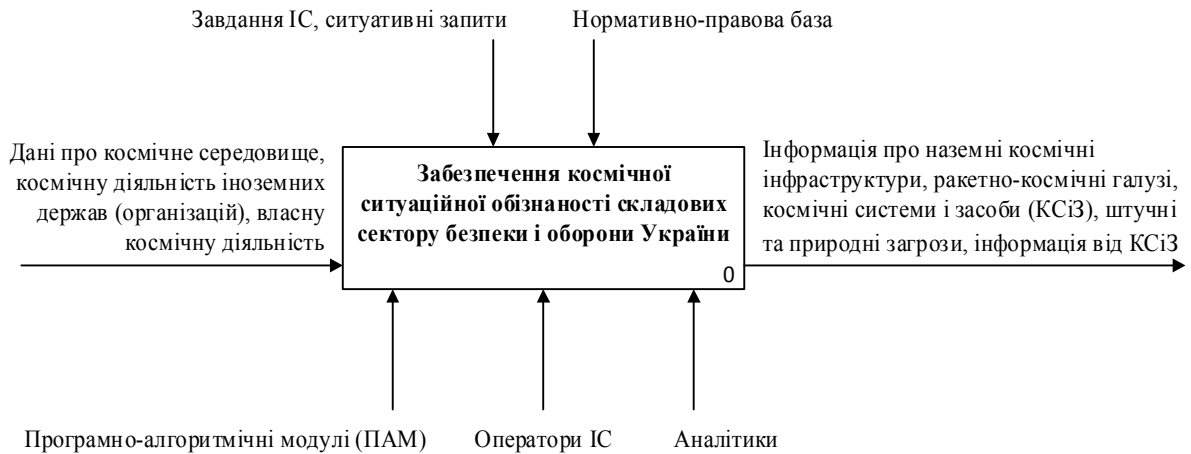


Рис. 1 Контекстна діаграма інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави

Декомпозицію основних функціональних блоків здійснено за найбільш критичними завданнями забезпечення безпеки і оборони держави, що стосуються використання власних перспективних та/або союзницьких космічних засобів, а також врахування можливостей застосування космічних засобів противником. Моделювання проведено з точки зору користувача (аналітика та оператора ІС) з урахуванням потреб в інформаційному забезпеченні (космічної ситуаційної обізнаності) посадових осіб складових сектору безпеки і оборони держави.

Вхідні дані, що надаються (добуваються) для ІС, можуть містити як оброблені дані від відповідних засобів спостереження за космічним простором, так і координатну та некоординатну інформацію з різномірних джерел.

Функціональна декомпозиція здійснюється відповідно до дерева вузлів функціональної моделі ІС (рис. 2). Основна її функція поділяється на шість підфункцій першого рівня (рис. 3). Декомпозиція основного функціонального блоку – “Оцінювання космічної обстановки та контролю космічного простору” проведена до 4-го рівня для деяких основних підфункцій (рис. 4–8).

Виходячи з прийнятих наразі основних чинників та умов, які визначають рівень знання КСО (космічної обстановки) [7], слід зазначити, що всі вони враховані при розробленні функціональної моделі інформаційної системи забезпечення космічної ситуаційної обізнаності складових сектору безпеки і оборони держави:

загальна кількість космічних об’єктів (у тому числі космічних апаратів (КА) та орбітальних угруповань (ОУ) КА) у навколосемному космічному просторі, їх стан і розподіл за типами орбіт і специфічними областями навколосемного космічного простору – при реалізації підфункцій “Оцінювання даних про КА, КС (ОУ КА)”, “Класифікація космічних апаратів” та “Прогнозування руху та падіння космічних об’єктів”;

кількість, належність, цільове призначення, стан і можливості діючих космічних апаратів – при реалізації підфункцій “Класифікація космічних апаратів”, “Оцінювання даних про КА, КС (ОУ КА)” та “Визначення можливостей отримання даних (послуг) від КСіЗ”;

склад, стан, можливості наземної космічної інфраструктури та ракетно-космічних галузей держав – при реалізації підфункції “Оцінювання можливостей наземних космічних інфраструктур та ракетно-космічних галузей держав”;

склад, стан, можливості космічних сил і засобів протидіючих сторін, їх союзників і нейтральних країн – при реалізації підфункцій “Оцінювання контролю космічного простору”, “Класифікація космічних апаратів”, “Оцінювання даних про КА, КС (ОУ КА)”, “Визначення можливостей отримання даних (послуг) від КСіЗ” та “Оцінювання можливостей наземних космічних інфраструктур та ракетно-космічних галузей держав”;

рівень використання (застосування) орбітально-частотного ресурсу, космічних систем і засобів наземними угрупованнями військ (сил) під час підготовки та проведення операцій (бойових дій) – при реалізації підфункції “Визначення можливостей отримання даних (послуг) від КСіЗ”;

фізичні умови космічного середовища, геофізичні та метеорологічні умови, їх вплив на діяльність космічних засобів – при реалізації підфункції “Оцінювання умов повітряно-космічного середовища”;

стан засміченості навколосемного космічного простору, розподіл космічного сміття за типами орбіт і специфічними ділянками навколосемного космічного простору, його вплив на діяльність космічних засобів – при реалізації підфункцій “Прогнозування руху та падіння космічних об’єктів” та “Оцінювання контролю космічного простору” (зокрема “Визначення можливості зіткнення КА”).

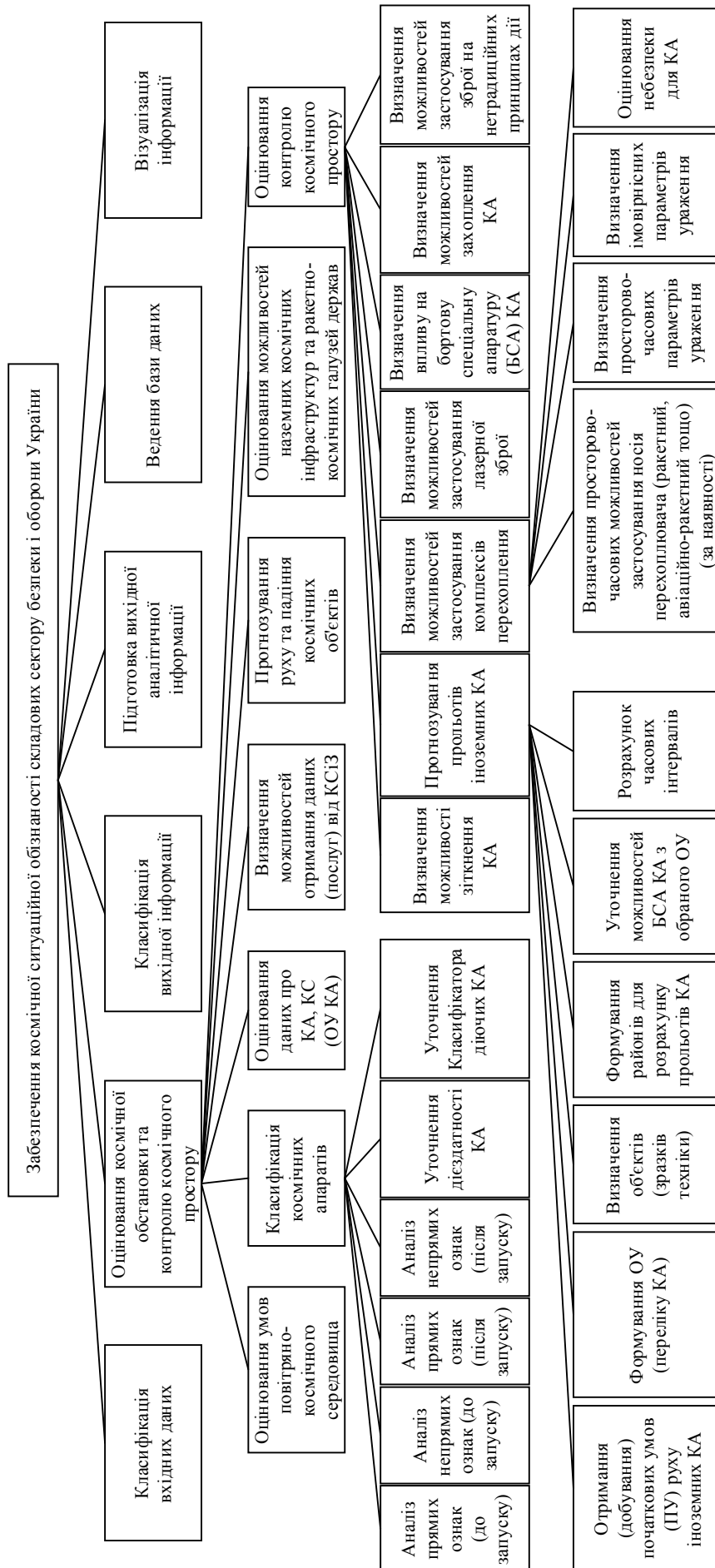


Рис. 2 Діаграма дерева вузлів функціональної моделі (Node Tree Diagramming) ІС ЗКСО складових сектору безпеки і оборони

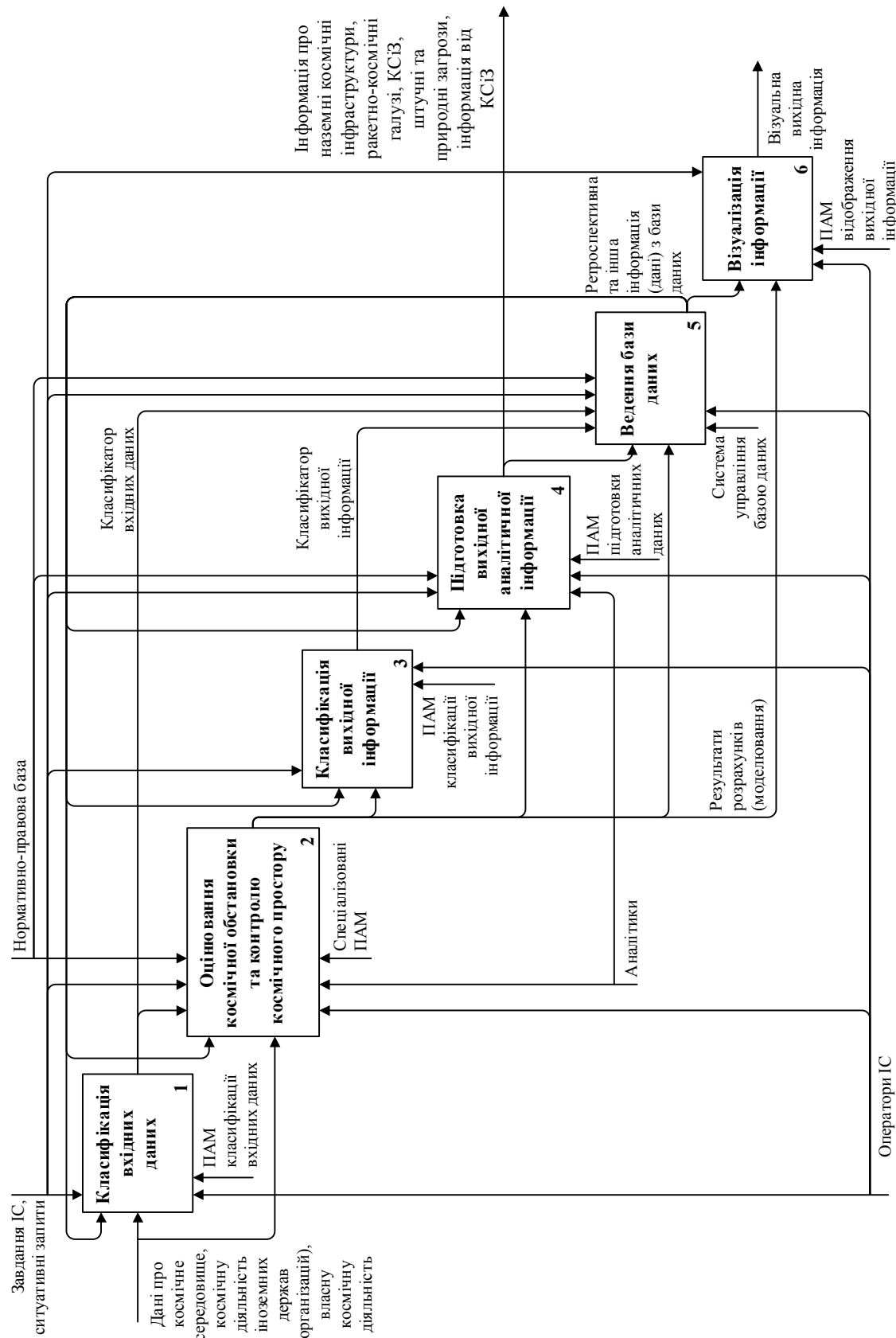


Рис. 3 Функціональна модель ІС ЗКСО складових сектору безпеки і оборони держави (підфункції 1-го рівня)

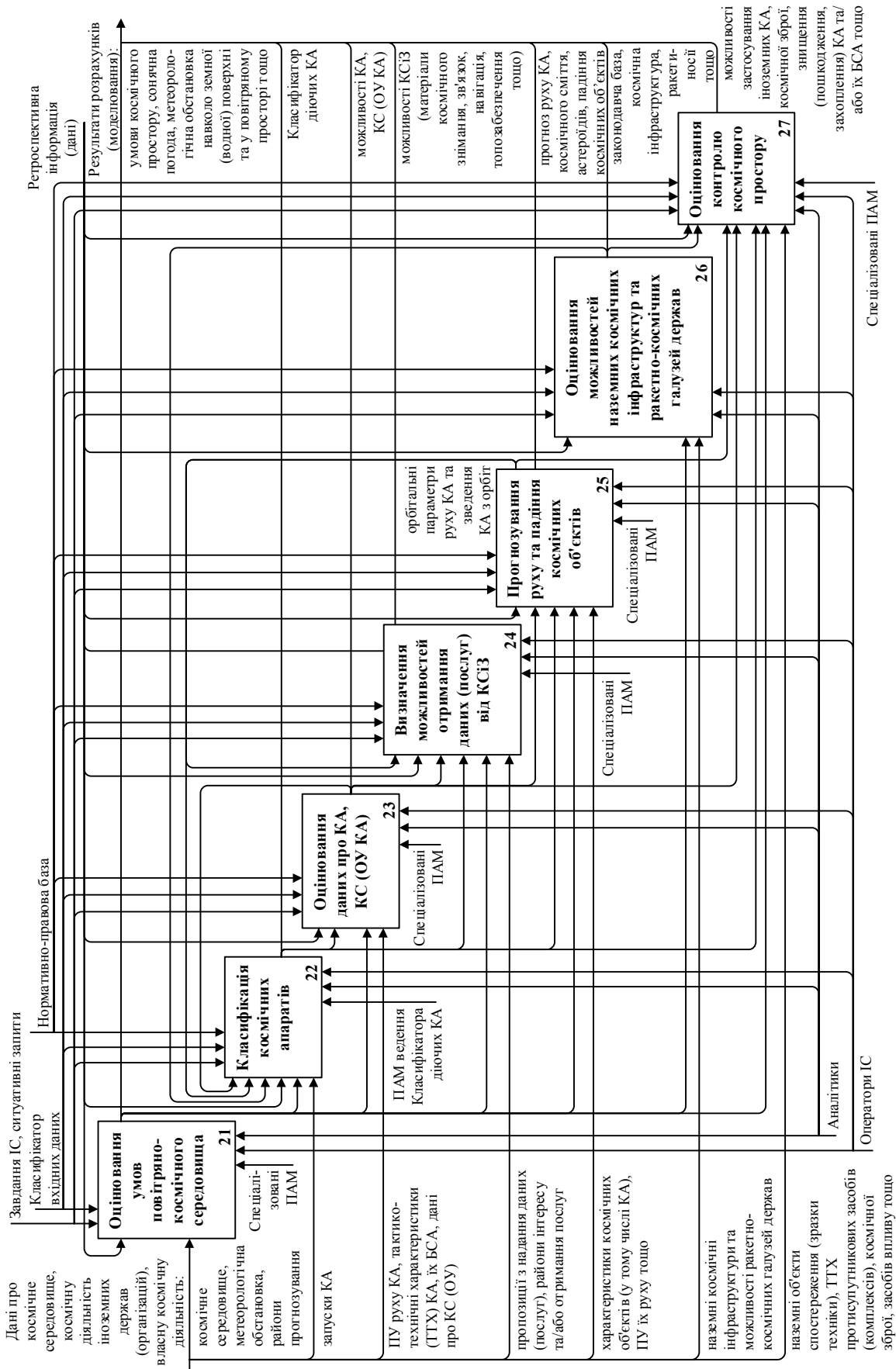


Рис. 4 Декомпозиція підфункції ‘Оцінювання космічної обстановки та контролю космічного простору’

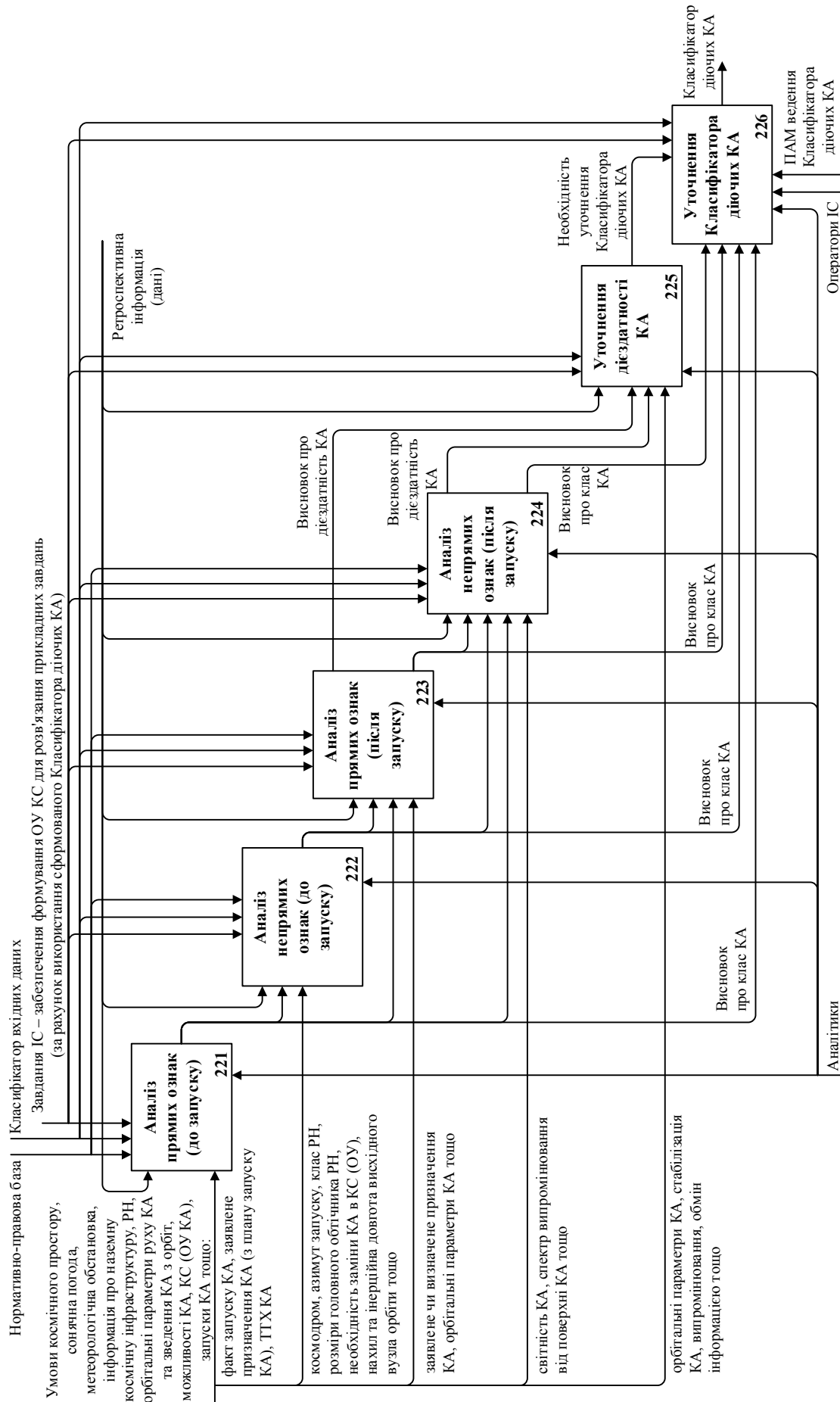


Рис. 5 Декомпозиція підфункції 'Класифікація космічних апаратів'

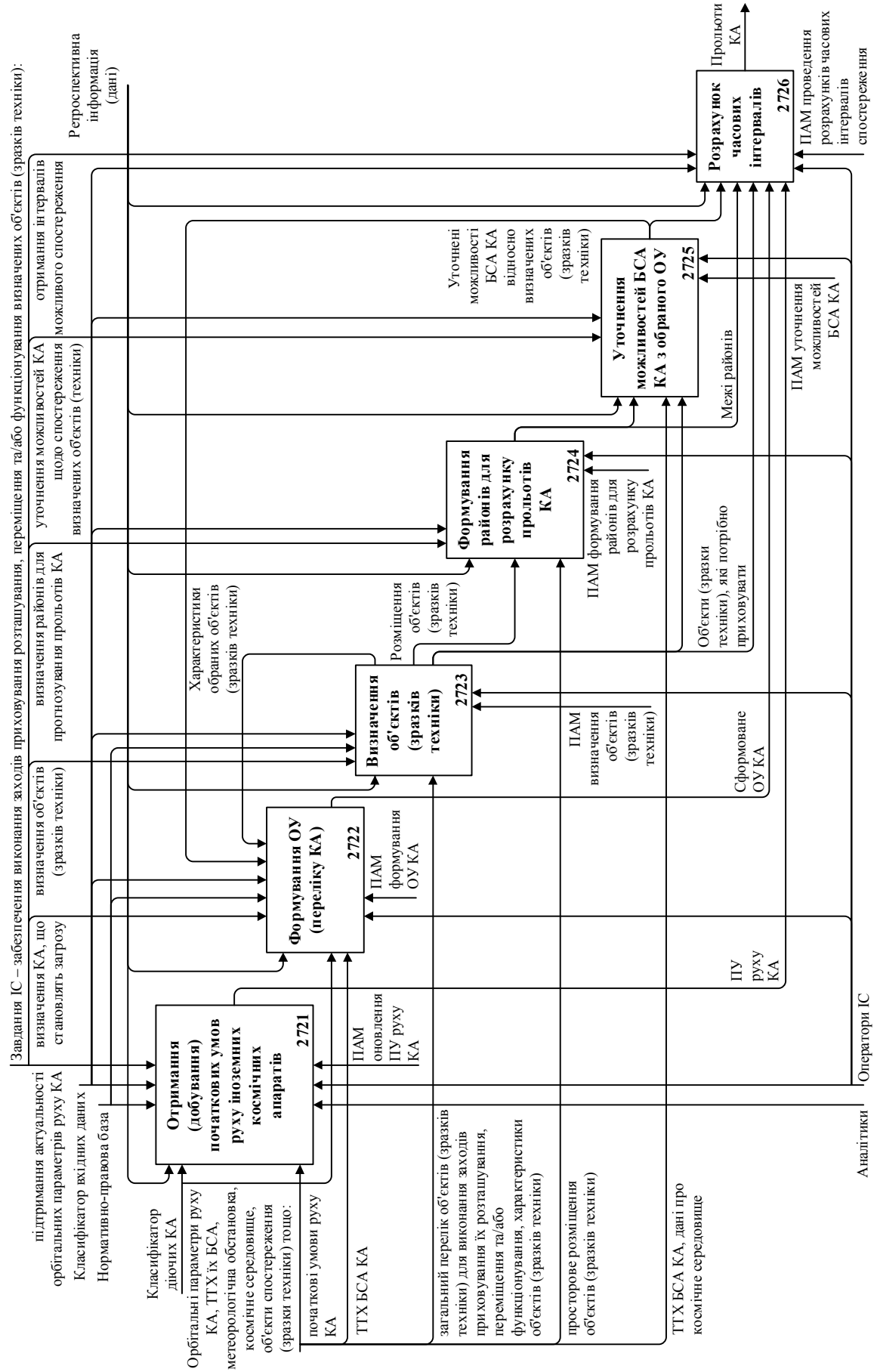


Рис. 7 Декомпозиція підфункції "Прогнозування прольотів іноземних КА"

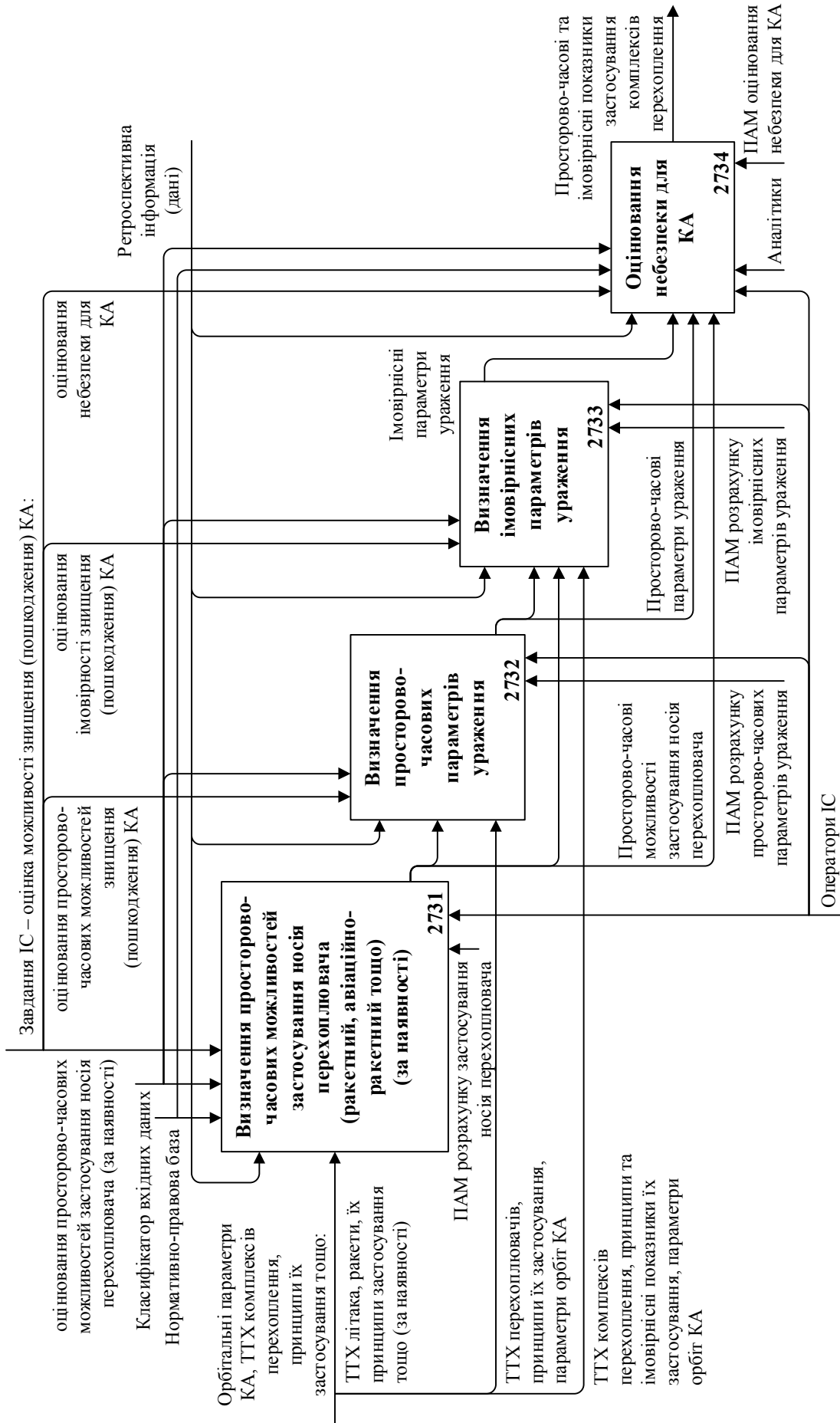


Рис. 8 Декомпозиція підфункції “Визначення можливостей застосування комплексів перехоплення”

Висновки і перспективи подальших досліджень

Розроблена функціональна модель ІС ЗКСО розглядається як складова системи моніторингу, аналізу, прогнозування, моделювання та підтримки прийняття рішень у сфері національної безпеки і оборони, що створюється за єдиними методиками, підготовленими з використанням можливостей Головного ситуаційного центру України.

Функціональна модель ІС ЗКСО враховує особливості сучасного розвитку космічних

технологій у провідних державах світу, відомі можливості космічних систем і засобів з надання інформації та послуг, а також напрацьовані методики оцінювання, запобігання та нейтралізації впливу згаданих систем і засобів на оперативні (бойові, спеціальні) спроможності сил та засобів сектору безпеки і оборони України.

Подальшими шляхами дослідження можуть бути визначення та класифікація вхідних даних для ІС ЗКСО, висування вимог до джерел інформації.

Література

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 04 березня 2016 року “Про Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України : Указ Президента України від 14.03.2016 № 92/2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/92/2016>. 2. **Пермяков О. Ю.** Використання інформаційних технологій та застосування космічних систем в інтересах військ (сил) : підручник / О. Ю. Пермяков, В. Г. Солонніков, Ю. Б. Прібілев та ін. – К. : НУОУ, 2014. – 208 с. 3. **Фриз С. П.** Методологія управління процесами в супутникових телекомунікаційних системах при вирішенні оперативних завдань [Електронний ресурс] : дис. ... д-ра. тех. наук : 05.12.02 / Фриз Сергій Петрович. – Київ, 2016, 296 с. – Режим доступу: http://www.dut.edu.ua/uploads/p_1436_72365416.pdf. 4. **Білобородов О. О.** Дослідження стійкості структури орбітального угруповання та безпеки польотів космічних апаратів / О.О. Білобородов // Управління розвитком складних систем, 2016. – № 27. – С. 101 – 105. 5. **Резников Ю.В.** Рекомендации по использованию системы контроля и

анализа космической обстановки в интересах Вооруженных Сил Украины / Ю.В.Резников, К.К.Кулагин, А.В. Поляков // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, 2014. – № 3(16). – С. 161–163. 6. Глобальный мониторинг космической обстановки – важнейшее направление обеспечения военной безопасности Российской Федерации в воздушно-космической сфере / А. Н. Калюта // Военная мысль, 2017. – № 9. – С. 5-11. 7. **Випорханюк Д. М.** Основи космічної ситуаційної обізнаності (Space Situational Awareness, SSA). Іноземний і вітчизняний досвід космічної діяльності у сфері оборони: монографія / Д. М. Випорханюк, С. В., Ковбасюк. – Житомир : Видавництво О. О. Євенок, 2018. – 532 с. 8. Союзницька об'єднана доктрина повітряних і космічних операцій : Стандарт НАТО АJP-3.3, видання Б, версія 1 – [Введ. 2016–04–01] // [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.jarcc.org. 9. **Сорока К. О.** Основи теорії систем і системного аналізу: Навч. посібник / К. О. Сорока – Харків: Харків. нац. акад. міськ. господарства, 2004. – 291 с.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ СИТУАЦИОННОЙ ОСВЕДОМЛЁННОСТИ СОСТАВЛЯЮЩИХ СЕКТОРА БЕЗОПАСНОСТИ И ОБОРОНЫ ГОСУДАРСТВА

Дмитрий Владимирович Пекарев (кандидат технических наук, с.н.с)

Секция прикладных проблем Президиума Национальной академии наук Украины, Киев, Украина

В статье предложена функциональная модель информационной системы обеспечения космической ситуационной осведомлённости составляющих сектора безопасности и обороны государства, которая рассматривается с точки зрения развития безопасностных и оборонных возможностей Украины. Указанная информационная система предлагается как составляющая системы мониторинга, анализа, прогнозирования, моделирования и поддержки принятия решений в сфере национальной безопасности и обороны, которая создаётся в соответствии с Указом Президента Украины. Функциональная модель информационной системы учитывает особенности современного развития космических технологий в передовых государствах, известные возможности космических систем и средств по предоставлению информации и услуг, а также наработанные методики оценивания, предотвращения и нейтрализации влияния указанных систем и средств на оперативные (боевые, специальные) возможности сил и средств сектора безопасности и обороны Украины.

В статье представлена контекстная диаграмма информационной системы, проведена её функциональная декомпозиция и разработаны диаграммы декомпозиций основного функционального блока и некоторых подфункций до четвёртого уровня. Предложены будущие шаги исследования относительно определения и классификации входных данных для информационной системы и выдвижения требований к источникам информации.

Ключевые слова: сектор безопасности и обороны, космическая ситуационная осведомлённость, информационная система, функциональная модель.

FUNCTIONAL MODEL OF THE INFORMATION SYSTEM FOR PROVIDING SPACE SITUATIONAL AWARENESS OF THE STATE SECURITY AND DEFENSE SECTOR COMPONENTS

Dmytro Pekariev (Candidate of technical sciences, senior researcher)

Section for Applied Problems National Academy of Science of Ukraine, Kyiv, Ukraine

The functional model of the information system for providing space situational awareness of the state security and defense sector components in terms of development the security and defense capabilities of Ukraine was proposed in the article. This information system proposed as a component of the system for monitoring, analyzing, forecasting, modeling and decision supporting in the national security and defense, which created in accordance with the Decree of the President of Ukraine. The functional model of the information system takes into account the features of the modern development of space technologies in the leading countries of the world, known possibilities of space systems and means of providing information and services, as well as developed methods of evaluation, prevention and neutralization the influence of these systems and facilities on operational (combat, special) capabilities of forces and the means of Ukraine security and defense sector.

The context diagram of the information system was presented in the article, its functional decomposition was done and the decomposition diagrams of the main functional block and some subfunctions to level 4 was developed. Further research lines for defining and classification of input data for the information system and the requirements for information sources was proposed.

Keywords: security and defense sector; space situational awareness; information system; functional model.

References

1. On the decision of the Council of National Security and Defense of Ukraine 04 march 2016 “On the Concept of Development of the Ukraine Security and Defense Sector” : Decree of the President of Ukraine [Pro rishennya Rady naionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy vid 04 bereznya 2016 “Pro koncepciyu rozvitku sektoru bezpeki i oborony” : Ukaz Prezydenta Ukrayiny”] 14.03.2016 № 92/2016, available at : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/92/2016>.
2. **Permyakov O. U.**, Solonnikov V. G., Pribylev U. B. and other (2014) Using information technology and space systems in the interests of army (forces) : textbook [Vikorstanya informaciynih tehnologiy ta zastosuvaniya kosmychnih system v interesah viysk (sil) : Pidruchnyk], Publishing by The National Defence University of Ukraine, 208 p.
3. **Fryz S. P.** (2016) Methodology of Operational Process Control in Satellite Telecommunication Systems: Manuscript [Metodologiya upravlinya procesamy v suputnikovyh telekomunikaciynih systemah pri virishenni operatyvnyh zavdan : disertacya], Publishing by State Telecommunication University, 296 p. available at : http://www.dut.edu.ua/uploads/p_1436_72365416.pdf.
4. **Biloborodov O. O.** (2016). Stability of orbital constellation structure, and spacecraft flight safety [Doslidgenya stiykosti strukturi orbitalnogo ugrupovanya ta bezpeki polyotiv kosmychnih aparativ], Management of Development of Complex Systems, No. 27, pp. 101–105.
5. **Reznikov U. V.**, Kulagin K. K., Polyakov A. V. (2014) The recommendations on the use of a system of control and analysis of the space situation in the interests of the Ukrainian Armed Forces [Rekomendacii po ispolzovaniiyu sistemy kontrolya i analiza kosmicheskoy obstanovki v interesah Voorugennyh Sil Ukrainy], Science and Technology of the Air Force of Ukraine, No. 3(16), pp. 161–163.
6. **Kaliuta A. N.** (2017) Global monitoring of the space situation is the most important direction in ensuring the military security of the Russian Federation in the aerospace sphere [Globalny monitoring kosmicheskoy obstanovki – vagneyschee napravlenie obespecheniya voennoy bezopastnosti Rosiyskoy Federaciyi v vozduschno-kosmicheskoy sfere], Military mission, No. 9. pp. 5–11.
7. **Viporkhaniuk D. M.**, Kovbasiuk S. V. (2018) Basics of Space Situational Awareness. Foreign and domestic experience of space activities in security sector : Monograph [Osnovy kosmychnoi situaciynoi obiznanosti (Space Situational Awareness, SSA). Inozemniy i vitchiznyaniy dosvid kosmychnoi diyalnosti u sferi oborony : Monografia], Publishing by O. O. Evenok, 532 p.
8. STANAG AJP-3.3 (2016), Allied joint doctrine for air and space operations [Soyuznitska objednana doctrina povitryanyh i kosmychnih operaciy], Edition B Version 1 Published by the NATO Standardization Office, available at : www.japcc.org.
9. **Soroka K. O.** (2004) Fundamentals of systems theory and system analysis : Tutorial [Osnovy teorii system i systemnogo analizu : Navch. posibnyk], Publishing by Kharkiv National Academy of Municipal Economy, 291 c.

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ КІБЕРПОЛІГОНІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСНИХ КІБЕРДІЙ ТА ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З КІБЕРБЕЗПЕКИ

Для ефективного виконання комплексу заходів забезпечення інформаційної і кібербезпеки в кіберпросторі з відпрацюванням заходів протидії гібридним впливам запропоновано створення кіберполігонів, які надають можливість дослідження комплексних кібердій та підготовки фахівців з кібербезпеки. Запропоновано методу здійснення розробки методологічного забезпечення для моделювання на кіберполігоні процесів моніторингу, аналітичної обробки інформації, прогнозування, планування і здійснення заходів пасивної та активної протидії інформаційним і кіберзагрозам в кіберпросторі. Запропоновано забезпечувати врахування особливостей умов апріорної невизначеності, варіативності щільностей потоків деструктивних впливів та значної динаміки кризових ситуацій на основі застосування методів ситуаційного управління, фрактального аналізу, самоорганізації та біфуркаційних моделей. В статті розглянуто особливості застосування принципів ситуаційного управління програмно-апаратним середовищем кіберполігону, на якому виконується комплекс заходів та процесів забезпечення інформаційної та кібер-безпеки в кіберпросторі та через кіберпростір. Ці процеси розглядаються як динамічні і циклічні, такі, що мають певну специфіку в залежності від розгляду конкретних кризових ситуацій на обраному переліку необхідних і достатніх елементів з доступних та наявних складових кіберполігону.

Ключові слова: кіберполігон; кіберзагроза; кібербезпека; кіберінцидент; кіберпростір; кібероборона.

Вступ

Дієві результати реалізації завдань аналізу та синтезу складних систем, автоматизованого збору, обробки і аналізу інформації в умовах апріорної невизначеності та високої щільності потоку деструктивних впливів і значної динаміки кризових ситуацій, забезпечує застосування синергетичних методів, зокрема методів ситуаційного управління, фрактального аналізу, самоорганізації, біфуркаційних моделей тощо. Впровадження принципів ситуаційного управління надає можливість раціонального розподілу і перерозподілу власних ресурсів і концентрації зусиль на критичних для забезпечення безпеки напрямках дій супротивника. Методи фрактального аналізу, самоорганізації і біфуркаційні моделі дозволяють своєчасно виявити загрози та кризові ситуації, передбачити напрям їх розвитку і реальну спрямованість. На практиці це забезпечує підвищення ефективності заходів протидії інформаційним впливам завдяки випередженню противника у своєчасності, повноті та достовірності інформації, за часом реагування та у діях. Для реалізації цих підходів необхідною мірою є створення кіберполігонів.

Постановка проблеми. Реалії сьогодення доводять, що сучасні методи та способи реалізації гібридних впливів супроводжуються значним потоком динамічно змінюваних кризових ситуацій. Їм властива апріорна невизначеність за метою, суб'єктом та об'єктом впливу, змістом, сутністю і способами реалізації. Технологічно

побудова відомих систем протидії таким кризовим ситуаціям, форми і способи їх застосування орієнтовані на формування статичної надмірної структури системи. Розподіл завдань між усіма складовими системи здійснюється рівномірно з вибірковістю елементів лише за їх призначенням. Збільшення кількості та щільності потоку кризових ситуацій, кіберінцидентів та їх типів відпрацьовується збільшенням елементів структури. Це породжує інформаційну надмірність даних та ускладнення їх передачі і обробки. На таких самих принципах побудовані програмні засоби реалізації процесів оперативного виявлення, захисту та активної протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі. Такі підходи не є дієвими в реальних умовах обстановки, під час застосування противником переважаючих або рівних за складом та рівнем розвитку засобів інформаційного впливу і здійснення масованих інформаційних та кібератак, які супроводжуються іншими несилловими і силловими методами досягнення мети конфлікту.

Таким чином, має місце актуальна проблема створення кіберполігонів для дослідження комплексних кібердій та підготовки фахівців з кібербезпеки з метою виконання завдань щодо розробки методологічного забезпечення автоматизованого моніторингу, аналітичної обробки інформації, прогнозування, планування та здійснення заходів пасивної і активної протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі. Її

вирішення та підвищення ефективності комплексу заходів забезпечення інформаційної та кібербезпеки в кіберпросторі з відпрацюванням заходів протидії гібридним впливам в цілому вимагає наявності методологічних основ створення та організації ефективного застосування відповідних кіберполігонів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика розробки та впровадження лабораторних середовищ для відпрацювання дій в кіберпросторі здебільшого розвивається у створенні таких типів кіберполігонів: університетського (типу кіберполігону КУРО Масарикового університету м. Брно, Чехія); частки цивільного (на прикладі рішень компанії Forward Defense, м. Абу-Дабі, ОАЕ); національного військового (кіберполігон National Cyber Range, м. Орlando, шт. Флоріда, США); міжнародного (кіберполігон НАТО, м. Таллінн, Естонія). Програмно-апаратні засоби вказаних кіберполігонів не мають своєю метою та функціонально і технічно не забезпечують проведення комплексних досліджень інформаційного впливу на технічну і ергатичну складову систем управління різного рівня та призначення. При цьому втрачається можливість дослідження синергетичного ефекту взаємного посилення інформаційно-психологічних і кібервпливів, які реалізуються та розвиваються в кіберпросторі.

Традиційні підходи до створення, як правило, обмежуються здебільшого дослідницькими функціями вивчення загроз суто кібернетичного напрямку без урахування реального досвіду сучасних гібридних впливів, що знижує адекватність отримуваних результатів.

Метою статті є розробка методики створення кіберполігонів для дослідження комплексних кібердій в кіберпросторі і через кіберпростір з відпрацюванням заходів протидії гібридним кібервпливам та підготовки фахівців з кібербезпеки.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розробка та створення кіберполігону для дослідження і багатостороннього відпрацювання заходів протидії гібридним впливам в кіберпросторі реалізується загальнонауковими методами теорії системного аналізу.

Методика створення кіберполігону для відпрацювання інноваційних засобів і заходів забезпечення інформаційної та кібербезпеки в кіберпросторі в умовах гібридних конфліктів різної інтенсивності і змісту, з відпрацюванням заходів протидії гібридним впливам базується на здійсненні комплексу наукових досліджень фундаментального і прикладного характеру, реалізації інженерних завдань і організаційно-технічних заходів, суть і зміст яких передбачає наступне:

1. удосконалення науково-прикладних та технологічних принципів побудови і реалізації програмно-апаратних засобів моніторингу

кіберпростору, захисту та впливу, їх практична апробація;

2. розробку фундаментальних та прикладних принципів побудови математичного забезпечення програмно-апаратних засобів реалізації процесів моніторингу, аналітичної обробки інформації, прогнозування, планування та здійснення заходів пасивної і активної протидії інформаційним і кіберзагрозам в кіберпросторі;

3. розробку та практичну апробацію в середовищі кіберполігону програмних засобів реалізації процесів моніторингу, аналітичної обробки інформації, прогнозування, планування і здійснення заходів пасивної і активної протидії інформаційним і кіберзагрозам в кіберпросторі;

4. розвиток новітніх форм, способів та методів протидії кіберзагрозам, захисту критичних інфраструктур, суб'єктів та об'єктів органів управління сектору безпеки та оборони держави, суспільства і особи за допомогою реалізації комплексу заходів інформаційної безпеки в кіберпросторі в умовах гібридних конфліктів різної інтенсивності;

5. розробку методичних основ для класифікації, стандартизації та сертифікації кіберполігонів, а також створення системи класифікації і стандартів кіберполігонів.

Створення кіберполігонів для дослідження комплексних кібердій в кіберпросторі і через кіберпростір забезпечить формування основ для створення потужних регіональних кіберцентрів та залучення цих структур до цілодобового оперативного чергування в системі національної і загальноєвропейської інформаційної і кібербезпеки з використанням сил і засобів кіберполігону, відпрацювання на ньому теоретичних та прикладних принципів побудови програмно-технічних засобів, форм і способів протидії гібридним впливам в кіберпросторі.

Кіберполігон – це сукупність програмно-апаратних засобів, об'єднаних єдиною розподіленою локальною мережею з виходом в Інтернет, що призначена для відпрацювання прикладних питань розробки, проектування та проведення випробувань програмно-технічних систем (комплексів) забезпечення інформаційної (інформаційно-психологічної) та кібербезпеки в ході реалізації функцій моніторингу, захисту та активних впливів, проведення багатосторонніх навчань, забезпечення узагальнення досвіду, розвитку форм, способів та методів прогнозування, запобігання, виявлення і протидії кризовим ситуаціям в кіберпросторі, здійснення заходів практичної підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації військових (цивільних) фахівців (за національними стандартами та стандартами НАТО), а також для проведення фундаментальних та прикладних наукових досліджень у галузі інформаційної і кібербезпеки та кібероборони держави.

Спеціалізований комплексний кіберполігон створюється по ідеології відкритих, розподілених, складних, ергатичних інформаційно-управляючих

систем, інваріантних за своєю структурою та рівнем завдань. У його структурі та архітектурі передбачено впровадження технологій захищених комп'ютерних мереж зі стаціонарним та мобільним комплектами обладнання зі взаємозамінними, стандартизованими в межах цільових завдань модулями. В якості функціональної основи передбачено використання циклів управління: Critique – критика, Explore – дослідження, Observation – спостереження (збір інформації від внутрішніх та зовнішніх джерел); Processing – обробка, Compare – порівняння, Orient – орієнтування (формування декількох можливих планів дій з оцінкою кожного з них за векторами критеріїв); Decide – рішення (вибір найкращого плану дій для практичної реалізації); Act – дії (практична реалізація вибраного плану дій); Adapt – адаптація (Restructuring – реструктуризація). Це забезпечить впровадження моделі незалежного ситуативного управління з відпрацюванням в масштабі часу, близькому до реального, потоку кризових ситуацій.

Розробка та виготовлення діючих кіберполігонів здійснюється з базових дискретних компонентів. До складу кіберполігону входять два ідентичні за призначенням, складом, функціональними можливостями комплекти спеціалізованих програмно-апаратних комплексів:

комплект сил кібероборони;

комплект сил тестування на кіберзахищеність.

Комплект сил кібероборони призначений для забезпечення кібербезпеки сервісів та служб дата-центру кіберполігону, а також захисту його операторів від впливів на них через кіберпростір.

Комплект сил тестування на кіберзахищеність призначений для тестування сервісів та служб дата-центру кіберполігону, а також дослідження стійкості його операторів до інформаційних впливів через кіберпростір.

До складу кіберполігону включений об'єкт тестування, який являє собою потужний дата-центр, сервіси та служби якого, з одного боку, захищаються силами та засобами сил кібероборони, з іншої – тестуються на кіберзахищеність силами та засобами другого комплекту.

Окремі компоненти, загальні для двох комплектів, які входять до кіберполігону це:

кластер планування, організації і управління роботи кіберполігону;

кластер міжполігонної взаємодії;

підсистема забезпечення функціонування сервісів та служб дата-центра.

підсистема моделювання заходів та засобів кіберзахисту провідних і безпроводних мереж дата-центру;

підсистема моделювання заходів і засобів кіберзахисту системи управління, мережної (фізичної і логічної) топології, програмно-апаратного забезпечення сервісів та служб дата-центру;

підсистема моделювання технологій інформаційного захисту операторів дата-центру

через кіберпростір;

підсистема моделювання технологій криптографічного захисту;

підсистема моделювання заходів, засобів і технологій захисту від інформаційних і кібернетичних впливів критичних елементів інфраструктури, суб'єктів і об'єктів органів управління сектора безпеки і оборони держави, суспільства і особи в умовах гібридних конфліктів різної інтенсивності;

підсистема моделювання та імітації дій в кіберпросторі, проведення навчань (тренувань) з кібербезпеки та кібероборони;

підсистема моделювання кібератак на криптосистеми дата-центру;

підсистема моделювання соціотехнічних кібератак через кіберпростір на операторів дата-центра, суб'єкти та об'єкти органів управління сектору безпеки та оборони держави, суспільства і особистості в умовах гібридних конфліктів різної інтенсивності;

підсистема тестування сервісів та служб дата-центра на кіберзахищеність.

В основу схеми мережної топології кіберполігону покладені комплекти, об'єкти, компоненти, кластери і підсистеми кіберполігону.

Розробка кожного базового дискретного компоненту може здійснюватися окремо, ізольовано або за загальними підходами з обміном результатів проектування. Об'єднання віддалених дискретних компонент здійснюється шляхом їх інформаційного об'єднання в єдине кіберсередовище, яке створене функціонально об'єднаними: внутрішнім (локальним), комбінованим (локально-глобальним) і зовнішнім (глобальним) кіберпростором. З технологічної точки зору таке функціонально-інформаційне об'єднання здійснюється на протокольних рівнях відповідного типу.

Запропонована структура повнофункціонального комплексного кіберполігону поступово, на трьох локально-глобальних рівнях кіберпростору, з нарощуванням можливостей забезпечує відпрацювання форм, способів, методів, алгоритмів, методик та технологій виявлення кібератак, заходів пасивної і активної протидії ним, ліквідації наслідків застосування кіберзброї та відновлення нормальних режимів функціонування мереж управління військами та зброєю, а також реалізацію комплексу заходів моніторингу і виявлення загроз, їх аналізу, прогнозування, планування здійснення активних та пасивних дій з протидії інформаційно-психологічним впливам в кіберпросторі та аналіз ефективності проведених заходів.

Програмно-апаратні ресурси підсистеми тестування на кіберзахищеність забезпечують можливість проведення кібервпливів різного типу, використовуючи відповідні мережні протоколи, вразливості системного та прикладного програмного забезпечення, недосконалість антивірусного програмного забезпечення. Наприклад: сканування портів, відмова в

обслуговуванні, прослуховування та перехоплення потоку інформації в каналах мережі, псевдосанкціоноване проникнення в підсистему захисту, знищення, спотворення, крадіжка інформації, блокування доступу до неї в підсистемі кібероборони за допомогою засобів спеціального програмного впливу тощо. Технічні пристрої і спеціалізоване програмне забезпечення повинні гарантувати надійний захист системних ресурсів та інформації, яка циркулює і зберігається на комп'ютерах в локальній мережі підсистеми кібероборони.

У рамках проекту фахівці з інформаційної безпеки (кожен окремо або у складі певних команд) зможуть відпрацьовувати спеціальні прийоми кібервпливів та захисту від них, не завдаючи реальної шкоди існуючій інформаційній інфраструктурі держави.

Структура повнофункціонального комплексного кіберполігону забезпечує одночасно автономне, багатостороннє та багаторівневе виконання цільових завдань відповідно до реальних умов.

Розробка і створення кіберполігонів вимагає вирішення таких часткових завдань:

удосконалення науково-прикладних і технологічних принципів побудови та реалізації програмно-апаратних засобів моніторингу кіберпростору, захисту і впливів для створення кіберполігону;

розробка структури та детальної архітектури кіберполігону відповідно до відомих науково-прикладних і технологічних принципів його побудови;

створення кіберполігону з двох базових його комплектів за схемою та архітектурою, забезпечення функціонування (налаштування, тестування) першого (локального) рівня кіберпростору відповідно до категорій декомпозиційного розподілу;

створення повнофункціонального комплексного кіберполігону шляхом інформаційного об'єднання створених дискретних компонентів в єдине інформаційне середовище, які функціонують і породжують внутрішню комбіновану (локально-глобальну) і зовнішню складову кіберпростору;

розробка програми і методики випробувань комплексного кіберполігону з повнофункціональною структурою та архітектурою;

проведення випробувань створеного кіберполігону, оцінювання результатів випробувань, коригування його структури і функціоналу, затвердження результатів випробувань.

З метою ефективного виконання комплексу заходів забезпечення інформаційної і кібербезпеки в кіберпросторі з відпрацюванням заходів протидії гібридним впливам передбачається введення принципів ситуативного управління програмно-апаратним середовищем кіберполігону, на якому виконується комплекс заходів та процесів

забезпечення інформаційної безпеки в кіберпросторі. Ці процеси розглядаються як динамічні і циклічні, такі, що реалізуються під конкретну кризову ситуацію на обраному переліку необхідних і достатніх елементів з доступних та наявних складових кіберполігону. Для цього створюється і послідовно-паралельно виконує завдання об'єднаних функціонально та інформаційно пов'язаних віртуальних підсистем – інформаційно-управляючих кластерів (ІУК). Такі ІУК ситуативно синтезуються для виявлення, локалізації і ліквідації конкретної кризової ситуації. Відмічене реалізується у формі ситуативного структурно-параметричного синтезу складної розподіленої інформаційно-управляючої системи. Фактично реалізується процес ситуативного управління структурою і параметрами кіберполігону. Така процедура забезпечує просторово-часове, структурне і функціональне рознесення завдань відпрацювання щільного потоку деструктивних впливів при значній динаміці кризових ситуацій. При цьому знижується розмірність часткових завдань обробки інформації і навантаження на канали передачі даних. В якості практичного результату маємо: ефективне реагування на щільний потік динамічно-змінюваних деструктивних впливів при значній динаміці кризових ситуацій з властивостями апіорної невизначеності суб'єктів та об'єктів впливу, змісту, суті та способу реалізації; виконання цільових завдань в масштабі часу, близькому до реального, і з високими показниками достовірності і повноти вихідної інформації.

Ефективне виконання завдань забезпечення інформаційної безпеки залежить від постійного проведення фундаментальних та прикладних наукових досліджень, в ході яких уточнюється концепція і технології ситуативного управління структурою та параметрами програмно-апаратного середовища кіберполігону для ефективної реалізації комплексу заходів і процесів забезпечення інформаційної безпеки в кіберпросторі в умовах значної щільності потоку динамічно-змінюваних деструктивних впливів при високій динаміці кризових ситуацій, які характеризуються апіорною невизначеністю.

На кожному інформаційно-управляючому кластері відпрацьовуються:

методики кластерного пошуку і систематизації інформації про інформаційні загрози в кіберпросторі;

методики виявлення та ідентифікації кризових ситуацій в умовах щільного їх потоку і динаміки змін з впровадженням принципів самоорганізації;

методики автоматизованого оперативного і поглибленого інтегрального аналізу інформації моніторингу;

методики прогнозування розвитку кризових ситуацій і загроз в інформаційній сфері з використанням біфуркаційних моделей;

методологічні підходи до планування заходів протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі

та оцінювання їх ефективності;

методологічні підходи побудови програмно-апаратних комплексів автоматизованого пасивного і активного інформаційного (інформаційно-психологічною) та кіберзахисту.

В ході виконання завдань щодо розробки фундаментальних та прикладних принципів побудови математичного забезпечення програмно-апаратних засобів реалізації процесів моніторингу, аналітичної обробки інформації, планування і здійснення заходів пасивної і активної протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі напрацьовуються дані для розробки програмних засобів реалізації процесів моніторингу, аналітичної обробки інформації, планування і здійснення заходів пасивної і активної протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі.

Суть виконання завдання щодо розробки і практичної апробації в середовищі кіберполігону програмних засобів реалізації процесів моніторингу, аналітичної обробки інформації, прогнозування, планування і здійснення заходів пасивної і активної протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі полягає в розробці програмно-апаратних комплексів, набору програмних додатків, розрахункових програм, моделей тощо, заснованих на розроблених фундаментальних і прикладних принципах побудови математичного забезпечення програмно-апаратних засобів реалізації процесів моніторингу, аналітичної обробки інформації, планування і здійснення заходів пасивної і активної протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі для ефективної протидії гібридним впливам, які забезпечують виконання завдань:

ситуативного управління структурою і параметрами програмно-апаратного середовища кіберполігону;

кластерного пошуку і систематизації інформації про інформаційні загрози в кіберпросторі;

виявлення та ідентифікація кризових ситуацій в умовах щільного потоку деструктивних впливів і значної динаміки зміни кризових ситуацій з впровадженням принципів самоорганізації;

автоматизованого оперативного і поглибленого інтегрального аналізу інформації моніторингу;

прогнозування розвитку кризових ситуацій і загроз в інформаційній сфері з використанням біфуркаційних моделей;

планування заходів протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі і оцінювання їх ефективності;

кібернетичного впливу та захисту від несанкціонованого доступу до інформаційно-телекомунікаційних систем;

формування лабораторного середовища для проведення спецдосліджень у галузі технічних і програмних засобів кіберзахисту;

визначення оптимального способу нейтралізації загроз в кіберпросторі з урахуванням наявних апаратно-програмних засобів технічного захисту

інформації;

моделювання процесів нападу і захисту інформаційно-телекомунікаційних систем об'єктів критичної інфраструктури;

оцінювання рівня захищеності електронних ресурсів і апаратно-програмних засобів інформаційно-телекомунікаційних систем;

аналізу ефективності кібервпливу на інформаційно-телекомунікаційні системи об'єктів критичної інфраструктури протидіючої сторони.

Створення програмного забезпечення з вказаними функціями здійснюється з використанням технологій побудови інтелектуальних експертних систем, систем підтримки прийняття рішень, геоінформаційних систем на сучасних мовах, технологіях та в середовищах програмування високого рівня.

Практична реалізація вищезазначеного потребує:

комплектів програмно-апаратних комплексів, наборів програмних додатків, моделей тощо, які реалізують вищеперелічені функції з програмною документацією до них;

програм і методик випробувань розроблених комплексів програмно-апаратних комплексів, набору програмних додатків, моделей тощо, для застосування на різних рівнях кіберпростору;

моніторингу результатів випробувань розроблених комплексів програмно-апаратних комплексів, набору програмних додатків, моделей тощо, на першому і другому рівнях кіберпростору.

Завдання щодо розвитку новітніх форм, способів і методів протидії викликам і загрозам тероризму, захисту критичних інфраструктур, суспільства, керівництва держави та його сектору безпеки, особистості за допомогою реалізації комплексу заходів інформаційної безпеки в кіберпросторі, спрямованих на протидію гібридним впливам полягає в реалізації конкретних практичних завдань на програмно-апаратних засобах кіберполігону. При цьому використовується метод напівнатурного моделювання із застосуванням принципів і прийомів теорії ігор, реалізацією антагоністичного конфлікту між умовно протидіючими сторонами, які діють на своїх базових дискретних компонентах кіберполігону. Персонал для роботи на автоматизованих робочих місцях кіберполігону може бути сформований з науково-педагогічних працівників, вчених, ад'юнктів, курсантів та фахівців з військ. Залежно від цілей досліджень розробляються сценарії дій. Документування результатів діяльності кіберполігону, їх апостеріорний аналіз забезпечує вироблення новітніх форм, способів та методів протидії викликам і загрозам тероризму, захисту критичних інфраструктур, суспільства, державного і військового керівництва, конкретних осіб (рис. 1).

В результаті виконання цього завдання отримують:

методики і сценарії проведення багатосторонніх навчань на кіберполігоні з питань забезпечення інформаційної безпеки в кіберпросторі;



Рис. 1. Схема розробки новітніх форм, способів і методів протидії інформаційним загрозам в кіберпросторі

діючий комплект програмно-апаратного комплексу кіберполігону для комплексного відпрацювання питань інформаційної (інформаційно-психологічної) та кібербезпеки з можливостями його стандартизації і сертифікації;

методи і методики підготовки персоналу для систем забезпечення інформаційної і кібербезпеки, отримані персоналом знання і навички;

результати випробувань розроблених комплектів програмно-апаратних комплексів, набору програмних додатків, моделей кіберпростору в умовах, наближених до реального застосування;

новітні форми, способи та методи протидії викликам і загрозам тероризму, захисту критичних інфраструктур, суспільства, керівництва держави та його сектору безпеки, особистостей за допомогою реалізації комплексу заходів інформаційної безпеки в кіберпросторі, спрямованих на протидію гібридним впливам;

відпрацьовані теоретичні і прикладні принципи, програмно-технічна складова і висококваліфіковані фахівці стануть основою для створення потужного кіберцентру та залучення цієї структури до цілодобового оперативного чергування в системі національної і загальноєвропейської інформаційної і кібербезпеки.

Створення та практичне застосування комплексних кіберполігонів забезпечує: проведення на постійній основі багатосторонніх національних та міжнародних навчань з питань інформаційної і кібербезпеки з удосконаленням і виробленням нових способів протидії новим та прогнозованим загрозам, впровадження стандартів альянсу НАТО і досягнення взаємосумісності Збройних Сил України з країнами-членами НАТО у сфері інформаційної і кібербезпеки;

впровадження нових напрямів перспективних фундаментальних і прикладних наукових досліджень з використанням емерджентних властивостей діючого кіберполігону, в якому

сполучені методи напівнатурного моделювання, принципи і прийоми теорії ігор, антагоністичного конфлікту спрямовані на інтегроване дослідження проблем забезпечення інформаційної (інформаційно-психологічної) та кібербезпеки в кіберпросторі для протидії гібридним впливам;

сприяння ефективному вирішенню наукових завдань і виконання дослідницьких функцій у сфері кібербезпеки;

вироблення рекомендацій відносно удосконалення змісту та методик підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації військових та цивільних фахівців у галузі інформаційної і кібербезпеки в країнах-членах та країнах-партнерах альянсу за національними стандартами і стандартами НАТО.

Комплексні кіберполігони, принципово відрізняються від існуючих аналогів поєднанням досліджень інформаційного впливу на технічну та ергатичну складову систем управління різного рівня і призначення (держави, критичними об'єктами, військами і зброєю та інші) з урахуванням синергетичного ефекту взаємного посилення відмічених категорій впливів, гібридних дій, що реалізуються та розвиваються в кіберпросторі.

Відмінність програмно-апаратної складової таких кіберполігонів полягає у впровадженні принципів ситуативного управління, фрактального аналізу, самоорганізації, біфуркаційних моделей, що забезпечує ефективне виконання завдань забезпечення інформаційної (інформаційно-психологічної) та кібербезпеки в умовах апріорної невизначеності, високої щільності потоку деструктивних впливів і значної динаміки кризових ситуацій в інформаційній сфері, характерній для сучасних гібридних конфліктів.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, реалізація визначених завдань дасть можливість підвищити ефективність

комплексу заходів по забезпеченню інформаційної і кібербезпеки в кіберпросторі з відпрацюванням заходів протидії гібридним впливам. Це досягається шляхом розробки та виготовлення діючого комплексу комплексного кіберполігону, що забезпечить відпрацювання на ньому багатосторонніх практичних заходів по виробленню новітніх форм і способів протидії викликам і загрозам тероризму, захисту критичних інфраструктур, суспільства, керівництва держави, особистості.

Застосування комплексних кіберполігонів, як середовища для моделювання та імітації реальних дій в кіберпросторі та через кіберпростір підвищує ефективність дослідження форм, способів і методів кібердій та відпрацювання заходів протидії інформаційним і кіберзагрозам та гібридним кібервпливам без втручання в існуючу інформаційну структуру держави, дозволяє

комплексно враховувати синергію інформаційно-психологічних та кібервпливів без втручання в роботу бойових інформаційних систем.

Наявність таких кіберполігонів в військових закладах вищої освіти надасть можливість:

проведення з їх використанням кібернавчань та командно-штабних навчань і тренувань з елементами відпрацювання дій в умовах комплексних деструктивних інформаційних та кібер- впливів;

участі у багатосторонніх національних та міжнародних навчаннях, удосконалення системи підготовки, перепідготовки та підвищення кваліфікації військових фахівців у галузі інформаційної та кібербезпеки з впровадженням комплексних підходів і стандартів НАТО, розвитку науково-прикладних напрямів кібербезпеки та кібероборони.

Література

1. Даник Ю. Г., Гришук Р. В. Основи кібернетичної безпеки: монографія; за заг. ред. проф. Ю. Г. Даника. Житомир: ЖНАЕУ, 2016. 636 с. 2. Даник Ю. Г. Особливості формування системи кібернетичної безпеки України в контексті розвитку системи кібернетичної безпеки провідних країн світу / Ю. Г. Даник, Ю. М. Супрунов // Труды университета. – К. : НУОУ. – 2011. – № 7(106). – С. 5–21. 3. Даник Ю. Г., Вдовенко С. Г. Концептуальні напрями комплексного вирішення проблеми захисту інформації в системі скритого управління збройних сил. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони 2017. №2(29). С. 98–107. 4. Основи захисту інформації підручник: Ю.Г.Даник, С.Г. Вдовенко, О.О. Писарчук та ін; Житомирський військовий інститут ім. Корольова, Житомир, 2015 р. 5. Y. Danyk, T. Maliarchuk, Kohreidze; *Hybrid War Technologies*, international scientific journal “Business-Engineering, Georgian Technical University, Georgian Academy of Engineering, pp. 49-56, 2017. http://dSPACE.nplg.gov.ge/bitstream/1234/237163/1/Biznes-Injineri_2017_N1-2.pdf. 6. Y. Danyk, T. Maliarchuk, Ch. Briggs, Hybrid War: High-tech, Information and Cyber Conflicts, Connections. The Quarterly Journal. vol. 16, no.2 2017, pp. 5–24. URL: <http://www.jstor.org/stable/26326478>. 7. Y. Danyk, S. Gudz, Special operations for disruption of state and military control system. Security and Defence Quarterly, published by War Studies University, Warsaw,

Poland. № 4(9). 2015. URL: <https://securityanddefence.pl/resources/html/article/details?id=124640>. (дата звернення 27.04.2018). 8. Y. Danyk State Cyber Defense Formation and Development in Conditions of Hybrid Challenges and Threats. International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics. September.11-15, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1109/UkrMiCo.2017.8095427>. (дата звернення 27.04.2018). 9. F.G. Hoffman, Hybrid Warfare and Challenges, Joint Forces Quarterly 52, 2009. 10. B. Boyer, Countering Hybrid Threats in Cyberspace. Cyber Defense Review. Vol. 2 Ed. 3, 2015. 11. S. Harris *Cyberwar* : The Fifth Theater of War. 2014. 12. J. Suler, The Online Disinhibition Effect. CyberPsychology and Behavior, №7, 2004. 13. A. Clarke *Cyber War*: The Next Threat to National Security and What to Do About It by Richard – [http://indianstrategicknowledgeonline.com/web/Cyber_War_-_The_Nex_Threat_to_National_Security_and_What_to_Do_About_It_\(Richard_A_Clarke\)_2010.pdf](http://indianstrategicknowledgeonline.com/web/Cyber_War_-_The_Nex_Threat_to_National_Security_and_What_to_Do_About_It_(Richard_A_Clarke)_2010.pdf), 2010. 14. What Is Cyber Threat Intelligence , And Why You Need It. – <https://blog.unloq.io/what-is-cyber-threat-intelligence-and-why-you-need-it-fd33e24954da>. Jan 19, 2017. 15. Y.G. Danyk, Y.I. Katkov, M.F. Pichugin, National security: avoiding of critical situations. Monograph: National University of Defense of Ukraine, Korolyov Zhytomyr Military Institute, Zhytomyr, 2006

ОСОБЕННОСТИ И ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И СОЗДАНИИ КИБЕРПОЛИГОНОВ

Юрий Григорьевич Даник (доктор технических наук, профессор)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Для эффективного выполнения комплекса мер по обеспечению информационной и кибербезопасности в киберпространстве с отработкой мер противодействия гибридным воздействиям предложено создание киберполигонов, которые предоставляют возможность исследования комплексных кибердей и подготовки специалистов по кибербезопасности. Предложена методика осуществления разработки методологического обеспечения для моделирования на киберполигоне процессов мониторинга, аналитической обработки информации, прогнозирования, планирования и осуществления мероприятий пассивной и активной противодействия информационным и киберугрозам в киберпространстве. Предложено обеспечивать учет особенностей условий априорной неопределенности, вариативность плотностей потоков деструктивных воздействий и значительной

динамики кризисных ситуаций на основе применения методов ситуационного управления, фрактального анализа, самоорганизации и бифуркационных моделей. В статье рассмотрены особенности применения принципов ситуационного управления программно-аппаратной средой киберполигона, на котором выполняется комплекс мероприятий и процессов обеспечения информационной и кибербезопасности в киберпространстве и через киберпространство. Эти процессы рассматриваются как динамические и циклические, имеющие определенную специфику в зависимости от рассмотрения конкретных кризисных ситуаций на выбранном перечне необходимых и достаточных элементов из доступных и имеющихся составляющих киберполигона.

Ключевые слова: киберполигон; кибербезопасность; киберинцидент; киберпространство; кибероборона.

FEATURES AND MAIN REQUIREMENTS FOR DEVELOPMENT AND CREATING CIBERPOLIGONS

Yurii Danyk (Doctor of Technical Science, Professor)

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

For the effective implementation of a set of measures to ensure information and cybernetic security in the cybernetic space with the development of measures to combat hybrid influences, the creation of cybernetic polygons that provide the opportunity to study complex cybernetic actions and training of cybernetic security specialists is proposed. The methodology of the development of methodological support for simulation on the cyber space of monitoring processes, analytical processing of information, forecasting, planning and implementation of passive and active counteraction to information and cybernetic threats in cybernetic space is proposed. It is proposed to take into account the features of the conditions of a priori uncertainty, the variability of the densities of flows of destructive influences and the significant dynamics of crisis situations, based on the application of situational control methods, fractal analysis, self-organization and bifurcation models. In the article the peculiarities of application of the principles of situational management of the software and hardware environment of the cybernetic polygon are considered, on which a set of measures and processes for ensuring information and cybernetic security in the cybernetic space and through cybernetic space is carried out. These processes are considered as dynamic and cyclic, having certain specifics, depending on the consideration of specific crisis situations in the selected list of necessary and sufficient elements from available and available components of the cybernetic site.

Key words: cyber rengen; cyber security; cybernetic incident; cybernetic space; cyber defense.

References

- 1. Danyk Y. H., Hryshchuk R. V.** Osnovy kibernetichnoyi bezpeky: monohrafiya; za zah. red. prof. YU. H. Danyka. Zhytomyr: ZHNAEU, 2016. 636 p.
- 2. Danyk Y. H.** Osoblyvosti formuvannya systemy kibernetichnoyi bezpeky Ukrainy v konteksti rozvytku systemy kibernetichnoyi bezpeky providnykh krayin svitu / Y. H. Danyk, Y. M. Suprunov // Trudy universytetu. – K. : NUOU. – 2011. – № 7(106).– S. 5–21.
- 3. Danyk Y. H., Vdovenko S. H.** Kontseptual'ni napryamy kompleksnoho vyrishennya problemy zakhystu informatsiyi v systemi skrytoho upravlinnya zbroynykh syl. Suchasni informatsiyi tekhnolohiyi u sferi bezpeky ta oborony 2017. №2(29). S. 98–107.
- 4.** Fundamentals of information protection – Textbook : Y.G.Danyk, S.G. Vdovenko, O.O. Pysarchuk and others; Korolyov Zhytomyr Military Institute, Zhytomyr, 2015.
- 5. Y. Danyk, T. Maliarchuk, Kohreidze;** *Hybrid War Technologies*, international scientific journal “Business-Engineering, Georgian Technical University, Georgian Academy of Engineering, pp. 49-56, 2017. http://dSPACE.nplg.gov.ge/bitstream/1234/237163/1/Biznes-Injineriingi_2017_N1-2.pdf.
- 6. Y. Danyk, T. Maliarchuk, Ch. Briggs,** Hybrid War: High-tech, Information and Cyber Conflicts, Connections. The Quarterly Journal. vol. 16, no.2 2017, pp. 5–24. URL: <http://www.jstor.org/stable/26326478>.
- 7. Y. Danyk, S. Gudz,** Special operations for disruption of state and military control system. Security and Defence Quarterly, published by War Studies University, Warsaw, Poland. № 4(9). 2015. URL: <https://securityanddefence.pl/resources/html/article/details?id=124640>. (дата звернення 27.04.2018).
- 8. Y. Danyk** State Cyber Defense Formation and Development in Conditions of Hybrid Challenges and Threats. International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics. September.11-15, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1109/UkrMiCo.2017.8095427>. (дата звернення 27.04.2018).
- 9. F.G. Hoffman,** Hybrid Warfare and Challenges, Joint Forces Quarterly 52, 2009.
- 10. B. Boyer,** Countering Hybrid Threats in Cyberspace. Cyber Defense Review. Vol. 2 Ed. 3, 2015.
- 11. S. Harris** *Cyberwar* : The Fifth Theater of War. 2014.
- 12. J. Suler,** The Online Disinhibition Effect. CyberPsychology and Behavior, №7, 2004.
- 13. A. Clarke** *Cyber War: The Next Threat to National Security and What to Do About It* by Richard – [http://indianstrategicknowledgeonline.com/web/Cyber_War_-_The_Nex_Threat_to_National_Security_and_What_to_Do_About_It_\(Richard_A_Clarke\)_2010.pdf](http://indianstrategicknowledgeonline.com/web/Cyber_War_-_The_Nex_Threat_to_National_Security_and_What_to_Do_About_It_(Richard_A_Clarke)_2010.pdf), 2010.
- 14.** What Is Cyber Threat Intelligence , And Why You Need It. – <https://blog.unloq.io/what-is-cyber-threat-intelligence-and-why-you-need-it-fd33e24954da>. Jan 19, 2017.
- 15. Y.G. Danyk, Y.I. Katkov, M.F. Pichugin,** National security: avoiding of critical situations. Monograph: National University of Defense of Ukraine, Korolyov Zhytomyr Military Institute, Zhytomyr, 2006

Віталій Олександрович Кацалап (кандидат військових наук)¹
Олександр Володимирович Войтко (кандидат військових наук)¹
Юрій Володимирович Цурко²

¹ Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

² Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України

МЕТОДИЧНИЙ ПІДХІД ДО ВИЗНАЧЕННЯ ДЖЕРЕЛ ЗАГРОЗ ІНФОРМАЦІЙНІЙ БЕЗПЕЦІ У ВОЄННІЙ СФЕРІ

Запропоновано методичний підхід до визначення джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері, яка на відміну від існуючих враховує інформаційну можливість кожної складової воєнної організації. Використання такого підходу дасть можливість передбачити можливі зміни в інформаційному просторі. Відповідно до розробленої методики проведена якісна оцінка характеристик, які впливають на вагу часткових критеріїв відносної пріоритетності загроз інформаційної безпеки держави у воєнній сфері. Особливості квантифікації комплексних інформаційних загроз дозволяє: практично оцінювати стан інформаційної безпеки за кожною сферою національної безпеки; цілеспрямовано формувати і розвивати моніторинг зовнішніх і внутрішніх загроз інформаційній безпеці на основі системи показників цих загроз; більш обґрунтовано приймати рішення щодо підвищення рівня інформаційної безпеки за всіма сферами національної безпеки.

Ключові слова: загрози, інформаційна безпека, воєнна організація держави

Вступ

Забезпечення ефективного управління воєнною організацією держави вимагає своєчасного реагування на загрози інформаційній безпеці, зокрема, інформаційному середовищу у воєнній сфері. Перелік загроз національній безпеці у воєнній сфері викладений у Воєнній доктрині України, а спектр загроз воєнній безпеці України, до нейтралізації яких можуть залучатися Збройні Сили України, у Стратегічному оборонному бюлетені. Аналіз джерел [1-3] показує наявність суттєвих невідповідностей у визначенні цих загроз. Тому в статті під загрозою інформаційній безпеці у воєнній сфері розуміється здатність заподіяння будь-якого інформаційного впливу. Інформаційна безпека держави визначається можливістю нейтралізувати такий вплив.

Постановка проблеми. На сьогоднішній день у воєнній сфері розглядають такі загрози: посягання на державний суверенітет та територіальну цілісність держави; нарощування поблизу кордонів держави угруповань військ та озброєнь, які порушують співвідношення сил, що склалося; воєнно-політична нестабільність та конфлікти в сусідніх країнах; можливість застосування проти держави ядерної зброї та інших видів зброї масового знищення; зниження рівня боєздатності воєнної організації держави; політизація силових структур держави; створення та функціонування незаконних збройних формувань [4]. Посилення нестабільності інформаційного середовища є передумовою виникнення нових загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері.

Існування інформаційних систем, що інтегровані до інформаційного суспільства, є зміна в своїх інтересах поведінки інших інформаційних

систем або ж підтримання їх поведінки незмінною. Кожна інформаційна система може розглядатися як об'єкт інформаційного впливу, який реалізується цілеспрямовано передачею інформації, що включає як змістову (сутнісний бік, пов'язаний із відображенням реальної діяльності), так і представницьку складову (форму представлення інформації для передачі та забезпечення адекватного засвоєння) [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз публікацій [1-5] показав, що загрози інформаційній безпеці у воєнній сфері розроблені станом на 2017 рік. Але на сьогоднішній день джерела загроз змінилися [6, 7]. Це спричинило появу інших загроз інформаційної безпеки у воєнній сфері.

Мета статті полягає у викладенні моделі оцінки джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері яка, на відміну від існуючих, урахує інформаційні можливості.

Виклад основного матеріалу дослідження

Аналіз джерел загроз інформаційній безпеці табл.1 свідчить про наявність у кожному джерелі воєнної складової, яка формує джерело загрози інформаційній безпеці у воєнній сфері.

Таблиця 1

Джерела загроз інформаційній безпеці

Зовнішні джерела загроз інформаційній безпеці	Внутрішні джерела загроз інформаційній безпеці
Вплив технічних засобів іноземної розвідки на політичні, економічні, військові структури	Маніпулювання суспільною свідомістю і політичною орієнтацією груп населення держави

Концепції окремих держав щодо інформаційної та психологічної війни	Дестабілізація політичних відносин між органами державної влади
Міжнародні терористичні організації та комп'ютерна злочинність	Дезорганізація діяльності управлінських структур
Міжнародна конкуренція за володіння інформацією	Блокування інформаційного ресурсу

Порівнюючи воєнну та інформаційну сферу можна окреслити варіанти джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері: дискредитація органів управління; провокування сутичок між органами управління воєнної організації держави; утруднення прийняття органами управління воєнної організації держави важливих рішень; підрив авторитету воєнної організації держави; нанесення втрат життєво важливим інтересам держави в оборонній сфері.

До джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері відносяться також прояви у вигляді отримання протиправного доступу до відомостей, що складають державну таємницю, та іншої конфіденційної інформації, розкриття якої може нанести загрозу національній безпеці. Проте найбільш небезпечним джерелом загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері є неконтрольоване розповсюдження інформації про наявність хімічної та біогеологічної зброї.

За класифікацією [8] джерела загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері по рівнях ієрархії можна поділити на регіональні джерела загроз (стратегічний рівень), які стосуються діяльності всієї воєнної організації та локальні джерела загроз (тактичний рівень) за напрямком діяльності окремих її структур. Оцінки регіональних джерел загроз здійснюється на основі сукупності комбінацій локальних джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері.

Вибір локальних джерел загроз є основою для формування можливої загрози інформаційній безпеці у воєнній сфері, тому що вони, по-перше, визначають характер впливу на кожну структуру воєнної організації держави, а по-друге, задають напрям розвитку ситуації в національній безпеці.

Методологічною основою для розробки моделі оцінки джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері став інструментарій системи підтримки ухвалення стратегічних рішень, у якій була запропонована теоретико-множинна формалізація загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері b_{1zag} :

$$b_{1zag} = \{S_{mm}, S_{ma}, S, h_{джер}\}, \quad (1)$$

де S_{mm} - модель оцінки воєнної могутності;

S_{ma} - модель оцінки потенційної агресивності;

S - множина джерел загроз інформаційній безпеці;

$h_{джер}$ - модель оцінки джерел загрози інформаційній безпеці у воєнній сфері.

Оскільки зовнішнім середовищем для інформаційної безпеки у воєнній сфері є інформація про воєнно-політичну обстановку,

прогноз її визначається темпом зростання інформаційної агресивності будь-якої держави у порівнянні з Україною G . Тоді зміна темпу зростання інформаційної агресивності держави $G_{inf_{ар}}$ буде характеризуватися станом інформації про воєнно-політичну обстановку $STAN$, а її постійність $POST$ (поточним рівнем інформації M і тенденцією до зміни (Mt) $POST = \{M, Mt\}$, що відображає інформаційну насиченість середовища. Інформаційну можливість воєнної організації держави IFM пропонується оцінювати по займаній нею частці інформації про воєнно-політичну обстановку D , а тенденцію зміни – по інформаційній активності воєнної організації, яка є часткою інформаційного середовища, що характеризується загальним об'ємом отриманої інформації I та імовірністю зміни цієї частки It . Тому модель оцінки воєнної могутності S_{mm} містить взаємозв'язані показники, які характеризують стан інформації про воєнно-політичну обстановку та кількість інформації $STAN = \{G, G_{inf_{ар}}\}$, інформаційну активність воєнної організації $INF = \{D, I, It\}$:

$$S_{mm} = \{STAN, POST, INF\}. \quad (2)$$

Розгляд кожного локального джерела загрози інформаційній безпеці у воєнній сфері, вимагає врахування внутрішніх інформаційних можливостей відповідної структури воєнної організації. На підставі цього в моделі оцінки потенційної агресивності S_{ma} поєднані показники управління інформацією UIF , інформаційні можливості однієї зі структур воєнної організації $IFM_{струк}$ та рівень насиченості інформацією в кожній структурі воєнної організації $IRNIF$:

$$S_{ma} = \{UIF, IFM_{струк}, IRNIF\}. \quad (3)$$

Ефективність управління інформаційною сферою воєнної організації UIF пропонується оцінювати як частку втрат інформаційного ресурсу A за певний проміжок часу Pro_t , $MAR = \{A, Pro_t\}$. Інформаційні можливості однієї зі структур воєнної організації держави $IFM_{струк}$ оцінюються часткою витрат на формування інформаційного простору IFP кожної структури воєнної організації N . Звідси $IFM_{струк} = \{N, P\}$. Тоді рівень насиченості інформацією $IRNIF$ пропонується оцінювати поточним її об'ємом Z у відповідній інформаційній сфері Z^* . Отримаємо вираз $IFM_{струк} = \{Z, Z^*\}$.

Стан джерела загрози інформаційній безпеці у воєнній сфері в будь-який момент часу може бути описаний сукупністю конкретних значень кількісних і якісних показників. Перехід від кількісної шкали до дискретної здійснюється шляхом розбиття діапазону зміни значення

параметра на непересічні інтервали. При цьому J -ий інтервал позначається як ξ_j^1 . Якщо параметр x_1 вимірюється за шкалою найменувань, то ξ_j^1 - приймаємо за лінгвістичне поняття відповідного джерела загрози.

Наприклад, показник насиченості інформаційного середовища Z розраховується відповідно до рівнів, які мають значення: ("вища інформаційна безпека", "стала інформаційна безпека", "нижча інформаційна безпека").

Використання наведених дискретних шкал дозволяє побудувати модель оцінки джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері $h_{джер}$ рис. 1.



Рис. 1. Модель оцінки джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері

Порядок використання моделі складається із таких етапів:

- ідентифікація інформаційної ситуації S_i відобразимо вектором стану

$$\vec{P} = \begin{cases} G, Gt, M, Mt, D, Dt, I, It, A, \\ O, N, P, Z, Z^* \end{cases}, P \in X \quad (4)$$

Тоді представлений вираз $Par(x_i, w_i^1)$ може бути описаний залежностями:

$$S_i : Par(G, \xi_{kG}^G) \& Par(Gt, \xi_{kGt}^{Gt}) \& Par(M, \xi_{kM}^M) \& Par(Mt, \xi_{kMt}^{Mt}) \& Par(D, \xi_{kD}^D) \& Par(Dt, \xi_{kDt}^{Dt}) \& Par(I, \xi_{kI}^I) \& Par(It, \xi_{kIt}^{It}) \& Par(A, \xi_{kA}^A) \& Par(O, \xi_{kO}^O) \& Par(N, \xi_{kN}^N) \& Par(P, \xi_{kP}^P) \& Par(Z, \xi_{kZ}^Z) \& Par(Z^*, \xi_{kZ^*}^{Z^*}); \quad (5)$$

- виявлення відносин переваг $Best(\xi_i^0, \xi_j^0)$, що приймає істинне значення в тому випадку, якщо одне значення критерію $x_o = \xi_i^o$ переважно іншого x_o для ідентифікації інформаційної ситуації S_i ;

- оцінки обмежень за параметрами $Bel(x_o, w^1(s_i))$, якщо параметр x_1 відповідає допустимому або нормативному показнику множини; виявлення залежності між параметрами x_1 і x_j та значеннями $Dep(x_1, x_j)$, для обліку взаємозв'язаних параметрів між собою. Залежність між параметрами, що описують ситуацію, встановлюється безліччю правил Z , складених у вигляді логічних формул:

$$z = Dep(x^o, x_1) \& Dep(x^o, x_2) \& \dots \& Dep(x^o, x_n) \vee Dep(x_1, x_2) \& Dep(x_1, x_3) \& \dots \& Dep(x_1, x_k) \vee \dots \quad (6)$$

За допомогою правил L об'єднуються у відносини:

$$L = Par(x_i, \xi_{kL}^1) \& Bes(\xi_i^1, \xi_j^1) \& Bel(x_i, w^1(s)) \& Dep(x_i, x_m) \quad (7)$$

- рішення $h_{джер}$ по вибору джерела загрози S_{ir} ухвалюється, якщо визначена ситуація S_i , при якій виявлена залежність між параметрами Z_1 та співвідношення L_1 .

Запропонована модель оцінки джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері становить теоретико-множинну форму взаємозв'язків між чинниками зовнішнього середовища і внутрішніми можливостями воєнної організації. Врахування зазначених взаємозв'язків дозволяє окреслити правила формування логічних виразів, які надалі стануть основою методології забезпечення інформаційної безпеки у воєнній сфері рис. 2.

Наведена методологія описує взаємозв'язки між ієрархією інформаційного середовища та інформаційними можливостями кожної структури воєнної організації у вигляді графів з вершинами P_{f_1} та P_{f_2} . Значення цих вершин будуть характеризувати мету якою є виявлення на ранніх стадіях загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері.

Для формування загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері в наведеній методології використовуються як кількісні, так і якісні показники значення яких можна подати виразом:

$$G = \langle \{f\}, \{m\}, \{b\}, \{h_{джер}\} \rangle, \quad (9)$$

де f - оцінка загроз національній безпеці;

m - оцінка загроз інформаційній безпеці;

b - оцінка загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері;

$h_{джер}$ - оцінка джерел загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері на основі запропонованої на основі запропонованої моделі рис. 1.

Поряд з цим, якісний аналіз впливу характеристик на вагу часткових критеріїв відносної пріоритетності загроз інформаційної безпеки у воєнній сфері показує, що вони

характеризуються значною кількістю нерівнозначних, суб'єктивних і об'єктивних факторів. Це не дозволяє тільки шляхом логічного аналізу встановити прийнятну за всіма ознаками, з певним ступенем компромісу, пріоритетність часткових критеріїв відносної пріоритетності.

Вирішальною перевагою у порівнянні з іншими існуючими методами оцінювання альтернатив (у тому числі з методами безпосереднього експертного оцінювання) є чіткий вираз суджень.

Інформаційні загрози національним інтересам в усіх сферах діяльності постійно кількісно та якісно змінюються. Ці загрози, реалізація яких шляхом інформаційного впливу призводить до реальних негативних наслідків, потребують прийняття спеціальних заходів щодо їх відвернення або мінімізації. Комплексне вирішення проблем інформаційної безпеки військ, їх захист від деструктивного інформаційного впливу потребує урахування наступних початкових умов.

1. Система забезпечення інформаційної безпеки воєнної сфери є частиною (підсистемою) складної системи військового призначення – системи військового управління. Головне завдання системи забезпечення ІБ, це безперервна оцінка стану ІБ та доповідь керівництву відповідних показників.

2. Це завдання може бути виконано, якщо в системі ІБ буде здійснюватися моніторинг інформаційних загроз.

3. Для оцінки впливу інформаційних загроз на якість військового управління треба будувати надійну систему моніторингу.

Створення такої системи базується на різних методичних підходах, деякі з них розглянемо у цьому розділі. Під складною системою розуміється система зі слабко передбачуваними властивостями, що схильні до схованих чи самостійних тенденцій поведінки. У військовій системотехніці під складними системами розуміються угруповання військ (оперативно – тактичні системи) і комплекси озброєння [5]. Систему військового управління можна розглядати як складну систему військового призначення організаційного типу, що дає можливість під час дослідження застосовувати принципи системного підходу, який припускає декомпозицію системи на складові. Так із системи управління для подальших досліджень доцільно виділити систему забезпечення інформаційної безпеки.

Сутність оцінки інформаційного впливу (конструктивного та деструктивного) на систему військового управління полягає у знаходженні таких співвідношень між відповідними показниками інформаційного впливу та функціонування системи управління, які можуть забезпечити виконання бойових завдань. Це є головною вимогою до методу досліджень, який буде застосований.

Вибір можливого методичного підходу до оцінки інформаційного впливу на систему військового управління визначається багатьма

умовами, які впливають на кінцевий результат інформаційного протиборства, але цей підхід доцільно вибирати з методів порівняльного оцінювання варіантів системи.

Порівняльний аналіз методичних підходів [37] показує, що більш простим і прийнятним для порівняльного оцінювання ефективності системи забезпечення інформаційної безпеки є метод аналізу ієрархій (МАІ). Цей метод являє собою систематичну процедуру ієрархічного представлення елементів які визначають сутність задачі, що розв'язується. Метод передбачає декомпозицію задачі (її ієрархічне зображення) на більш прості складові частини і подальшу обробку послідовності суджень експертів попарним порівнянням, починаючи від вихідних елементів і переходячи від рівня до рівня, поки не буде отримана кінцева оцінка розв'язання задачі.

На основі МАІ розроблений метод експертної оцінки загроз інформаційній безпеці держави, у якому використовується ідентифікація та квантифікація реальних і потенційних загроз інформаційній безпеці в усіх сферах національної безпеки. У подальших дослідженнях цей метод доцільно взяти за основу для оцінки впливу інформаційних загроз на інформаційну безпеку системи військового управління.

Ідентифікація загроз інформаційній безпеці розглядається як процес розпізнавання таких їхніх ознак, які характеризують небажані наслідки їхнього прояву і можуть адекватно сприйматися системою моніторингу цих загроз. Ідентифікація інформаційних загроз у системі моніторингу безпосередньо визначається їхньою структурізацією за всіма сферами національної безпеки відповідно до Доктрини інформаційної безпеки України. Для воєнної сфери інформаційні загрози структуровані у двох варіантах (табл. 1) відповідно до джерел [7, 8]. При необхідності ці загрози можна доповнювати та трансформувати.

Квантифікація є процесом надання кількісної оцінки якісним ознакам певного процесу або явища. Для структурованих ознак інформаційних загроз у воєнній сфері практичне (емпіричне) їхнє оцінювання можливе за показниками, наведеними у рис.1. Після здійснення емпіричних оцінок показників вони мають бути співставлені з їхніми критичними значеннями у різних сферах національної безпеки. Критичні значення представляють граничні межі, перевищення яких призводить до деградації чи суттєвого послаблення безпеки об'єктів захисту. У результаті цього можливі значні матеріальні, моральні та інші втрати. Тому головним завданням системи моніторингу інформаційних загроз має бути контроль і збереження такого стану інформаційної безпеки, за якого забезпечується перебування її показників у допустимих межах.

Враховуючи ці закономірності моніторингу загроз інформаційній безпеці, пропонується в якості граничних значень показників цих загроз визначити $1/3$ для їхніх абсолютних значень.

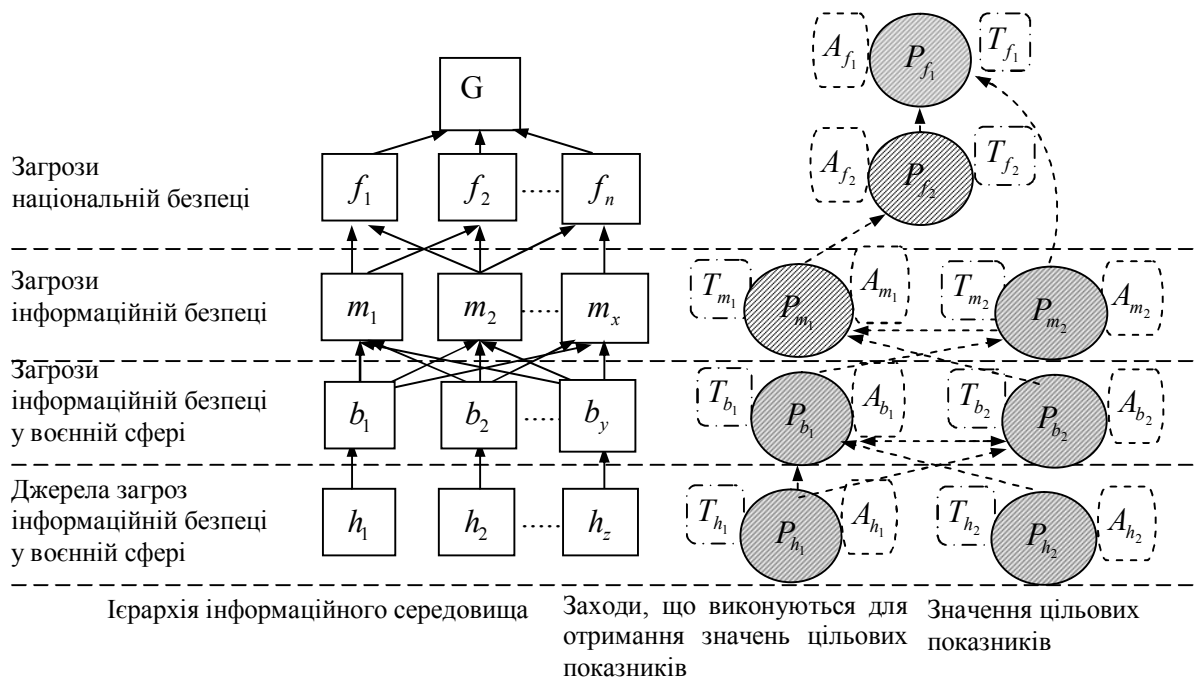


Рис. 2. Методологія забезпечення інформаційної безпеки у воєнній сфері

Варіант якісної оцінки впливу характеристик на вагу часткових критеріїв відносної пріоритетності загроз інформаційної безпеки у воєнній сфері наведена у табл. 1. Відповідно до наведених характеристик (рис.1) загальними позитивними факторами часткових критеріїв відносної пріоритетності загроз інформаційній безпеці у воєнній сфері для таких кризових ситуацій застосування Збройних Сил.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Підводячи підсумок, можна стверджувати, що заздалегідь визначена загроза інформаційній безпеці у воєнній сфері дасть можливість передбачити її реалізацію в умовах існування інформаційних технологій, які включають питання

захисту інформації, як такої інформаційної інфраструктури держави, інформаційного ринку та створення безпечних умов існування і розвитку інформаційних процесів.

Зробити висновок щодо переваги одного часткового критерію загроз інформаційній безпеці відносної відносно іншого можна за результатами співставлення певних характеристик, таких як: час появи загрози; втрати; сфера впливу; простота у діях; сил і засобів, які залучаються для локалізації.

Необхідний рівень інформаційної безпеки забезпечується сукупністю політичних, економічних, організаційних заходів, спрямованих на попередження, виявлення й нейтралізацію тих обставин, факторів і дій, які можуть вчинити збиток чи зашкодити реалізації інформаційних прав, потреб та інтересів країни і її громадян.

Література

1. Левченко О.В. Концептуальний підхід до комплексної оцінки стану інформаційної безпеки / О.В. Левченко // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2015. №3(20). – С.47–50.
2. Косогов О.М. Методика визначення заходів протидії інформаційним загрозам державі у воєнній сфері // Системи обробки інформації. – 2016, №3(140). С.25–29.
3. Балуев Д. Г. Информационная революция и современные международные отношения: Учебное пособие. – Нижний Новгород: ННГУ, 2000. – 107 с.
4. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. –

- М.: Наука, 1978. – 399 с.
5. Венцель Е. С. Исследование операций. – М.: Знание, 1976. – 64 с.
6. Концепція інформаційної безпеки держав-учасників Співдружності Незалежних Держав у військовій сфері, 1993. – 14 с.
7. Морозов О. Інформаційна безпека в умовах сучасного стану і перспективи розвитку державності // Віче. – 2007. – № 12. – Спецвипуск. – С. 23–25.
6. Крюков О. І. Інформаційна безпека держави в умовах глобалізації / О. І. Крюков. // Державне будівництво. – 2007. – № 2. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/DeBu_2007_2_12.

МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ИСТОЧНИКОВ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ВОЕННОЙ СФЕРЕ

Виталий Александрович Кацалап (кандидат военных наук)¹
Александр Владимирович Войтко (кандидат военных наук)¹
*Юрий Владимирович Цурко*²

¹ *Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

² *Центральный научно-исследовательский институт Вооруженных Сил Украины*

Предложен методический подход к определению источников угроз информационной безопасности в военной сфере, которая в отличие от существующих учитывает информационную возможность каждой составляющей военной организации. Использование такого подхода даст возможность предусмотреть возможные изменения в информационном пространстве. В соответствии с разработанной методикой проведена качественная оценка характеристик, которые влияют на вес частичных критериев относительной приоритетности угроз информационной безопасности государства в военной сфере. Особенности квантификации комплексных информационных угроз позволяет: практически оценивать состояние информационной безопасности за каждой сферой национальной безопасности; целеустремленно формировать и развивать мониторинг внешних и внутренних угроз информационной безопасности на основе системы показателей этих угроз; более обоснованно принимать решение относительно повышения уровня информационной безопасности за всеми сферами национальной безопасности.

Ключевые слова: *Угрозы, информационная безопасность, военная организация государства*

**METHODICAL GOING NEAR DETERMINATION OF SOURCES OF THREATS
TO INFORMATIVE SAFETY IN MILITARY SPHERE**

Vitaliy Katsalap (Candidate of military sciences)¹

Oleksandr Voitko (Candidate of military sciences)¹

Yurii Tsurko²

¹ *National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

¹ *Central research institute of Military Powers of Ukraine*

The methodical going is offered near determination of sources of threats to informative safety in a military sphere, that unlike existing takes into account informative possibility of every constituent of military organization. The use of such approach will give an opportunity to foresee possible changes in informative space. In accordance with the worked out methodology the quality estimation of descriptions that influence by weight of partial criteria of relative priority of threats of informative safety of the state in military spheres is conducted. Allows the features of квантифікації of complex informative threats : practically to estimate the state of informative safety after every sphere of national safety; purposefully to form and develop monitoring of external and internal threats to informative safety on the basis of the system of indexes of these threats; more reasonably to make decision in relation to the increase of informative strength security after all spheres of national safety.

Key words: *Threats, information security, hierarchical structure.*

References

1. Levchenko O.V. (2015), The conceptual approach of assessing the state of information security [Konceptualnyi pidkhid do kompleksnoji ocinky stanu informacijnoji bezpeky], *Nauka i tekhnika Povitjanykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrainy*, №3(20). – pp. 47–50. **2. Kosogov O.M.** (2016), Methods of the determination information threats reluctances actions to state in military sphere [Metodyka vyznachennia zakhodiv protydii informatsijnym zahrozam derzhavi u voiennoi sferi], *Systemy obrobky informatsii*, №3 (140). – pp. 25–29. **3. Baluev D.H.** (2000), *Informatsionnaya revolyutsiya i sovremennyye mezhdunarodnyie otnosheniya: Uchebnoe posobie.* – Nizhniy

Novgorod: NNGU, 107 p. **4. Buslenko N.P.** (1978), *The Modeling of Complex Systems [Modelirovanie slozhnykh system]*, Moscow: Nauka, 399 p. **5. Ventsel E.S.** (1976), *The Operations Research [Issledovanie operatsiy]*, Moscow: Znanie, 64 p. **6. Kontseptsiiia** informatsiinoi bezpeky derzhav-uchasnykiv Spivdruzhnist Nezaleznykh Derzhav u viiskovii sferi (1993), – 14 p. **7. Morozov O.** (2007), *Informatsiina bezpeka v umovakh suchasnoho stanu i perspektyvy rozvytku derzhavnosti*, *Viche*, № 12. – pp. 23–25. **8. Kriukov O.I.** (2007), *Informatsiina bezpeka derzhavy v umovakh hlobalizatsii*, *Derzhavne budivnytstvo*, №2.

АНАЛІЗ МЕТОДОЛОГІЧНИХ ПІДХОДІВ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У СФЕРІ КІБЕРБЕЗПЕКИ

Широке застосування сучасних інформаційних технологій у секторі безпеки і оборони водночас обумовлює виникнення нових загроз національній та міжнародній безпеці. Актуальними сьогодні стають такі поняття як “кіберзброя” та “кібервійна”. Поряд із інцидентами природного походження зростає кількість та потужність кіберзагроз. Найважливішим завданням для нашої держави стає напрацювання теоретичних основ для визначення оптимальних, в умовах обмежених можливостей, кроків на шляху створення ефективної системи забезпечення кібербезпеки України.

Оцінюючи високий ступінь кіберзагроз для держави та суспільства впродовж останніх років все більше підштовхують фахівців у сфері кібернетичної безпеки до застосування технологій управління ризиками. Тому в статті проводиться аналіз методологічних підходів щодо застосування технологій управління ризиками у сфері кібербезпеки.

Ключові слова: кібербезпека, управління ризиками, стратегії управління ризиками.

Вступ

Тенденції розвитку сучасних світових подій все частіше свідчать про зростання ескалації не лише в традиційному геостратегічному просторі, але й перенесення протиборства провідних держав у штучно створену “віртуальну” реальність – кібернетичний простір, світ електронних засобів масової комунікації та управління.

Постановка проблеми. Відповідно до ключових положень Стратегії національної безпеки США [1] сучасні кібернетичні загрози є одним з найбільших викликів державній, суспільній та економічній безпеці, що повстали перед нацією. У рамках зв'язків із суспільством посадовці Агенції національної безпеки США (АНБ) постійно фокусують увагу американського населення на зростанні масштабів кібернетичних атак проти Сполучених Штатів. При цьому, на думку фахівців АНБ, найбільш небезпечними з них є такі, що спрямовуються на порушення функціонування систем енергозабезпечення та водопостачання, фінансів, транспорту, комунікації, оборонної промисловості, військового управління, безперебійної роботи мережі Інтернет, від якої залежить економіка країни [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з останніх прикладів важливості згаданої проблематики є факт таємного доступу невідомих осіб (або держави) до американської захищеної бази даних (БД), відомої як “Державний перелік дамб”, виявлений у травні 2013 року співробітниками Агенції національної безпеки. Як повідомляється в [2], зазначена БД налічує наявні вразливості 13 397 небезпечних гідропоруд країни, включаючи приблизну кількість осіб, які можуть загинути у разі аварії на них.

Таким чином сьогоднішні кібернетичні загрози

вже можна порівняти із загрозами військового та (або) терористичного характеру. Тому в [3] кіберпростір вже об'явлено п'ятою середою для ведення бойових дій, поряд із сушею, морем, повітряним та космічним просторами. При цьому автори дослідження передбачають, що у найближчі чотири роки США та інші провідні країни світу значно збільшать власні інвестиції в розвиток кіберзробі як для оборони, так і для нападу (Рис. 1).

У свою чергу, відповідно до [4] країни-учасниці НАТО також постійно розробляють нові заходи та посилюють захист своїх інформаційно-комунікаційних систем від кібернападів. Ці зусилля, а також можливості надавати допомогу країнам у захисті їхніх мереж від масштабних нападів, обумовлюють практичну реалізацію політики НАТО щодо кібернетичного захисту, яку було ухвалено країнами-членами НАТО в січні 2008 року після масштабних кібернападів на Естонію в 2007 році.

На Лісабонському саміті НАТО 2010 року кіберзагрози визначено головним викликом НАТО в сфері безпеки. У ході проведення саміту були опрацьовані подальші кроки та завдання щодо кіберзахисту, які потребуватимуть докладного аналізу сучасної політики в кібернетичній сфері.

В рамках даного процесу в Естонії було створено Центр передового досвіду в галузі кіберзахисту, а Військовий комітет НАТО нещодавно затвердив Концепцію кіберзахисту, яка передбачає практичні програми дій [5].

Метою статті є проведення аналізу методологічних підходів щодо застосування технологій управління ризиками у сфері кібербезпеки.

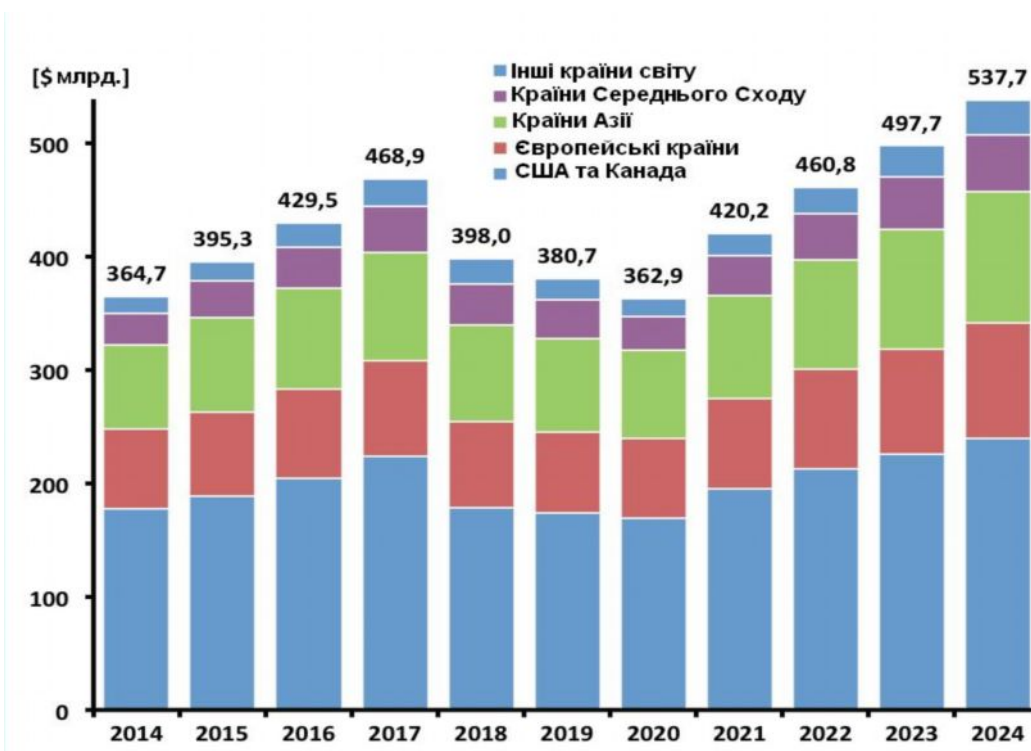


Рис. 1. Прогнозовані показники передбаченого зростання глобального ринку кіберзброї на наступні 10 років (витрати по регіонах світу в мільярдах доларів США)

Виклад основного матеріалу дослідження

Станом на сьогодні існує ціла екосистема, яка оперує відмінним набором високоспеціалізованих інструментів, що дозволяють атакувати кібернетичні системи незалежно від їх стану захищеності. При цьому, з розвитком “хмарних” технологій та ринку так званих “Інтернету речей” (IoT), зникає таке поняття, як мережевий периметр безпеки організації. Відповідно, традиційний підхід до забезпечення кібербезпеки, який існував тривалий час до цього, стає не ефективним.

Виклики, з якими ми стикаємося сьогодні, – це складні цільові атаки (APT) з боку потужних хакерських об’єднань (за якими часто приховуються державні спеціальні служби); розподілені відмови в наданні послуг (DDoS атаки), які здійснюються за допомогою т.з. “ботнетів”, які складаються з величезного набору інтернет-пристроїв, заражених шкідливими програмами та контрольованих злочинними угрупованнями; застосування кіберзброї, яка здатна виводити з ладу об’єкти критичної інфраструктури, призводить до вкрай негативних наслідків для економік окремих регіонів, цілих держав та часто навіть всього розвинутого світу.

Викладені факти, а також автоматизація, розповсюдження та постійне удосконалення механізмів кібернетичних атак все більше підштовхують фахівців у сфері кібернетичної безпеки до застосування технологій управління ризиками.

Ризик – це наявність загрози, пов’язаною з існуючою вразливістю, що може завдати шкоди визначеному активу.

Управління ризиками – це безперервний, ітеративний та еволюційний процес. Кожна ітерація поділяється на три етапи (Рис. 2):

- визначення ризиків,
- зменшення ризиків;
- оцінка ризиків.

В рамках першого етапу необхідно визначити ризик та його компоненти, такі як загрози, вразливості та його ймовірність в межах чітко визначеної сфери, тобто здійснити ідентифікацію ризику. Далі аналізується його вплив. Тобто метою визначення ризику є формування його повного опису та оцінка його важливості на основі визначених імперативів (характеризація ризику).

Розглянемо приклад із сфери ІТ – безпеки: сканування вразливості (Penetrationtest) – тест на проникнення, який є інструментом для ідентифікації та аналізу недоліків кібернетичної системи, що можуть бути використані для шкідливої атаки на певний об’єкт кіберзахисту.

вразливість становить проблему для вказаного об’єкту здійснюється оцінка ступеню її негативного впливу на конкретний об’єкт. Цей процес дозволяє з’ясувати результати сканування в контексті визначеної організації.

На даному етапі зазвичай використовується структурований ітеративний підхід, який визначається загальним набором термінів та системних показників.



Рис. 2. Цикл управління ризиками

Зважаючи на той факт, що викладений метод не дозволяє оцінювати результати тестування поза межами вказаної організації, так як структура відповідної оцінки має якісну (а не кількісну) структуру, він не може бути стандартизованим. Проте на даному етапі більш важливим завданням є визначення найбільш важливих ризиків, ніж з'ясування їх вплив на конкретну кібернетичну систему.

Для того, щоб визначити, чи дійсно така вразливість становить проблему для вказаного об'єкту здійснюється оцінка ступеню її негативного впливу на конкретний об'єкт. Цей процес дозволяє з'ясувати результати сканування в контексті визначеної організації.

На даному етапі зазвичай використовується структурований ітераційний підхід, який визначається загальним набором термінів та системних показників.

Зважаючи на той факт, що викладений метод не дозволяє оцінювати результати тестування поза межами вказаної організації, так як структура відповідної оцінки має якісну (а не кількісну) структуру, він не може бути стандартизованим. Проте на даному етапі більш важливим завданням є визначення найбільш важливих ризиків, ніж з'ясування їх вплив на конкретну кібернетичну систему.

На наступному етапі, враховуючи можливий вплив визначених ризиків, приймається рішення щодо конкретної політики стосовно кожного з них. За своєю природою такі заходи можуть бути юридичними або адміністративними, організаційними або процедурними, технічними або технологічними.

З цього моменту починається фаза зменшення ризиків – етап під час якого дуже важливо здійснити правильне визначення пріоритетів та раціонально розподілити наявні ресурси.

Головною метою фази зменшення ризиків є планування та реалізація заходів, спрямованих на протидію визначеним ризикам або контроль за ними, на основі економічної ефективності.

Після імплементації запланованих заходів починається фаза оцінки ризиків, яка полягає в постійному моніторингу визначеного ризику та аналізі ефективності вжитих заходів. Якщо ризик зменшується до допустимого рівня, захід вважається ефективним. В іншому випадку, або в разі появи нового ризику, запускається новий управлінський цикл з його першого етапу – визначення ризиків.

При цьому, на відміну від реактивного (подія – реакція) підходу, який застосовувався в минулому (наприклад: у разі зараження комп'ютера вірусом необхідно було вжити низку термінових заходів: по-перше, обмежити шкоду, по-друге, оцінити збитки, далі, визначити причину та усунути їх в подальшому шляхом оновлення політики чи процедури) сьогодні часто використовується так званий проактивний режим, коли з'являється час для завчасної, обгрунтованої та раціональної відповіді на можливі кіберзагрози, або, в ідеалі, взагалі усуваються передумови до їх виникнення.

Проактивний режим перш за все передбачає підготовку плану реагування на виникнення ймовірних надзвичайних ситуацій, своєчасну та регулярну перевірку конфігурації системи, визначення рівня оновлення програмного продукту, з'ясування ефективності системних і програмних обмежень від несанкціонованого доступу до самої кіберсистеми та її ресурсів, проведення аудиту системних та мережевих журнальних записів (логів).

Такий алгоритм роботи, у більшості ситуацій, дозволить своєчасно викрити місце виникнення можливої кібератаки та з'ясувати ресурси, які зазнали ураження. Після чого для поновлення

нормального режиму функціонування відповідної кіберсистеми вживаються заходи, визначені у завчасно розробленому плані реагування на надзвичайні ситуації.

Останнім часом, коли масштаби та частота виникнення кібернетичних інцидентів драматично зростає, фахівцями з кібрезахисту накопичено величезний досвід, що дозволяє прогнозувати ймовірні вектори кібератак у майбутньому та своєчасно готуватися до усунення їх можливих деструктивних наслідків.

У контексті роботи в проактивному режимі існує два шляхи, що допомагають визначати ризики. Один з них базується на кількісній оцінці, інший характеризується якісними показниками [6].

Як показано вище ризики оцінюються шляхом виявлення загроз та вразливостей, потім визначаються їх ймовірності та впливи на кожний асоційований з ним ризик. Це складне завдання, зазвичай засноване на недосконалій інформації. Отже, оцінка ризиків передбачає обробку величезної кількості даних, часто сотні або навіть тисячі сценаріїв.

Відповідним аналітикам потрібно враховувати необхідний рівень деталізації в результатах оцінки ризику перед самим початком відповідного процесу. Станом на сьогодні існує ціла низка методологій, які дозволяють забезпечити повторювальний та послідовний результат.

Кількісна оцінка ризиків, за правило, спирається на методологію, що використовується фінансовими установами та страховими компаніями. Зазвичай у таких випадках головним критерієм оцінки є вартість відповідних інформаційних систем, бізнес-процесів, кошторис робіт відновлення працездатності всієї організації тощо. Таким чином негативний вплив на систему, тобто – ризик, може бути визначений у термінах прямих та побічних фінансових витрат.

Метод якісної оцінки ризику спрямований на максимально точне описання ризику в парадигмі прийняття повноваженою особою відповідного управлінського рішення.

При цьому, не заважаючи на той факт, що в більшості випадків цей метод вимагає глибокого дослідження, тобто є достатньо ресурсномістким та потребує відповідного рівня досвіду від фахівців (експертів), які залучаються до його проведення, у сфері кібербезпеки він є більш поширеним у порівнянні з кількісним методом.

Зазначене пов'язано із суттєвими недоліками та складнощами застосування кількісних оцінок у визначеній сфері. Величезний масштаб відкритості та високий рівень взаємопов'язаності в сучасному кіберпросторі, наявність таких різнопланових, часто прихованих факторів, як глобальні операції, геополітична напруженість між країнами, все це явища, вплив яких на стан кібербезпеки практично не можливо виміряти у кількісних параметрах.

Окрім викладеного, станом на сьогодні, не

існує формальних і суворих способів ефективного обчислення ціннісних значень для таких фундаментальних понять кібербезпеки, як актив та контроль. До того ж застосування кількісних методів, у порівнянні з якісними, вимагає значно більшого часу та суттєвих матеріальних і людських ресурсів.

У свою чергу в основу якісного оцінювання ризиків вже покладена наявність великої ступені невизначеності в ймовірності та значенні впливу на об'єкту, який підлягає дослідженню, та визначає ризики в суб'єктивних або якісних термінах. Більш того відповідні значення необхідно описати таким чином, щоб ті ж самі шкали (масштаби) могли бути уніфіковані для різномірних оцінок.

Якісне оцінювання ризиків зазвичай проводиться шляхом комбінування анкет та спільних семінарів за участю експертів з різних дисциплін або групи всередині організації.

При цьому оцінка ризику зазвичай має наступні значення: високий, середній та низький рівень, або масштаб від одного до п'яти (або більш дрібну шкалу у залежності від характеру потрібної точності), виходячи з суб'єктивної оцінки експерта щодо ймовірності та впливу конкретного ризику.

Таким чином, у випадках якісної оцінки ризику кібербезпеки, як правило, використовується так звана матриця ризиків, в якій горизонтальна вісь визначає ймовірність виникнення конкретного ризику, а вертикальна – його вплив (рис. 3.).

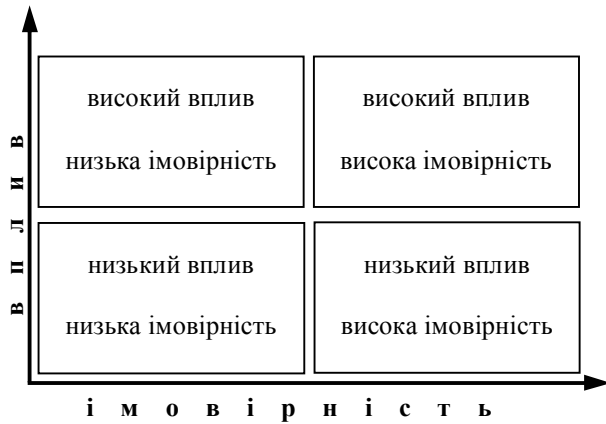


Рис. 3. Матриця ризиків

У такому разі події з високою вірогідністю та високим впливом – це верхній правий кут. У свою чергу ризики, що мають низьку ймовірність та низький вплив, займають протилежний кут.

Ідея полягає в тому, що чим вище експертна оцінка, тим важливіше відповідний параметр. Таке прямолінійне та інтуїтивно зрозуміле зображення забезпечує чудову видимість і розуміння рівня ризику, особливо для людей, які приймають рішення, але не є експертами з питань безпеки.

При цьому у сфері управління ризиками (рис. 4) загально визнаними є чотири наступні стратегії [7]:

1. Зменшення ризику;



Рис. 4. Стратегії управління ризиками

Для кожного визначеного ризику слід обрати свою стратегію. При цьому, найбільш поширеним шляхом управління ризиками є стратегія їх зменшення (пом'якшення негативних наслідків).

Вона передбачає фіксацію нанесеної шкоди та застосування певного типу компенсаторного контролю, спрямованого на зменшення вірогідності виникнення визначеного ризику або пом'якшення пов'язаних з ним негативних наслідків до прийняттого рівня. В ІТ сфері найбільш поширеною практикою, яка відноситься до згаданої стратегії, є своєчасне оновлення програмного продукту, яке на постійній основі пропонується його виробником.

Трансформація ризику це, фактично, процес страхування (перекладання відповідальності за настання негативних наслідків у разі реалізації певних ризиків на іншу сторону). Прикладами застосування відповідної стратегії є страхування життя або власності. У сфері ІТ таку функцію можуть виконувати хмарні технології, антивірусні компанії тощо.

Література

1. **National security strategy USA**, may 2010, The White House, Washington. URL: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/rss_viewer/national_security_strategy.pdf.
2. **The Secret War**, by James Bamford, 06.12.13. URL: <http://www.wired.com/threatlevel/2013/06/general-keith-alexander-cyberwar> 3. **Offensive and Defensive Cyber Weapons for Government and Private Sectors Global Market and Technologies Forecast - 2014-2024**, Published: Oct 18, 2013. URL: <http://www.giiresearch.com/report/mig287441-offensive-defensive-cyber-weapons-government.html>. 4. **NATO and cyber defence**. URL: http://www.nato.int/cps/en/natolive/topics_78170.htm

Прийняття – це практика, коли свідомо допускається робота системи з відомим ризиком. Багато ризиків з низьким впливом просто приймаються. Така ж політика може застосовуватись до ризиків, зменшення негативних наслідків від яких може мати надзвичайно високу вартість.

У кожному випадку рішення щодо застосування відповідної стратегії приймається безпосередньо керівником, або уповноваженою та компетентною для цього особою, часто у письмовому вигляді.

У свою чергу уникнення ризику – це практика усунення вразливого аспекту системи, або навіть самої системи в цілому.

Наприклад, під час оцінки ризику одного з веб-сайтів було виявлено можливість, що дозволяє постачальникам переглядати свої рахунки-фактури за допомогою ідентифікатора постачальника, вбудованого в назву HTML-файлу, що явним чином порушувало загально прийняті правила авторизація та автентифікації. Після повідомлення про встановлену вразливість керівництво організації вирішило видалити відповідні веб-сторінки та надавати рахунки-фактури постачальникам за допомогою іншого механізму.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином управління ризиками кібербезпеки є строга дисципліна, яка спирається на низку принципів, має послідовну термінологію та систему показників, використовує ітераційний, проактивний структурний процес.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на формування індикаторів оцінки рівнів кібербезпеки інформаційно-телекомунікаційних систем військового призначення та покращення методики оцінки готовності їх до виявлення та відбиття атак.

www.nato.int/cps/en/natolive/topics_78170.htm

5. **Alexander Klimburg** (Ed.), **National Cyber Security Framework Manual**, NATO CCD COE Publication, Tallinn 2012. URL: <http://www.ccdcoe.org/publications/books/NationalCyberSecurityFrameworkManual.pdf>. 6. **Guide for Conducting Risk Assessments**, National Institute of Standards and Technology, NIST Special Publication 800-30. 7. **Managing Information Security Risk: Organization, Mission, and Information System View**, National Institute of Standards and Technology, NIST Special Publication 800-39

АНАЛИЗ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ В СФЕРЕ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Михаил Николаевич Алексеев

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Широкое применение современных информационных технологий в секторе безопасности и обороны одновременно обуславливает возникновение новых угроз национальной и международной безопасности. Актуальными сегодня становятся такие понятия как "кибероружие" и "кибервойна". Наряду с инцидентами природного происхождения растет количество и мощность киберугроз. Важнейшей задачей для нашего государства становится наработка теоретических основ для определения оптимальных, в условиях ограниченных возможностей, шагов на пути создания эффективной системы обеспечения кибербезопасности Украины.

Оценивая высокую степень киберугроз для государства и общества в последние годы все больше подталкивают специалистов в сфере кибернетической безопасности к применению технологий управления рисками. Поэтому в статье проводится анализ методологических подходов по применению технологий управления рисками в сфере кибербезопасности.

Ключевые слова: кибербезопасность, управление рисками, стратегии управления рисками.

ANALYSIS OF METHODOLOGICAL APPROACHES TO APPLICATION OF RISK MANAGEMENT TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF CYBERNETIC SECURITY

Mykhailo Aleksieiev

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

The widespread use of modern information technologies in the security and defense sector simultaneously creates new threats to national and international security. The concepts of "cybernetic weapons" and "cybernetic warfare" are becoming relevant nowadays. Along with natural incidents, the number and power of cybernetic threats increases. The most important task for our state is to develop the theoretical foundations for identifying the optimal, under limited opportunities, steps towards establishing an effective system for ensuring cybernetic security of Ukraine.

Assessing the high degree of cybernetic threats to the state and society over the past years has increasingly pushed cyber security experts to apply risk management technologies. Therefore, the article analyzes methodological approaches to the application of risk management technologies in the field of cybernetic security.

Keywords: cybernetic security, risk management, risk management strategies.

References

- 1. National** security strategy USA, may 2010, The White House, Washington. URL: http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/rss_viewer/national_security_strategy.pdf.
- 2. The Secret War**, by James Bamford, 06.12.13. URL: <http://www.wired.com/threatlevel/2013/06/general-keith-alexander-cyberwar>
- 3. Offensive** and Defensive Cyber Weapons for Government and Private Sectors Global Market and Technologies Forecast - 2014-2024, Published: Oct 18, 2013. URL: <http://www.giiresearch.com/report/mig287441-offensive-defensive-cyber-weapons-government.html>.
- 4. NATO** and cyber defence. URL: http://www.nato.int/cps/en/natolive/topics_78170.htm
- 5. Alexander** Klimburg (Ed.), National Cyber Security Framework Manual, NATO CCD COE Publication, Tallinn 2012. URL: <http://www.ccdcoe.org/publications/books/NationalCyberSecurityFrameworkManual.pdf>.
- 6. Guide** for Conducting Risk Assessments, National Institute of Standards and Technology, NIST Special Publication 800-30.
- 7. Managing** Information Security Risk: Organization, Mission, and Information System View, National Institute of Standards and Technology, NIST Special Publication 800-39.

Алі Енверович Бекіров (кандидат технічних наук)¹

Володимир Жоржевич Яценюк (кандидат технічних наук, доцент)¹

Олександр Станіславович Крейдун²

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, Харків, Україна

²Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

СТЕГАНОГРАФІЧНИЙ МЕТОД НА ОСНОВІ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ТА НЕПРЯМОГО ВБУДОВУВАННЯ ДАНИХ ДЛЯ ОБЛАСТЕЙ ЗОБРАЖЕННЯ З РІЗНОЮ НАСИЧЕНІСТЮ

В сучасних умовах обстановки та під час проведення стабілізаційної операції об'єднаних сил Повітряні Сили України є одним з головних носіїв бойового потенціалу Збройних Сил України.

Здійснено аналіз тенденцій впровадження цифрових технологій скритного управління та передачі даних в Збройних Силах Повітряних Сил України під час побудови сучасної системи управління військами. На сьогоднішній день, крім створення нових зразків авіаційної техніки, активно виконується модернізація існуючого бортового радіоелектронного обладнання.

Метою даної статті є розробка стеганографічного методу на основі сумісного використання безпосереднього і непрямого вбудовування даних. В даній статті автори розглядають особливості використання стеганографічних методів для приховування інформації в умовах сучасного збройного протистояння. Сформовано вимоги до стеганографічного методу, які полягають у мінімізації та розподіленні спотворень вихідного зображення-контейнера в результаті вбудовування інформації. Визначено основні вимоги при розробці методу непрямого вбудовування. Розроблений метод непрямого стеганографічного вбудовування, який полягає у модифікації робочих елементів блоку відносно еталонної точки по трьом рівням. Створено систему прямого та зворотного стеганографічного перетворення на основі розробленого методу непрямого вбудовування.

Ключові слова: стеганографічна система, найменш значимий біт, непряме стеганографічне вбудовування

Вступ

Сучасний інформаційний простір характеризується наявністю викликів і загроз. В першу чергу це пов'язано з постійним підвищенням значимості інформації і розширенням областей використання інформаційних систем. Також, на вразливість безпеки інформаційних ресурсів впливає постійне покращення існуючих і створення нових програмних і апаратних засобів для здійснення атак [1, 6].

Постановка проблеми. Найбільш опрацьованими і часто використовуваними на практиці підходами забезпечення інформаційної безпеки є методи гарантованого захисту на основі криптографічних алгоритмів. Однак, такі підходи мають деякі обмеження. Це обумовлено тим, що криптографічно перетворені повідомлення, які передаються по телекомунікаційних мережах, виділяються противником. Іншими словами, противнику стає відомим факт передачі приховуваного повідомлення при відсутності доступу до самої інформації. Перехоплені противником «закриті» повідомлення можуть бути систематизовані і піддаватися аналізу з метою отримання інформації обмеженого доступу [2].

Для усунення наведених обмежень можуть використовуватися стеганографічні підходи для приховування інформації. Такі методи дозволяють непомітно вбудовувати інформацію в нейтральні

контейнери, які не привертають увагу. У якості контейнера можуть використовуватися текстові файли, аудіо та відео дані, а також цифрові зображення. На сьогоднішній день, найбільш поширеними є стеганографічні методи вбудовування на основі використання статичних та динамічних зображень в якості контейнерів [3, 5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Стеганографічні підходи можна розділити на методи непрямого і безпосереднього вбудовування, які представлені великою кількістю існуючих алгоритмів. Загальними недоліками для них є:

- обмеження за обсягом вбудованих даних;
- внесення значних спотворень в контейнер;
- необхідність наявності ключа для вилучення інформації на приймальній стороні.

Можливим підходом для усунення виявлених недоліків, а саме забезпечення збільшення обсягу вбудованої інформації одночасно з забезпеченням заданого рівня внесених в контейнер спотворень є паралельне використання непрямого і безпосереднього підходу при вбудовуванні додаткової інформації.

Для цього необхідно забезпечити виділення двох груп областей: для непрямого і безпосереднього вбудовування. В якості алгоритму безпосереднього вбудовування

пропонується використовувати метод найменш значущого біту (НЗБ). Даний метод забезпечує приховування 1 біту даних в кожному елементі просторового представлення контейнера, незалежно від його значення. У той же час пропонується розробити непрямий метод вбудовування для областей з незначними змінами елементів [4, 7].

Для цього необхідно забезпечити виділення двох груп областей: для непрямого і безпосереднього вбудовування. В якості алгоритму безпосереднього вбудовування пропонується використовувати метод найменш значущого біту (НЗБ). Даний метод забезпечує приховування 1 біту даних в кожному елементі просторового представлення контейнера, незалежно від його значення. У той же час пропонується розробити непрямий метод вбудовування для областей з незначними змінами елементів [4, 7].

Метою статті є розробка стеганографічного методу на основі сумісного використання безпосереднього і непрямого вбудовування даних.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сформулюємо вимоги, яким повинен задовольняти стеганографічний метод непрямого вбудовування:

1. Мінімізація внесених спотворень. Вбудовування не повинно супроводжуватися зміною значень елементів просторово-часового представлення контейнера більш ніж на визначене значення k (коефіцієнт модифікації). Для забезпечення мінімальної візуальної помітності стеганографічного вбудовування, необхідно виконати умову, яке задається наступним виразом $k \rightarrow \min$.

2. Розподіл внесених спотворень між елементами зображення-контейнера, які беруть участь в стеганографічному перетворенні. Дана вимога задається наступним виразом:

$$a^{(\tau)} = a^{(\tau)} + \Delta k, \text{ де } \Delta k = \frac{k}{T},$$

де $a^{(\tau)}$ - τ - тий модифікований елемент зображення-контейнера, $\tau = \overline{1, T}$; $a^{(\tau)}$ - елемент $a^{(\tau)}$, модифікований в результаті стеганографічного вбудовування. Виконання даної умови забезпечить «плавну» модифікацію елементів на величину Δk . Графічна інтерпретація даної умови представлена на рис. 1.

Розглянемо масив (блок) A елементів $\{a_{i,j}\}$ зображення контейнера рис.2., де $a_{i,j}$ - елемент i -го рядка j -го стовпця блоку A , $i = \overline{1, n}$; $j = \overline{1, m}$.

Елементи $\{a_{i,j}\}$ просторово-часового представлення блока, характеризуються змінами значень елементів просторового уявлення. Іншими словами динамічний діапазон ψ значень елементів

$\{a_{i,j}\}$ рядків i стовпців в блоці A може набувати різних значень:

$$\psi_i = a_{i,\max} - a_{i,\min} = 0\dots 255;$$

$$\psi_j = a_{j,\max} - a_{j,\min} = 0\dots 255.$$

При цьому ψ_i і ψ_j динамічний діапазон відповідно i - го рядка, j - го стовпчика елементів блоку A ; $a_{i,\max}$ і $a_{i,\min}$ відповідно максимальне та мінімальне значення елементів i - го рядка блоку A ; $a_{\max,j}$ і $a_{\min,j}$ відповідно максимальне і мінімальне значення елементів j -го стовпця блоку A [8, 9].

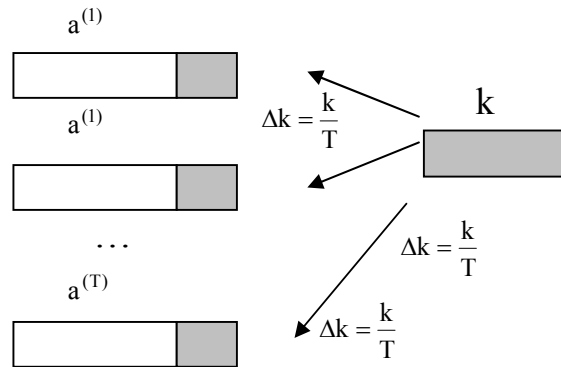


Рис 1. Графічна інтерпретація умови розподілу спотворень.

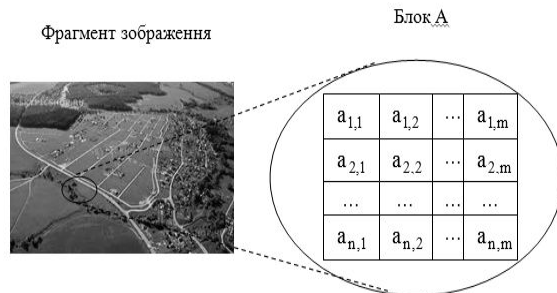


Рис 2. Формування блоку A елементів.

Вимоги до мінімізації спотворень обумовлені наступними аспектами. По-перше, непряме вбудовування передбачає модифікацію одних елементів блоків просторового представлення зображення і залишення без змін інших. По-друге, для забезпечення мінімальних спотворень в результаті вбудовування, необхідно щоб елементи блоків зображення мали мінімальний перепад значень між елементами в блоці. Графічно дану умову можна представити як зображено на рис 3.

Непряме стеганографічне вбудовування буде здійснюватися шляхом створення залежності між елементами $\{a_{i,j}\}$ блоку A . Метод передбачає як модифікацію елементів блоку A , так і взаємного розташування модифікованих елементів. Для створення методу непрямого вбудовування необхідно обґрунтувати правило виділення областей зображення для непрямого і безпосереднього вбудовування.

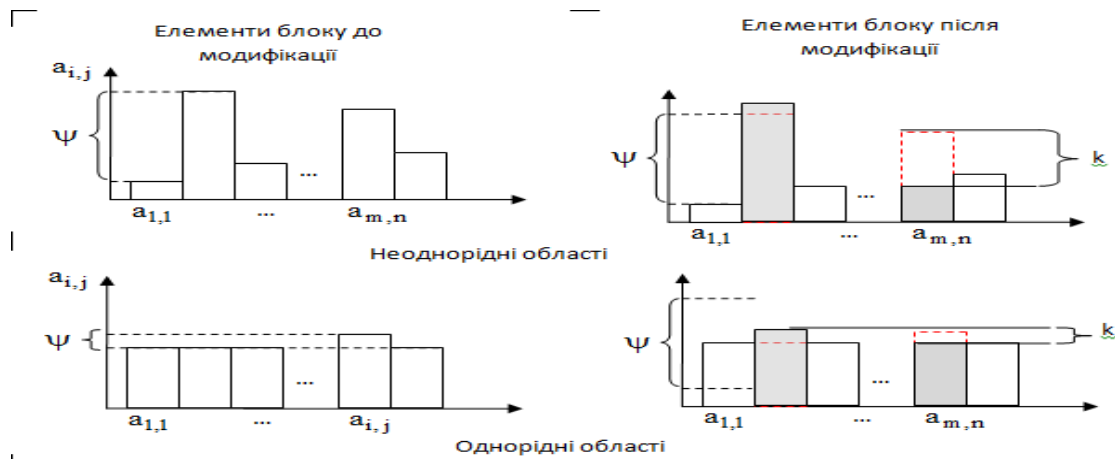


Рис. 3. Графічна інтерпретація модифікації областей з різною насиченістю.

Розробка методу непрямого стеганографічного вбудовування

Для визначення блоку зображення, який потенційно можливо використовувати для стеганографічного вбудовування на основі розробленого методу пропонується **правило**: при розбитті вихідного зображення-контейнера на робочі блоки для кожного блоку пропонується обчислити значення динамічного діапазону його рядків і стовпців. В цьому випадку якщо:

значення динамічних діапазонів рядків ψ_i і стовпців ψ_j блоку А приймає значення від 0 до 2

$$\psi_i = \overline{0, 2} \quad \text{і} \quad \psi_j = \overline{0, 2},$$

то зворотній блок використовується для непрямого стеганографічного вбудовування на основі запропонованого методу;

значення динамічних діапазонів рядків ψ_i і стовпців ψ_j блоку А приймає значення більше чим два

$$\psi_i > 2 \quad \text{і} \quad \psi_j > 2,$$

при цьому розглянутий блок не придатний для непрямого стеганографічного вбудовування і перетворюється на основі методу найменш значущого біту (НЗБ).

Наступний етап передбачає вибір в блоці А еталонного елемента $a_{i,j}^{(\sigma)}$ на основі правила. Даний елемент служить для визначення рівня модифікації інших елементів $\{a_{i,j}^{(\tau)}\}$ (робочих точок). Еталонний елемент $a_{i,j}^{(\sigma)}$ будемо називати еталонною точкою.

Оцінимо кількість інформації, яку можливо вбудувати в блок А розміром $n \times m$ елементів за умови виконання наступних вимог:

1) кількість робочих модифікуємих точок приймає значення $\tau = 1, (n \cdot m) - 1$;

2) рівень k спотворень, який вноситься в результаті модифікації робочих точок $\{a_{i,j}^{(\tau)}\}$, повинен приймати мінімальне значення, а саме:

$$a_{i,j}^{(\tau)} = a_{i,j}^{(\sigma)} \pm k \quad \text{при} \quad k \rightarrow \min.$$

Тоді рівень спотворень буде приймати значення $k \in [-1, 0, 1]$. У цьому випадку кількість варіантів модифікації однієї робочої точки $a_{i,j}^{(\tau)}$ буде дорівнює трьом, а саме:

$$- 1 \text{ варіант } a_{i,j}^{(\tau)} = a_{i,j}^{(\sigma)} - k = a_{i,j}^{(\sigma)} - 1 = a_{i,j}^{(\sigma)} - 1;$$

$$- 2 \text{ варіант } a_{i,j}^{(\tau)} = a_{i,j}^{(\sigma)} + k = a_{i,j}^{(\sigma)} + 0 = a_{i,j}^{(\sigma)};$$

$$- 3 \text{ варіант } a_{i,j}^{(\tau)} = a_{i,j}^{(\sigma)} + k = a_{i,j}^{(\sigma)} + 1 = a_{i,j}^{(\sigma)} + 1.$$

Для збільшення обсягу вбудованої інформації при одночасному забезпеченні заданого рівня спотворень пропонується підхід варіації позиції робочих точок. Багатопозиційна варіація передбачає зміну позиції робочих точок в блоці зображення відповідно до вбудованого повідомлення В. Розглянемо блок зображення А розміром $n \times m$. Кількість Z елементів блоку А, які можуть бути модифіковані, визначаються на основі виразу:

$$Z = n \cdot m - 1.$$

Цей вираз характеризує загальну кількість елементів в блоці, за винятком еталонного елемента.

Оцінимо кількість інформації, яку можна вбудувати в блок А розміром $n \times m$ на основі багатопозиційної варіації. Якщо корисне повідомлення $B = \{b_1, b_2, \dots, b_\xi, \dots, b_\Xi\}$ поелементно вбудовується в трикутому вигляді, тобто $b_\xi \in [0, 1, 2]$. Тоді кількість елементів $d_{\text{бл}}$, яку можна вбудувати в блок А буде визначатися відповідно формули:

$$d_{\text{бл}} = \log_3 3^{n \cdot m - 1}.$$

Розглянемо блок А розміром 3×3 . Позицію еталонної точки пропонується вибирати на основі наступного правила:

1) позиція компаративної точки $a_{i,j}^{(\sigma)}$ в рядку вибирається на основі виразу:

$$i = \left[\frac{n}{2} + 1 \right];$$

2) позиція j компаративної точки $a_{i,j}^{(\sigma)}$ в стовбці вибирається на основі виразу:

$$j = \left[\frac{m}{2} + 1 \right].$$

У цьому випадку еталонна точка буде мати вигляд $a_{2,2}^{(\sigma)}$. Навпаки, робоча точка може приймати будь-яку позицію за виключенням позиції еталонної точки $a_{2,2}^{(\sigma)}$ (рис 4).

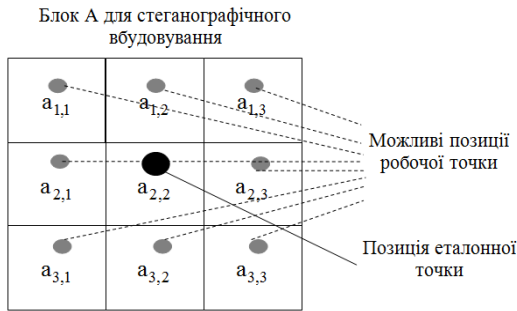


Рис 4. Позиції робочої та еталонної точки в блоці.

Розглянемо етап стеганографічного вбудовування. Даний етап передбачає зміну значення робочої точки $a_{i,j}^{(\tau)}$ відносно значення еталонного елемента $a_{2,2}^{(\sigma)}$ за таким правилом:

$$a_{i,j}^{(\tau)} = \begin{cases} a_{2,2}^{(\sigma)} - 1, & b_{\xi} = 0; \\ a_{2,2}^{(\sigma)}, & b_{\xi} = 1; \\ a_{2,2}^{(\sigma)} + 1, & b_{\xi} = 2, \end{cases}$$

де $a_{i,j}^{(\tau)}$ модифікований елемент $a_{i,j}^{(\tau)}$ вихідного зображення відповідно до правила непрямого вбудовування; b_{ξ} - вбудований елемент. Для забезпечення мінімальних спотворень при непрямому вбудовуванні необхідно щоб значення еталонного елемента дорівнювало значенням інших робочих точок - це ідеальні умови.

Але у реалістичних зображеннях значення деяких елементів мають імпульсну природу. Тому елемент робочого блоку на позиції еталонної точки пропонується піддавати медіанній фільтрації за формулою:

$$a_{2,2}^{(\sigma)} = \left\lfloor \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{i,j}^{(\tau)}}{n \cdot m} \right\rfloor.$$

Враховуючи, що сучасні цифрові пристрої працюють виключно в двійковій системі, етап попередньої обробки вбудованого повідомлення передбачатиме перетворення вбудованого двійкового повідомлення у повідомлення трійкового вигляду. У цьому випадку на позиції 8 робочих точок в трійковій системі можна вбудувати 13 біт даних в двійковій системі. На рис. 5 представлена схема розробленого методу прямого та на рис. 6 зворотного стеганографічного перетворення.

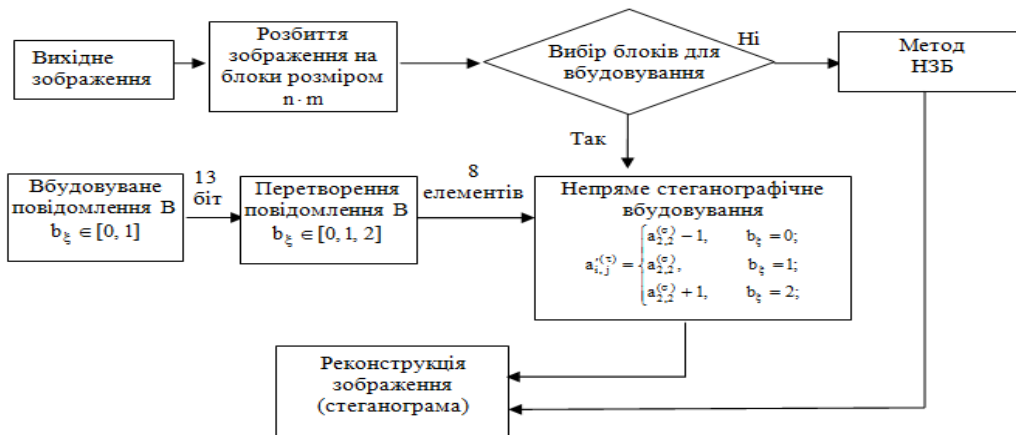


Рис. 5. Схема системи прямого стеганографічного перетворення.

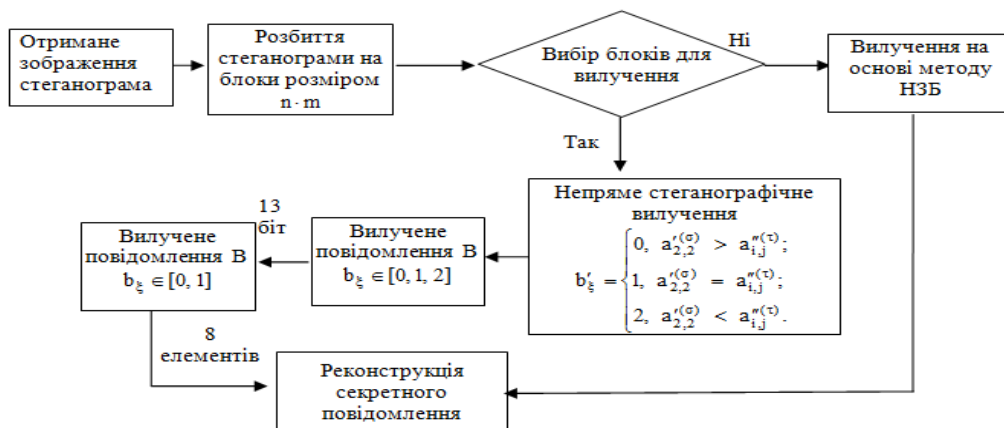


Рис.6. Схема системи зворотного непрямого стеганографічного перетворення.

Використовуючи запропонований метод спільного використання безпосереднього і непрямого підходу, на практиці можливо стеганографічно вбудувати в блок зображення розміром 9×9 елементів наступну кількість інформації:

9 біт на основі методу НЗБ;

13 біт на основі розробленого методу непрямого вбудовування.

Метод зворотного стеганографічного перетворення передбачає непряме вилучення вбудованих даних на основі порівняння еталонної і робочих точок обраних блоків.

Дане порівняння буде здійснюватися за таким правилом:

$$b'_{\xi} = \begin{cases} 0, & a'_{2,2}(\sigma) > a''_{i,j}(\tau); \\ 1, & a'_{2,2}(\sigma) = a''_{i,j}(\tau); \\ 2, & a'_{2,2}(\sigma) < a''_{i,j}(\tau), \end{cases}$$

де b'_{ξ} відновлене значення вбудованого елемента b_{ξ} , $a'_{2,2}(\sigma)$ - значення еталонної точки в блоці стеганограми, $a''_{i,j}(\tau)$ - робоча точка в i -му рядку j -ому стовпці стеганограми.

У випадку неавторизованого доступу у зловмисника відсутня інформація про наявність у стеганограмі прихованого повідомлення. У той же час рівень спотворень, які вносяться в результаті вбудовування є візуально не помітними, що дозволяє використовувати запропонований метод

стеганографічного вбудовування для створення прихованого каналу передачі даних.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Проведено аналіз підходів для захисту інформації на основі стеганографії. Виявлені слабкі сторони методів безпосереднього та непрямого стеганографічного вбудовування. Для усунення виявлених недоліків пропонується підхід, який полягає у одночасному використанні непрямого та безпосереднього вбудовування в рамках одного методу із селекцією однорідних та насичених областей зображення.

Сформовано вимоги до методу, які полягають у мінімізації та розподіленні спотворень вихідного зображення-контейнера в результаті вбудовування інформації. Сформульовано правило визначення областей для непрямого стеганографічного вбудовування.

Розроблено метод непрямого стеганографічного вбудовування, який полягає у модифікації робочих елементів блоку відносно еталонної точки на трьох рівнях. Сформульовано правило підбору позиції еталонної точки в блоці.

Створено систему прямого та зворотного стеганографічного перетворення на основі розробленого методу непрямого вбудовування. Відмінною рисою системи є одночасне використання для вбудовування розробленого методу та методу НЗБ для областей з різною насиченістю.

Література

1. Аграновски А.В. Стеганография, цифровые водяные знаки и стегоанализ [Тест]: учеб. пособие для вузов / Аграновски А.В., Балакин А.В., Грибунин В.Г. – М.: Вузовская книга, 2009. – 220 с. **2. Бекіров А.Е.** Метод захисту інформації на основі стеганографічних систем // Озброєння та військова техніка. – 2015. - №1 - С. 29 – 36. **3. Бекиров А.Э.** Пути повышения информационной безопасности ресурсов в системах специального назначения / Баранник В.В., Рябуха Ю.Н., Бекиров А.Е., Комолов Д.И. // Четверга міжнародна науково-практична конференція [«Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія»], (Вінниця, 28 - 30 травня 2014 р.) / Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2014. – С. 151. **4. Баранник В.В.** Основы теории структурного стеганографического кодирования / В.В. Баранник, Д.В. Баранник, А.Е. Бекиров – Х.: Издательство «Лидер», 2017. - 256 с. **5. Хорошко В.А.** Методы и

средства защиты информации. / Хорошко В.А., Чекатов А.А. –К.: Юниор, 2003. – 501с. **6. Юдін О.К.** Захист інформації в мережах передачі даних: підручник / Г.Ф. Коначович, О.Г. Корченко, О.К. Юдін. – К.: Видавництво ТОВ НВП «ІНТЕРСЕРВІС», 2009. – 714с. **7. Bekirov A.** A steganographic method based on the modification of regions of the image with different saturation / Barannik V., Bekirov A., Lekakh A., Barannik D // 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2018 **8. Bekirov A.** Detections of sustainable areas for steganographic embedding / Vladimir Barannik; Andriy Alimpiev; Ali Bekirov; Dmitriy Barannik // 2017 IEEE East-West Design & Test Symposium. **9. Cox I.J.** Bloom, J.A. Fridrick, amd T. Kalkert. (2008), Digital watermarking and steganography, Morgan Kaufman Publishers, USA, pp. 1-591.

СТЕГАНОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД НА ОСНОВЕ НЕПОСРЕДСТВЕННОГО И КОСВЕННОГО ВСТРАИВАНИЯ ДЛЯ ОБЛАСТЕЙ ИЗОБРАЖЕНИЯ С РАЗЛИЧНОЙ НАСЫЩЕННОСТЬЮ

Али Энверович Бекиров (кандидат технических наук)¹
Владимир Жоржевич Яценко (канд. технических наук, доцент)¹
Александр Станиславович Крейдун²

¹Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба, Харьков, Украина
²Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В современных условиях обстановки и во время проведения стабилизационной операции объединенных сил Воздушные Силы Украины является одним из главных носителей боевого потенциала

ВС України. Осуществлен анализ тенденций внедрения цифровых технологий скрытного управления и передачи данных в ВС Воздушных Сил Украины во время построения современной системы управления войсками. На сегодняшний день, помимо создания новых образцов авиационной техники активно выполняется модернизация существующего бортового радиоэлектронного оборудования.

Целью данной статьи является разработка стеганографического метода на основе совместного использования непосредственного и косвенного встраивания данных. В данной статье рассмотрены особенности использования стеганографического метода для скрытия информации. Сформулированы требования к методу, который заключается в минимизации и распределении искажений исходного изображения-контейнера в результате внедрения информации. Определены основные требования при проектировании метода косвенного встраивания. Разработан метод косвенного стеганографического встраивания на основе модификации рабочих элементов блока относительно эталонной точки по трём уровням. Создана система прямого и обратного стеганографического преобразования на основе разработанного метода косвенного встраивания.

Ключевые слова: стеганографическая система, наименее значимый бит, косвенное стеганографическое встраивание.

STEGANOGRAPHIC METHOD BASED ON THE DIRECT AND INDIRECT DATA EMBEDDING FOR IMAGE AREAS WITH DIFFERENT CONSISTENCY

Ali Bekirov (Candidate of Technical Sciences)¹
Volodymyr Yaschenok (Candidate of Technical Sciences, associate professor)¹
Oleksandr Kreidun²

¹ *Kharkiv National University of Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, Ukraine*

² *National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

In today's conditions of the situation and during the stabilization operation of the combined forces, the Air Forces of Ukraine is one of the main carriers of the combat capabilities of the Armed Forces of Ukraine. An analysis of the tendencies of the introduction of digital technologies of secret management and data transmission in the Armed Forces of the Air Forces of Ukraine during the construction of a modern military control system has been carried out. Today, in addition to the development of new models of aviation technology, the modernization of existing on-board electronic equipment is actively being carried out.

The purpose of this article is to develop a steganographic method based on the co-use of direct and indirect data embedding. In this article, the features of using steganographic methods for hiding information are considered. Requirements to the developed method are formed, which consists in minimizing and distributing the distortions of the original container image as a result of embedding information. The main requirements for the design of the indirect embedding method are determined. An estimation of the number of elements that can be embedded in an image block of a certain size is made. A rule for the selection of image regions with different saturation is formulated. A rule for determining the position of the reference and operating points while embedding is formulated. A method of indirect steganographic embedding is developed on the basis of the modification of the working elements of the block relative to the reference point in three levels. It is proposed to use the embedding method based on the modification of the least significant bit. A system of direct and reverse steganographic transformation based on the developed method of indirect embedding is created.

Key words: steganographic system, the least significant bit, indirect steganographic embedding.

References

1. Verba, V., Sydorenko O. (2001). Metodичne napovnennia kursu «Proektnyi analiz» [Methodical content of the course "Project Analysis"]. Sytuatsiina metodyka navchannia: ukrainskyi dosvid. Tsentri innovatsii ta rozvytku, 165-170.
2. Dolgorukov A. Case-study method as modern technology of vocational training. Available at: http://www.vshu.ru/lectures.php?Tab_id=3&a=info&id=260.
3. Zhyhylei, Y. M. (2012). Formyrovanye professionalnykh kompetentsiy s pomoshchiu keismetoda v vysshem obrazovanii [Formation of professional competencies using the case-method in higher education]. Prepodavatel KhKhI vek, 29-36.
4. Malysheva M.A. (2011). Sovremennyye tekhnologyy obucheniya y ykh rol v obrazovatel'nom protsesse [Modern technologies of teaching and their role in the educational process]. Sovremennyye tekhnologyy obucheniya v vuze (opyt NYU VShЭ v Sankt-Peterburhe). – Spb, 6-25.
5. Basics of the case-method. Available at: http://www.pprog.ru/Osnovi_%20keis-metoda.doc.
6. Pohrebelnaia N. Y. (2008). Keis-metod kak usloviye formyrovaniya yssledovatel'skykh sposobnosti studentov vuza [Case-method as a condition for the formation of research abilities of university students]. Nauka y shkola, 73.
7. Surmin Yu. P. (2005). Metod analizu situatsii (Case study) ta yoho navchalni mozhlyvosti. Hlobalizatsiia i Bolonskyi protses: problemy i tekhnologii [Case-study method and its educational capabilities. Globalization and the Bologna process: problems and technologies], 71-82.
8. Surmyn Yu.P.(2002). Sytuatsyonnyi analiz, yly Anatomya Keis-metoda [Situational Analysis, or Case Method Anatomy]. Tsentri innovatsiy y rozvytyia, 41-56.
9. Derevyanchuk. Pidxid do stvorennia y zastosuvannya kejs – metodu pry vyvchenni vijskovo – tekhnichnyh dyscyplin / A. Derevyanchuk // Vijskova osvita. Zbirnyk naukovykh prac nacional'nogo universytetu obrony Ukrayiny. – K, 2018. – №1(37). – S.92 – 101.

Костянтин Юрійович Сурков¹
Руслан Володимирович Бабенко²

¹ Відокремлений структурний підрозділ Національного авіаційного університету “Льотна академія Національного авіаційного університету”, Кропивницький, Україна

² Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

МЕТОД ІНТЕГРАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ПІДГОТОВКИ ДИСПЕТЧЕРІВ ПОВІТРЯНОГО РУХУ

Процеси підготовки диспетчерів управління повітряним рухом вимагають розробки системи управління якістю їх підготовки, яка повинна дозволити оцінити результати підготовки диспетчерів повітряного руху. Основним завданням оцінки рівня підготовки диспетчерів є отримання інформації, необхідної для обґрунтованого судження про успішність проходження ними курсу підготовки та оцінки очікуваної якості їх роботи. В статті з'ясовано, що при підготовці диспетчерів, помилкові дії яких впливають на виконання завдань управління повітряним рухом, поряд із прямими показниками використовуються також “непрямі показники” - показники оцінки фізіологічної “ціни” організму за досягнуті результати. Вибір непрямих показників обумовлений характером діяльності диспетчера. Як правило, непрямі показники спрямовані на оцінку інтенсивності нервово-емоційної напруги диспетчера в процесі тренувань.

Відповідність умов, створюваних в інтересах контролю алгоритму роботи диспетчерів, реальним забезпечується застосуванням імітаційно-тренажерної апаратури з високим значенням показників повноти і якості відтворення інформаційної моделі, залученням натурних засобів для створення обстановки, що відповідає реальним умовам управління повітряним рухом.

В статті розроблений метод оцінювання результатів підготовки диспетчерів повітряного руху, що ґрунтується на формалізації оцінок за допомогою теорії нечітких множин. Розроблено апарат формалізації правил одержання оцінок індивідуальної та групової діяльності диспетчерів. В основу розробленого апарата формалізації покладена теорія нечітких множин. Даний підхід дозволив привести оцінки різної природи до єдиної формальної системи та урахувати їх, використовуючи єдині формальні правила.

Ключові слова: адаптивні навчальні системи, диспетчер управління повітряним рухом, нечіткі множини, лінгвістичні змінні, критерії оцінювання, підготовка.

Вступ

Зростання інтенсивності повітряного руху, розвиток авіаційної техніки, широке впровадження безпілотних авіаційних систем потребує нових підходів та формує нові вимоги до підготовки диспетчерів повітряного руху. Процеси підготовки вимагають розробки нових методів оцінювання результатів та прийняття рішення щодо готовності диспетчерів до самостійного виконання завдань.

Постановка проблеми. Для підвищення ефективності підготовки диспетчерів повітряного руху з використанням тренажерів передбачається постійний контроль дій тих, яких навчають, при вирішенні ними поставлених завдань. Це дозволяє оцінити дії операторів, коректувати програму індивідуального навчання, визначити ступінь готовності оператора до практичної роботи. На сьогоднішній день при проведенні тренажерної підготовки контроль операторської діяльності здійснюється інструктором на базі засобів пульта контролю й керування на всіх етапах тренування. Оцінка дій диспетчерів при цьому виробляється

частково в процесі тренування; частково - після його завершення на основі апостеріорного аналізу зафіксованих у процесі тренування показників. Тому актуальним є вдосконалення системи контролю дій диспетчерів повітряного руху, що дозволяє інтегрально оцінювати різні показники якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження щодо адаптивного навчання операторів бойового управління (військова сфера) та диспетчерів повітряного руху (цивільна сфера) розкривається в роботах С. М. Неділько, С. П. Борсука, І. І. Верещагіна, О. В. Извалова, А. С. Пальоного, М. А. Павленка, О. І. Тимочко, Г. С. Степанова, В. Г. Чернова, Ю. В. Чинченко. В той же час можна зробити висновок про неповне вирішення задачі інтегрального оцінювання результатів підготовки диспетчерів повітряного руху.

Метою статті є розкриття основних положень методу інтегрального оцінювання результатів

підготовки диспетчерів повітряного руху.

Виклад основного матеріалу дослідження

Основним завданням оцінки рівня підготовки диспетчерів є отримання інформації, необхідної для обґрунтованого судження про успішність проходження ними курсу підготовки та оцінки очікуваної якості їх роботи [1].

Об'єктивність контролю рівня підготовки диспетчерів досягається:

вибором відповідних інформативних показників;

об'єктивною реєстрацією вихідних даних, необхідних для розрахунку та оцінки обраних показників;

обґрунтуванням граничних значень показників (нормативів) для визначення оцінок;

відповідністю умов роботи на адаптивних тренажерах реальним.

Рівень підготовки оцінюють по так званих "прямих показниках" – які характеризують ступінь відповідності результатів діяльності диспетчерів поставленому завданню [2,3].

При підготовці диспетчерів, помилкові дії яких впливають на виконання завдань управління повітряним рухом, поряд із прямими показниками використовуються також "непрямі показники" – показники оцінки фізіологічної "ціни" організму за досягнуті результати. Вибір непрямих показників обумовлений характером діяльності диспетчера. Як правило, непрямі показники спрямовані на оцінку інтенсивності нервово-емоційної напруги диспетчера в процесі тренувань. У даній роботі такі показники не розглядаються в силу неоднозначності їхнього впливу на діяльність диспетчера [4].

Прямі показники можуть бути частковими та узагальненими. Часткові показники призначені для оцінки якості виконання диспетчером окремих операцій, узагальнені - для оцінки рівня підготовки зміни диспетчерів у цілому.

До часткових показників оцінки рівня підготовки відносяться:

імовірність виконання операції (або всього алгоритму роботи) за час, що не перевищує заданого;

імовірність виконання операції (або всього алгоритму роботи) з помилками, що не перевищують заданої величини;

імовірність того, що кількість безпомилкових рішень, прийнятих у процесі роботи, не менш заданої величини;

середнє значення (математичне очікування) контрольованого показника;

середньоквадратичне відхилення (дисперсія) контрольованого показника;

сукупність середнього значення та середньоквадратичного відхилення контрольованого показника.

Узагальненим показником оцінки рівня підготовки диспетчера є ймовірність виконання поставленого перед ним завдання.

Забезпечення інформативності вихідних даних досягають реалізацією наступних вимог:

дані, що отримуються в процесі контролю, повинні бути об'єктивними та забезпечувати розрахунок обраних показників із заданою вірогідністю;

контрольовані параметри повинні мати досить великий діапазон варіювання при зміні рівня підготовки.

Обґрунтованість граничних значень показників (нормативів рівнів) залежить від реалізації вимог, викладених нижче, із застосуванням відповідних методів математичної статистики.

Відповідність умов, створюваних в інтересах контролю алгоритму роботи диспетчерів, реальним забезпечується застосуванням імітаційно-тренажної апаратури з високим значенням показників повноти і якості відтворення інформаційної моделі, залученням натурних засобів для створення обстановки, що відповідає реальним умовам управління повітряним рухом [1-6].

Процес визначення імовірнісних показників виконання завдання полягає в обчисленні кількості сприятливих подій до загального числа спостережень:

$$P = \frac{n}{N}, \quad (1)$$

для яких:

$$t_i \leq T_0, r_i \leq R_0, L_i \leq L_0, \quad (2)$$

При оцінці рівня підготовки можливі два типи помилок:

помилкове завищення оцінки рівня підготовки (помилка першого роду – α);

помилкове заниження оцінки рівня підготовки (помилка другого роду – β).

Вірогідність контролю оцінюють імовірністю появи помилок α та β . Через різну значимість помилок першого й другого роду практично завжди при контролі підготовки диспетчерів необхідно дотримувати умови $\alpha \geq \beta$. Найпоширенішими методами контролю рівня підготовки є [1]:

метод однократного контролю;

метод послідовного контролю.

У першому випадку здійснюють певну обмежену кількість контрольних вимірів результатів діяльності в оцінюваних умовах. По характеристиках цих вимірів приймається рішення щодо того, якому рівню підготовки відповідає контрольований диспетчер.

При методі послідовного контролю кількість контрольованих вимірів заздалегідь не фіксують. Послідовно здійснюють разові виміри й

визначають необхідні характеристики, по яких приймають одне із двох рішень:

результати відповідають певному рівню підготовки;

остаточне рішення не приймається, контроль триває.

Контроль закінчується при прийнятті першого рішення. Для оцінки рівня підготовки (при будь-якому методі контролю) необхідно встановити граничні значення показника. При однократному контролі враховується вид контрольованого показника - дискретний або безперервний.

Для одержання повної інтегральної оцінки враховуються всі показники якості діяльності диспетчерів. У роботі оцінюються прямі показники діяльності: час реакції, адекватність і загальний час рішення завдання по усуненню результатів помилкових дій [2].

Розглянуті показники якості діяльності диспетчерів можуть дати одну або кілька розрізаних оцінок кожного диспетчера. Іноді цього недостатньо. Необхідно дати інтегральну оцінку якості діяльності диспетчерів як сукупність всіх показників якості навчання й підготовки в ході проведення тренажерної підготовки. Така сукупність може бути визначена як ефективність діяльності диспетчера. При її визначенні необхідно враховувати наступне.

При визначенні важливості кожного часткового показника, тобто “ваги” кожного показника в загальній оцінці, необхідно розрізняти види роботи диспетчерів, що характеризуються своїми особливостями. Так діяльність диспетчера, а саме, час реакції на помилки, що допускаються, і на їх усунення в ході вирішення завдань управління повітряним об’єктом є пріоритетними. При визначенні інтегральної оцінки приймаємо, що зазначені вище показники мають однакову “вагу”, тому що є однаково визначальними в діяльності диспетчера.

Часткові показники вимірюються в різних величинах, що викликає наявність одночасно різномірної інформації:

точкових вимірів і значень параметрів;

допустимих інтервалів зміни параметрів;

статистичних законів, що характеризують оцінку розподілу окремих величин;

лінгвістичних критеріїв і обмежень, отриманих від фахівців-експертів і т.д.

Отже, вони повинні бути приведені до безрозмірного та нормованого виду.

Можливим шляхом для прийняття рішень по оцінці діяльності диспетчера в цьому випадку є використання теорії нечітких множин. Вона дозволяє формалізувати процес обліку різних видів невизначеності [3].

Нечітке лінгвістичне моделювання засноване на наборі лінгвістичних правил і оперує поняттям лінгвістичної змінної. Використання лінгвістичних змінних дозволяє переносити на математичну мову такі поняття як “висока”, “низька”, ступеня виразності або прояву параметрів. Значеннями лінгвістичної змінної є слова, а не числа. Наприклад, інтегральна оцінка ефективності діяльності диспетчера стане лінгвістичною змінною, якщо значеннями її будуть не числа, а слова - лінгвістичні терми, наприклад, “незадовільна”, “задовільна”, “добра”. Нечітке правило представляється в наступному виді: якщо є (нечітка передумова), тоді є (нечіткий висновок).

У процесі автоматизованого поточного та завершального контролю знань (рис. 1), використовуються завдання; їхні правила (алгоритми) відповідей (рішення); безпосередньо самі відповіді; у більшості випадків, оцінки за виконання завдань; нормативи виконання завдань і рекомендації з інтерпретації результатів [1,7,8].

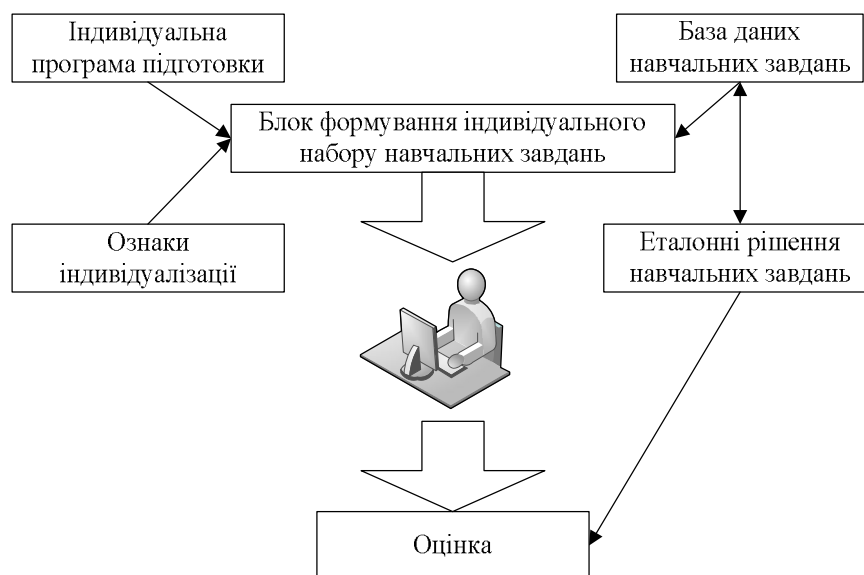


Рис.1. – Загальна структура системи автоматизованого контролю діяльності диспетчера

Принципи оцінювання діяльності диспетчера в системі контролю:
 наявність логічної схеми рішення контрольних завдань;
 єдиний підхід до оцінки знань для різних видів контрольних завдань;

наявність інтегруючих процедур, спрямованих на зменшення часу контролю та кількості питань.
 Логічна схема завдань (ЛСЗ) розробляється викладачем і може бути побудована аналогічно [3]. ЛСЗ має вигляд графа (рис. 2).

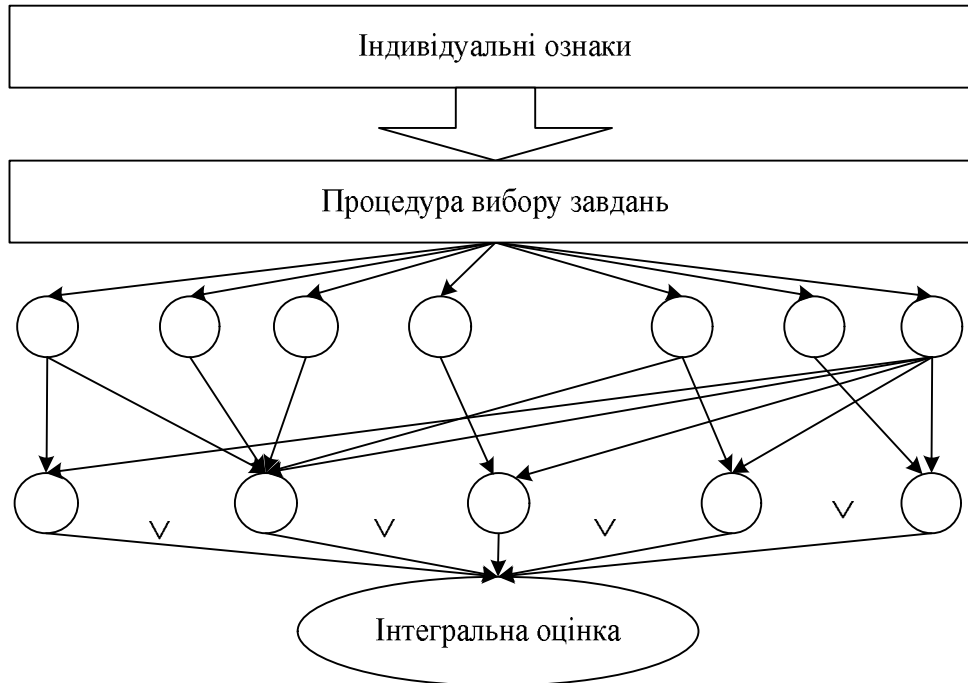


Рис.2. – Схема методу формування інтегральної оцінки в системі контролю диспетчерів повітряного руху

На нижньому рівні представлені дані, що характеризують конкретного диспетчера. Після вибору питань (завдань), визначаються такі, які мають кількісну інтерпретацію. Відповіді на них враховуються при визначенні подальшої структури питань. При контролі питання нижнього рівня вибираються відповідно до програми навчання за принципом від простого до складного. У графа є вершини, які мають якісне подання результатів рішення. Вони у вигляді предикатної функції визначають перехід до групи питань іншого завдання при наборі певної кількості балів. Є вершини, що мають логічне подання результату, яке формується внаслідок виконання певних кон'юнктивних або диз'юнктивних умов. Вони передбачають перехід до більше простих завдань у випадку неправильного їх рішення або закінчення тестування (тренування) у випадку відмінних знань (успішного виконання плану навчання). Правильне формування структури ЛСЗ і її

інформаційне насичення є першим фактором, що визначає ефективне функціонування системи контролю знань диспетчерів управління повітряним рухом.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, в статті розкриті основні положення методу інтегрального оцінювання підготовки диспетчерів повітряного руху, що ґрунтується на формалізації оцінки за допомогою теорії нечітких множин. Розроблено апарат формалізації правил одержання оцінок індивідуальної та групової діяльності диспетчерів.

Подальшим напрямком досліджень є розробка методики отримання персональної оцінки диспетчера повітряного руху в ході його підготовки.

Література

1. Павленко М.А. Принципы построения перспективных тренажерных систем подготовки операторов АСУ динамическими объектами / М.А. Павленко, А.И. Тимочко, Г.С. Степанов,

В.Г. Чернов // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2014. – № 1. – С. 112–117.
 2. Извалов А. В. Разработка алгоритмов автоматической генерации упражнения на

диспетчерском тренажере для развития требуемых навыков / А. В. Извалов, В. Н. Неделько, С. Н. Неделько. // Научные работы академии. – Вып. XII. – Кировоград, 2007. – С. 274–282. 3. Пальоний А. С. Разработка метода и моделей оценки деятельности авиадиспетчеров / А. С. Пальоний // Системы управления, навигации та зв'язку. – 2015. – Вып. 3. – С. 120–127. 4. Chernov V. G. Problems of the education and training of combat control officers / V.G. Chernov, A. I. Tymochko, M. A. Pavlenko, O. Y. Dorosh // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – X., 2014. – № 2 (66). – С. 121–124. 5. Чернов В. Г. Проблемы подготовки офицеров боевого управления авиацией / В. Г. Чернов, А. И. Тимочко, М. А. Павленко, О. Р. Мартинюк // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2014. – № 2 (20). – С. 125–129. 6. Артюшин Л. М. Методика оцінювання технічної досконалості

авіаційних тренажерних комплексів / Л. М. Артюшин, В. І. Мірненко, О. Є. Мавренков // Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – К., 2016. – Вып. 12. – С. 27–34. 7. Чернов В. Г. Метод формирования набора индивидуальных тестовых заданий для оценки уровня подготовки оператора АСУ в процессе тренажерной подготовки / В. Г. Чернов, М. А. Павленко, А. И. Тимочко, Д. Ю. Свистунов, Н. А. Королюк // Системы управления, навигации та зв'язку. – К., 2014. – Вып. 2 (30). – С. 63–68. 8. Неделько С. Н. Разработка системы критериев оценки для автоматизированного анализа действий авиадиспетчеров на тренажерах обслуживания воздушного движения [Текст] / С. Н. Неделько, В. А. Григорьевский, А. С. Паленный // Научные работы академии. – вып. IX / за ред. Р. М. Макарова – Кировоград: ДЛАУ, 2005. – С. 387–400.

МЕТОД ИНТЕГРАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОДГОТОВКИ ДИСПЕЧЕРОВ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

Константин Юрьевич Сурков¹
Руслан Владимирович Бабенко²

¹ *Обособленное структурное подразделение Национального авиационного университета “Летная академия Национального авиационного университета”, Кропивницкий, Украина*

² *Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*

Процессы подготовки диспетчеров управления воздушным движением требуют разработки системы управления качеством их подготовки, которое должно позволять оценить результаты подготовки диспетчеров воздушного движения. Основным заданием оценки уровня подготовки диспетчеров есть получение информации, необходимой для обоснованного суждения об успешном прохождении ими курса подготовки и оценки ожидаемого качества их работы. В статье выяснено, что при подготовке диспетчеров, ошибочные действия которых влияют на выполнение заданий управления воздушным движением, наряду с прямыми показателями используются также “непрямые показатели” – показатели оценки физиологической “цены” организма за достигнутые результаты. Выбор непрямых показателей обусловлен характером деятельности диспетчера. Как правило, непрямые показатели направлены на оценку интенсивности нервно-эмоционального напряжения диспетчера в процессе тренировок.

Соответствие условий, создаваемых в интересах контроля алгоритма работы диспетчеров, реальным обеспечивается применением имитационно-тренажерной аппаратуры с высоким значением показателей полноты и качества воспроизведения информационной модели, привлечением натуральных средств для создания обстановки, которая соответствует реальным условиям управления воздушным движением.

В статье разработан метод оценивания результатов подготовки диспетчеров воздушного движения, который базируется на формализации оценки с помощью теории нечетких множеств. Разработан аппарат формализации правил получения оценок индивидуальной и групповой деятельности диспетчеров. В основу разработанного аппарата формализации положена теория нечетких множеств. Данный подход дал возможность привести оценки разной природы к единой формальной системе и учесть их, используя единые формальные правила.

Ключевые слова: адаптивные системы обучения, диспетчер управления воздушным движением, нечеткие множества, лингвистические переменные, критерии оценивания, подготовка.

INTEGRAL ASSESSMENT METHOD RESULTS OF PREPARATION AIR TRAFFIC CONTROLLER

Kostiantyn Surkov¹
Ruslan Babenko²

¹ *Separated Structural Subdivision of the National Aviation University “Flight Academy of the National Aviation University”, Kropyvnytskyi, Ukraine*

² *National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*

The processes of training air traffic controllers require the development of a quality management system for their training, which should allow to evaluate the results of their training. The main task of assessing the quality of training is to obtain the information necessary for proper conclusion on the success of their training course and assess the expected quality of their work. The article establishes that when training controllers, whose erroneous actions influence the performance of air traffic control tasks, "indirect indicators" are also used along with direct indicators – indicators of the body's physiological "price" for the results achieved. The choice of indirect indicators is due to the nature of the activity of the controllers. As a rule, indirect indicators are aimed at assessing the intensity of the neuro-emotional stress of the air traffic controller in the process of training.

Compliance with the conditions created in the interest of controlling the controller's algorithm of operation is provided by using simulation equipment with a high value of the indicators of completeness and quality of reproduction of the information model, using natural resources to create an environment corresponding to the actual conditions of air traffic control.

The article developed a method for evaluating the results of training air traffic controllers, based on the formalization of assessment using the theory of fuzzy sets. An apparatus has been developed to formalize the rules for obtaining estimates of individual and group activities of dispatchers. This approach allowed us to bring estimates of different nature into a single formal system and take them into account using common formal rules.

Keywords: adaptive learning systems, air traffic control controller, fuzzy sets, linguistic variables, evaluation criteria, training.

References

1. **M. A. Pavlenko**, A.I. Tymochko, G.S. Stepanov, V. G. Chernov (2014), Principles of construction of ACS operator training perspective simulator systems by dynamic objects. [*Principi pobudovi perspektivnih trenagernih system pidgotovki operatoriv ASU dinamicnimi objektami*], Suchasni informacijni tekhnologhiji u sferi bezpeky ta oborony, No. 1, pp. 112–117.
2. **A. V. Izvalov**, V. N. Nedelko, S. N. Nedelko (2007), Development of algorithms for automatic generation of exercises on the air traffic controller simulator for the development of the required skills. [*Razrobka algoritmov avtomaticheskoy generacii upragnenija na dispatcherskom trenagere dlia razvitiya trebuevimi navikov*], Naukovi praci akademii, No. 12, pp. 274–282.
3. **A. S. Palennyi** (2015), Development of assessment method and models of air traffic controller performance. [*Rozrobka metodu i modelei ocinki dijalnosti aviadispatcheriv*], Sistemi upravlinnia, navigacii ta zviazku, No. 3, pp. 120–127.
4. **V. G. Chernov**, A. I. Tymochko, M. A. Pavlenko, O. Y. Dorosh (2014), Problems of the education and training of combat control officers, Radioelektronni i komputerni sistemi, No. 2 (66), pp. 121–124.
5. **V. G. Chernov**, A. I. Tymochko, M. A. Pavlenko, O. R. Martyniuk (2014), Problems of training aviation command and control officers. [*Problemi pidgotovki oficeriv bojovogo upravlinnia aviacieu*], Suchasni informacijni tekhnologhiji u sferi bezpeky ta oborony, No. 2 (20), pp. 125–129.
6. **L. M. Artushin**, V.I. Mirnenko, O. E. Mavrenkov (2016), Technique for assessing the technical perfection of aviation simulator complexes. [*Metodika ocinuvannia tehnicnoi doskonalosti aviaciinih trenagernih kompleksiv*], Zbirnik naukovih prac Dergavnogo naukovodoslidnogo institute aviacii, No. 12, pp. 27–34.
7. **V. G. Chernov**, M. A. Pavlenko, A. I. Tymochko, D. U. Svistunov, N. A. Koroluk (2014), Method of forming set individual test tasks for assessment level of operator training ACS during simulator training. [*Metod formirovaniya nabora individualnih testovih zadaniy dlia ocenki urovnia podgotovki operatora ASU v processe trenagnoy podgotovki*], Sistemi upravlinnia, navigacii ta zviazku, No. 2 (30), pp. 63–68.
8. **S. N. Nedelko**, V. A. Grigorecky, A. S. Palennyi (2005), Development of a system of evaluation criteria for the automated analysis of the actions of air traffic controllers on simulators of air traffic services. [*Razrobka sistemi kriteriev ocenki dlia avtomatizirovannogo analiza deistvii aviadispatcherov na trenerah obslugivaniya vozdušnogo dvigeniya*], Naukovi praci akademii, No. 9, pp. 387–400.

Юрій Миколайович Коломієць
Сергій Михайлович Коротін (кандидат технічних наук)

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ОПОВІЩЕННЯ ПРО РАКЕТНУ АТАКУ, ЯКІ ВСТАНОВЛЕНІ НА ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ

Вивчення нових комплексів індивідуального захисту літальних апаратів від всіх типів керованого ракетного озброєння з інфрачервоними головками самонаведення та від радіокерованого ракетного озброєння, які відіграють важливу роль у виконанні завдань льотними екіпажами в сучасних умовах бойових дій, з кожним днем набирає все більшої актуальності. Цей напрям став предметом наукових досліджень науково-дослідних установ Міністерства оборони і державних підприємств оборонно-промислового комплексу України. Результати проведеного аналізу можливостей існуючих систем оповіщення про ракетну атаку, які встановлені на літальних апаратах, розроблених в провідних країнах світу, дали змогу автору статті прийти до визначення напрямку дослідження перспективних систем захисту літальних апаратів від засобів протиповітряної оборони. Одним із перспективних таких досліджень є створення автоматизованого комплексу активного захисту літака, з метою підвищення ефективності застосування бортових систем управління озброєнням літака. У статті приведено аналіз існуючих систем оповіщення про ракетну атаку провідних країн світу від ураження ракетами класу “повітря-повітря” та “поверхня-повітря”. За результатами проведеного автором аналізу технічної і наукової літератури, запропоновано перспективні напрями розвитку автоматизованого комплексу активного захисту літальних апаратів Повітряних Сил Збройних Сил України.

Ключові слова: літальний апарат; керовані ракети; системи оповіщення про ракетну атаку; ефективність захисту літаків.

Вступ

Практично в усіх сучасних збройних конфліктах, де мало місце протистояння регулярних армій, захисту літальних апаратів від сучасних систем протиповітряної оборони відводилась важлива роль [2].

Основну загрозу літальним апаратам (ЛА) на сьогодні становлять зенітно-ракетні та зенітно-гарматні комплекси, до складу прицільних систем яких можуть входити радіолокаційні станції (РЛС), оптико-електронні системи з тепловізійними та телевізійними системами й лазерним далекоміром, а також переносні зенітно-ракетні комплекси, зенітні установки, протитанкові керовані ракети, гранатомети, некеровані реактивні снаряди та противертольотні міни [8].

Захист літаків (вертольотів) на сьогодні вимагає розширення можливостей та удосконалення характеристик протидії новітнім зразкам систем ППО [6].

Керовані ракети (КР) завдяки високій швидкості і дальності польоту, маневреності, складності виявлення та точності наведення стали одною з головних загроз для літальних апаратів (ЛА) різного призначення. Захист бойових,

транспортних літаків і вертольотів від керованої ракетної зброї є однією з складніших проблем авіації.

Постановка проблеми. Для знищення повітряних цілей сучасними КР класів “поверхня-повітря” та “повітря-повітря” використовуються різні системи наведення [3]. Більшість ракет оснащена активними, пасивними і напівактивними радіолокаційними головками самонаведення (РЛГСН), пасивними інфрачервоними (ІЧ) та ультрафіолетовими (УФ), а також лазерними головками самонаведення активного й пасивного типів. У деяких з КР застосовуються комбіновані системи наведення.

За останнє десятиліття причини бойових втрат літаків і вертольотів, свідчать про те, що понад 90 % ЛА було знищено ракетами, оснащеними пасивними ІЧ ГСН, и до 45 % - КР з РЛГСН. Більша частина втрат є наслідком застосування КР класу “поверхня-повітря”.

На теперішній час більш ніж у 20-ти країнах виробляється понад 100 типів таких ракет. Серед КР класу “поверхня-повітря” найбільш розповсюдженими є переносні зенітні ракетні комплекси (ПЗРК) [7].

Найбільш ефективними вважаються керовані

авіаційні ракети класу “повітря-повітря” з ІЧ ГСН, що мають амплітудно-фазову (АФ) і частотно-фазову (ЧФ) обробку (модуляцію) сигналу. Застосування часово-імпульсної модуляції використовується в останніх розробках ракет класу “повітря-повітря” і ПЗРК.

Для захисту від КР сучасні літальні апарати використовують специфічні засоби електронної війни – станції виявлення та попередження про загрозу ракетного нападу, а також засоби активної і/або пасивної протидії їй [8].

У стадії розробки і виробництва знаходяться засоби захисту від ракет, які можна розділити на наступні групи:

засоби активних завад (ЗАЗ), що працюють як з лазерним, так і з звичайним (некогерентним) джерелом ІЧ випромінювання;

засоби пасивних завад (ЗПЗ);

засоби попередження пілота про пуск ракети (ЗППР).

Залежно від вигляду і потужності випромінювання на вході ІГС активні завади поділяються, у свою чергу, на ті, що наносять ураження, засвітлюють і що дезорієнтують головки самонаведення.

Для широко використовуваних в оптоелектронних приладах матеріалів гранична щільність випромінювання для імпульсів тривалістю біля 10^7 с становить від 10^6 до 10^7 Вт/см², що відповідає рівню енергії від 0,1 до 1 Дж/см² [5].

При щільності енергії порядку 1,5 Дж/см² відбувається швидкий нагрів приймача променевої енергії (ППЕ), в результаті чого він руйнується. При нижчих рівнях випромінювання відбувається локальне ураження фоточутливого шару, в результаті чого здійснюється ефект засвітлювання ГСН. Час відновлення працездатності ППЕ може складати від сотих часток секунди до декількох годин, що приводить до зриву супроводження ракетою цілі. При дії завади з рівнем $10^6 \dots 10^4$ Вт/см² відбувається силове придушення сигналу від цілі. Але дія завади на інфрачервоні головки самонаведення припиняється безпосередньо після її зняття.

Модульовані завади вимагають найменшої щільності випромінювання на вході ІГС, яка повинна перевищувати рівень опромінення ракетою, яка атакується, в 2-3 рази. Проте, вигляд модуляції завади повинен відповідати методу обробки сигналу в ІГС придушеної ракети, а частоти модуляції завади і частоти модуляції випромінювання цілі повинні збігатися до 3-5%. Системи такого типу повинні мати інформацію про типи ІГС, що застосовуються, або протидіяти лише одному типу ІГС.

Засоби пасивних завад включають хибні теплові цілі (ХТЦ) і аерозольні. Аерозольні поділяються в свою чергу на маскувальні та

імітаційні. Маскувальні аерозольні хмари призначені зменшити сигнал від цілі на вході ІГС і поряд з імітаційними в даний час широко не застосовуються, зважаючи на слабку ефективність і складність технічних рішень.

Ефективність аерозолію визначається як загальна маскуюча здатність, що характеризується площею поверхні, що може бути скрита за допомогою 1 кг аерозольного засобу, що забезпечує послаблення випромінювання у видимому діапазоні довжини хвиль у 80 разів. Наприклад, ефективність білого фосфору 1350 м²/кг, гексахлоретанової суміші 900 м²/кг, масла, виробленого з нафти 630 м²/кг [5].

Таким чином, протистояти сучасним зразкам ППО доволі складно. Тому, беручи до уваги характер повітряного бою, автором статті розглядаються шляхи удосконалення системи управління озброєнням (СУО) літаків, які знаходяться на озброєнні ПС ЗС України, що дасть можливість з достатньо великою імовірністю захистити екіпаж літального апарату від ракет класу “повітря-повітря” і “поверхня-повітря”.

В статті проведено аналіз систем оповіщення про ракетну атаку передових країн світу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

На кожному літаку (вертольоті) незалежно від його призначення вимагається мати як мінімум систему, що забезпечує виявлення та попередження про загрозу. Вона повинна своєчасно виявляти загрозу, попереджати про це екіпаж ЛА і в автоматичному режимі видавати команди на застосування засобів активної та пасивної протидії [7].

Станції попередження про ракетну атаку застосовуються на літаках і вертольотах у наступних варіантах: у складі інтегрованих комплексів індивідуального захисту та активної оптоелектронної протидії; сумісно з приймачами попередження про опромінення літака (вертольоту), радіолокаційними станціями управління вогнем і наведення ракет, активними РЛ ГСН КР та автономно. Їх принцип дії, ознаки загрози ракетної атаки, інтенсивність та потужність випромінювання ракет детально розглянуто у [7].

Метою статті є проведення аналізу можливостей існуючих систем оповіщення про ракетну атаку літальних апаратів, основних переваг та недоліків, і на підставі цього запропонувати шляхи підвищення ефективності їх застосування.

Виклад основного матеріалу дослідження

На озброєнні передових країн світу знаходяться станції попередження про ракетну атаку, що виготовлені у США, Німеччині і Великобританії (AN/AAR-58, AN/AAR-47, AN/AAR-54/PMAWS, AN/AAR-57/CMWS,

AN/AAR-60 MILDS, AN/AAR-60 (V) 2 MILDS F, AN/AAQ-37, DIRCM тощо). Станції національного виготовлення мають на озброєнні тільки Франція (DDM2000, DDM-Prime), ПАР (MAW-200) та Ізраїль (Guitar 300, Guitar 350, PAWS, PAWS 2) [7, 14, 12, 13, 15].

На сьогодні на ЛА Збройних Сил України (ЗС України) встановлені засоби захисту, до складу яких входять системи попередження про радіолокаційне опромінення, системи постановки активних завад, а також пристрої відстрілу хибних цілей [8].

Основні системи захисту авіації Повітряних Сил Збройних Сил України такі:

для тактичної авіації: системи попередження про опромінення СПО-15 – всі типи літаків; станції активних перешкод МиГ-29 – Л-203Б, Су-24М – СПС-161, Су-25 – СПС-141, СПС-142 контейнерного типу); автомати викидання хибних цілей (літаки Су-27 та Су-24М – АПП-50А, МиГ-29 – БВП-30-26, Су-25 – АСО-2В); системи попередження про пуск ракети "МАК-УЛ" (тільки на літаках Су-24М) [8];

для транспортної авіації: системи попередження про опромінення СПО-10 (літаки типу Іл-76МД та Ан-26); станції активних перешкод СПС-5М та СПС-151 (літаки типу Іл-76МД); автомати викидання хибних цілей АСО-2И-Е7р та АПП-50 (літаки типу Іл-76МД) [8].

Вертольоти типу Ми-8 обладнані станціями оптико-електронного придушення Л-166 "Ліпа" та автоматами викидання хибних цілей АСО-2В. Літаки Ан-24 і Ан-30 не обладнані системами захисту від засобів ППО. [6]

Основні характеристики та переваги вищевказаних систем наведено у літературі [7, 6, 10, 14, 11].

Поряд з тим, незважаючи на переваги даних систем, існує ряд недоліків.

Щодо ІЧ датчиків, які поділяються на ті, що сканують і миттєвого огляду.

Датчики, що сканують, не дозволяють швидко виявити та встановити сигнатуру об'єкту, який загрожує. Це призводить до видачі команд екіпажу ЛА та засобам протидії з певним часом запізнення.

Датчики миттєвого огляду мають меншу чутливість ніж ті, що сканують.

Системи з ІЧ датчиками малоефективні при виконанні завдань на гранично малих висотах, у зв'язку з сильним тепловим фоном підстильної поверхні, швидко зростає ймовірність помилкових спрацьовувань.

Системи з УФ датчиками показали залежність можливості виявлення ультрафіолетової компоненти сигнатури ракети від концентрації озону в атмосфері [7].

До недоліків лазерної системи придушення і протидії відносяться:

необхідність генерування завадового

випромінювання одночасно на декількох довжинах хвиль для забезпечення придушення ІЧ головок самонаведення;

застосування високоточної системи наведення лазерного променя на ціль;

вузька зона протидії бортового лазера в силу обмежень по куту відхилення лазерного променя;

необхідність формування потужного потоку лазерного випромінювання на великих відстанях, внаслідок чого великі масо-габаритні показники [1].

Основні недоліки засобів попередження про радіолокаційне опромінення та станцій постановки активних завад, які встановлені на ЛА ЗС України:

орієнтовані на виявлення радіолокаційного опромінення та постановку активних завад РЛС зенітно-ракетних комплексів та бортових РЛС літаків західного виробництва;

не повною мірою забезпечують ідентифікацію РЛС радянського виробництва й сучасних РЛС іноземного виробництва за діапазонами випромінювання та за режимами роботи, що не дає змоги здійснювати ефективну протидію [8].

Аналіз існуючих систем дає можливість зробити висновок, що жодна з вищевказаних систем не дозволяє з високою імовірністю захистити льотний екіпаж від ракет класу "поверхня-повітря" та "повітря-повітря". Існуючі на озброєнні засоби захисту не забезпечують комплексного захисту ЛА від КР з різними типами головок самонаведення.

Сучасні БКО літальних апаратів, як правило, включають до своєї структури два основних взаємопов'язаних комплекси: радіоелектронної та оптико-електронної протидії, які структурно створюються окремо у зв'язку з різними фізичними принципами розповсюдження та оброблення радіо і оптичних хвиль, відмінністю елементної бази, яка використовується для побудови обладнання, та разом з системами попередження про ракетний напад, радіолокаційне (оптоелектронне) опромінювання і приладами викиду хибних цілей інтегруються в єдиний автоматизований комплекс [9].

Побудова сучасних БКО показує, що існують два основні концептуальні підходи до їх побудови, в особливості їх складової частини – комплекту ОЕП [9].

Перший підхід ОЕП базується на використанні для визначення факту пуску керованих ракет і її поточних координат високоточних матричних УФ сенсорів (або пеленгаційних приладів на імпульсно-доплеровських принципах оброблення сигналів) та лазерних пристроїв (генераторів) для знищення (здійснення збою наведення) теплових ГСН керованих ракет. В цьому підході важливим фактором є точне визначення і відслідкування поточних координат ракети для наведення на неї ГСН гостронаправленої лазерної системи.

Прикладом такої системи є системи: “MANTA”, яка розроблена корпорацією російських підприємств спільно з європейською корпорацією Indra; “Guardian”, “Nemesis” американської корпорації Northrop Grumman [9, 4].

В основу другого підходу покладене те, що не обов'язкове точне визначення поточних координат КР, а достатньо тільки визначити факт пуску і приблизний напрямок, після чого створюється всеракурсний захист ЛА за рахунок застосування станції активних некогерентних модульованих ІЧ завад. При цьому, здійснюється зрив наведення або розхитування голівки наведення КР, тим самим підвищується поле дії ХТЦ.

Прикладами ОЕП, які розроблено за цим принципом, є: бортова станція імітуючих активних завад для індивідуального захисту ЛА від КР з ІЧ ГСН – LAIRCM AN/AAQ-24(v) американської корпорації “Northrop Grumman”; система “Президент-С” (РФ); комплекс оптико-електронних завад станції “Квадрос” вітчизняного виробництва [9].

На сьогоднішній день США у рамках проекту HKSPCS (Hard Kill Self-Protection Countermeasure System, система самозахисту на принципі фізичного знищення) почали розробку нових засобів самозахисту для ЛА, що зможуть збивати КР, які наближаються до ЛА.

Нова система виготовлятиметься у двох варіантах: перший це система, яка встановлюється усередині планера літака; другий – підвісний контейнер, що буде вмщати достатню кількість засобів протидії для знищення 4-10 ракет [16].

Виходячи з проведеного аналізу існуючих систем захисту літаків провідних країн світу та авіації Збройних Сил України, враховуючи перспективи розвитку бортових комплексів оборони літальних апаратів зрозуміло, що перспективні системи захисту літальних апаратів від засобів протиповітряної оборони мають забезпечувати:

виявлення радіолокаційного, лазерного опромінення;

визначення типу працюючої радіолокаційної станції та засобів ураження, які використовуються проти літального апарату;

визначення часу, напрямку (траєкторії), дальності пуску засобів ураження із візуальною індикацією та звуковим оповіщенням;

вибір оптимальної програми використання засобів протидії й приведення їх у дію у тому числі і без втручання льотчика.

Таким чином перспективна система захисту літальних апаратів відповідно до вимог, які до неї пред'являються, повинна включати:

систему попередження про опромінення літальних апаратів (радіолокаційне, лазерне);

систему датчиків виявлення пуску ракет (інфрачервоні, ультрафіолетові);

станції оптико-електронної протидії (у тому числі лазерної);

станції постановки активних радіоелектронних завад (з технологією цифрової пам'яті високих частот);

пристроїв викидання хибних цілей;

бортову ЕОМ для рішення задачі вибору оптимальної програми використання засобів протидії й приведення їх у дію у тому числі і без втручання льотчика.

Одним з перспективних шляхів удосконалення систем управління озброєнням (СУО) літаків, що знаходяться на озброєнні Повітряних Сил ЗС України, є розроблення та застосування перспективного нового автоматизованого комплексу активного захисту літака, який дозволить в автоматизованому режимі з достатньо великою імовірністю захистити екіпаж літального апарату від ракет класу “повітря-повітря” і “поверхня-повітря” у ближній зоні.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Отже, за результатами аналізу технічної і наукової літератури, практики застосування бортових систем управління озброєнням літаків за останні 25 років, з метою підвищення ефективності застосування СУО літака необхідно передбачити:

можливості систем попередження про пуск ракет з інфрачервоною (ультрафіолетовою) та радіолокаційною (лазерною) головками самонаведення та систем оптико-електронного придушення;

необхідність витрати льотчиком певного часу на прийняття вірного рішення щодо застосування авіаційного озброєння, засобів захисту в умовах великого обсягу інформації;

низький рівень захисту літака, особливо у ближній зоні задньої напівсфери та на малих і гранично-малих висотах.

Перспективними дослідженнями у даному напрямку є:

розроблення тактико-технічних вимог до комплексу активного захисту літака у ближній зоні та до перспективних керованих ракет класу “повітря-повітря”;

визначення точнісних характеристик комплексу активного захисту літака;

удосконалення математичної моделі та розроблення алгоритму, що забезпечує виявлення, захоплення та супроводження повітряної цілі, наведення на неї перспективних керованих ракет класу “повітря-повітря” і знищення повітряної цілі.

Література

1. **Гавриш С. В.** Создание импульсных газоразрядных источников ИК излучения нового поколения для оптико-электронных систем: дис. д-ра тех. наук: 05.27.02. Москва, 2018. 360 с.
2. Довідник учасника АТО: озброєння і військова техніка Збройних сил Російської Федерації / за заг. ред. А. М. Алімпієва. Харків. Оригінал, 2015. 732 с.
3. **Коротін С. М.** Методика визначення ефективності застосування керованих авіаційних ракет класу “повітря-повітря” ближньої дії по повітряним цілям / С. М. Коротін: зб. наук. пр. інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. К., 2013. № 66. С. 25-35.
4. **Ольгин С.** Бортовая авиационная система оптоэлектронного противодействия “Немезис”. Зарубежное военное обозрение. 2003. № 5. С. 40.
5. **Ольгин С.** Проблемы оптоэлектронного противодействия. Зарубежное военное обозрение. 2002. № 9. С. 35-41.
6. **Скоренький П. Є.** Аналіз стану систем захисту літальних апаратів Повітряних Сил Збройних Сил України. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. № 2(27). С. 49-51.
7. **Флолентов А.** Авиационные станции предупреждения о ракетной атаке. Зарубежное военное обозрение. 2002. № 2. С. 33-39.
8. **Харченко О. В.,** Пашенко С. В., Тараненко В. В. Шляхи оснащення літальних апаратів Збройних Сил України засобами захисту. Наука і оборона. 2015. № 2. С. 33-38.
9. **Шейн І. В.,** Борисюк О. П., Андреев К. В. Аналіз побудови сучасних бортових комплексів захисту літальних апаратів та обґрунтування необхідності розробки автоматизованого бортового комплексу захисту, його концептуальні основи побудови. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. № 2. С. 65-70.
10. **Щербак М.В.** Противодействие зенитным управляемым ракетам с инфракрасным наведением. Наука, технология, бизнес. 2000. № 5. С. 121.
11. **Яшин С.** Особенности развития авиационных средств оптико-электронного противодействия для винтокрылых летательных аппаратов ВС США. Зарубежное военное обозрение. 2016. № 10. С. 67-72.
12. AN/AAR-60 (V)2 Missile Warning System for Fighter Aircraft - ITT Exelis Inc., 2012. – URL: <http://www.exelisinc.com/solutions/Missile-Warning-System/Documents/ITT-Exelis-Missile-Warning-System-AAR-60.pdf>.
13. **Chris Pocock.** Elbit Will Help Defend Future Gripens. 2013. – URL: <https://www.ainonline.com>.
14. **John Haystead.** Missile Warning for Fighter Aircraft. The Journal of Electronic Defense. 2015. № 6. P. 26-36.
15. **Kasper Rasmussen.** Missile Warning and Flare-up for Netherlands F-16. 2017. – URL: <https://www.termacom.com>.
16. **Stephen Trimble.** USN reveals concept to defend aircraft against missile attack with interceptors. 2018. – URL: <https://www.flightglobal.com>.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ О РАКЕТНОЙ АТАКЕ КОТОРЫЕ УСТАНОВЛЕННЫ НА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ

Юрий Николаевич Коломиец

Сергей Михайлович Коротин (кандидат технических наук)

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

Изучение новых комплексов индивидуальной защиты летательных аппаратов от всех типов управляемого ракетного вооружения с инфракрасными головками самонаведения и от радиоуправляемого ракетного вооружения, которые занимают особую роль в выполнении задач лётными экипажами в современных условиях боевых действий, с каждым днём набирает всё большей актуальности. Это направление стало предметом научных исследований научно-исследовательских учреждений Министерства обороны и государственных предприятий оборонно-промышленного комплекса Украины. Результаты проведенного анализа возможностей существующих систем оповещения о ракетной атаке, которые установлены на летательных аппаратах, разработанных в передовых странах мира, дали возможность автору статьи прийти к определению направления исследования перспективных систем защиты летательных аппаратов от средств противовоздушной обороны. Одним из перспективных таких исследований является создание автоматизированного комплекса активной защиты самолёта, с целью повышения эффективности применения бортовых систем управления вооружением самолёта. В статье приведён анализ существующих систем оповещения о ракетной атаке передовых стран мира от поражения ракетами класса “воздух-воздух” и “земля-воздух”. По результатам осуществлённого автором анализа технической и научной литературы, предложено перспективные пути развития автоматизированного комплекса активной защиты летательных аппаратов Воздушных Сил Вооружённых Сил Украины.

Ключевые слова: *летательный аппарат; эффективность защиты самолётов; управляемые ракеты; системы оповещения о ракетной атаке.*

ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF THE EXISTENT COMMON MISSILE WARNING SYSTEMS THAT IS SET ON AIRCRAFTS

Yurii Kolomiets

Sergii Korotin (Candidate of technical sciences)

The study of new systems of individual protection of aircraft from all types of guided missile weapons with infrared homing heads and radio-controlled missile weapons, which occupy a special role in the performance of tasks by flight crews in modern combat conditions, is gaining increasing relevance every day. This area has been the subject of scientific research institutions of the Ministry of Defense and state-owned enterprises of the military-industrial complex of Ukraine. The results of the analysis of the capabilities of existing missile attack warning systems, which are installed on aircraft developed in advanced countries of the world, enabled the author to come to the definition of the direction of research of promising systems for protecting aircraft against air defense systems. One of the promising such studies is the creation of an automated complex for the active protection of the aircraft, with the aim of increasing the efficiency of using the onboard aircraft weapon control systems. The article provides an analysis of existing warning systems for a rocket attack of the advanced countries of the world from "air-to-air" and "air-to-surface" missiles. Existing common missile warning systems of advanced countries from shut downing the "air-to-air" and "air-to-surface" missiles were studied in this article. According to the results of the analysis of technical and scientific literature carried out by the author, offered the perspective directions of developing an automated complex of active protection of aircraft of Ukrainian Air Force.

Keywords: common missile warning systems; aircraft, missiles.

References

- 1. Gavrish S. V.** Creation of pulsed gas-discharge sources of infrared radiation of a new generation for optical-electronic systems [Sozdanie impul'snykh gazorazryadnykh istochnikov IK izlucheniya novogo pokoleniya dlya optiko-ehlektronnykh sistem]: thesis for the degree of Doctor of Technical Sciences. Moscow, 2018. 360 p.
- 2.** Reference book of the ATO participant: armament and military equipment of the Armed Forces of the Russian Federation [Dovidnyk uchasnyka ATO: ozbroiennia i viiskova tekhnika Zbroinykh syl Rosiiskoi Federatsii] / A. M. Alimpiiev. Kharkiv. Original, 2015. 732 p.
- 3. Korotin S. M.** Method for determining the effectiveness of the use of the missiles air-to-air for air targets [Metodyka vyznachennia efektyvnosti zastosuvannia kerovanykh aviatsiinykh raket klasu "povitria-povitria" blyzhnoi dii po povitrianykh tsiliam] / S. M. Korotin. Collection of scientific works of the Modeling Problems in the energy Institute named after G.E. Puhov NAS of Ukraine. K., 2013. №.66. p.25-35.
- 4. Ol'gin S.** Onboard aviation system of opto-electronic countermeasures "Nemesis" [Bortovaya aviacionnaya sistema opto-ehlektronnogo protivodejstviya "Nemesis"]. Foreign military review. 2003. № 5. P. 40.
- 5. Ol'gin S.** Optoelectronic countermeasures [Problemy optoehlektronnogo protivodejstviya]. Foreign military review. 2002. № 9. P. 35-41.
- 6. Skorenkyi P. Ie.** Analysis of state of aircraft protection systems of the Air Force of Ukraine [Analiz stanu system zakhystu litalnykh aparativ Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy]. Science and technology of Ukrainian Air Force. 2017. № 2(27). P. 49-51.
- 7. Fiolentov A.** Aircraft missile warning stations [Aviacionnye stancii preduprezhdeniya o raketnoj atake]. Foreign military review. 2002. № 2. P. 33-39.
- 8. Kharchenko O. V.,** Pashchenko S. V., Taranenko V. V. Ways of equipping the aircraft of the Armed Forces of Ukraine with means of protection [Shliakhy osnashchennia litalnykh aparativ Zbroinykh Syl Ukrainy zasobamy zakhystu]. Science and defense. 2015. № 2. P. 33-38.
- 9. Shein I. V.,** Borysiuk O. P., Andrieiev K. V. Analysis of the construction of modern airborne aircraft protection complexes and justification for the need to develop an automated airborne defense complex, its conceptual foundations of construction [Analiz pobudovy suchasnykh bortovykh kompleksiv zakhystu litalnykh aparativ ta obgruntuvannia neobkhidnosti rozrobky avtomatyzovanoho bortovoho kompleksu zakhystu, yoho kontseptualni osnovy pobudovy]. Science and technology of Ukrainian Air Force. 2017. № 2. P. 65-70.
- 10. Shcherbak M. V.** Counteraction of infrared-guided anti-aircraft missiles [Protivodejstvie zenitnym upravlyaemym raketam s infrakrasnym navedeniem. Science, technology, business. 2000. № 5. 121 p.
- 11. Yashin S.** Features of the development of aviation optical-electronic countermeasures for helicopters of the US Armed Forces [Osobennosti razvitiya aviacionnykh sredstv optiko-ehlektronnogo protivodejstviya dlya vintokrylykh letatel'nykh apparatov VS SSHA]. Foreign military review. 2016. № 10. P. 67-72.
- 12.** AN/AAR-60 (V)2 Missile Warning System for Fighter Aircraft - ITT Exelis Inc., 2012. – URL: <http://www.exelisinc.com/solutions/Missile-Warning-System/Documents/ITT-Exelis-Missile-Warning-System-AAR-60.pdf>.
- 13. Chris Pocock.** Elbit Will Help Defend Future Gripens. 2013. – URL: <https://www.ainonline.com>.
- 14. John Haystead.** Missile Warning for Fighter Aircraft. The Journal of Electronic Defense. 2015. № 6. P. 26-36.
- 15. Kasper Rasmussen.** Missile Warning and Flare-up for Netherlands F-16. 2017. – URL: <https://www.termacom.com>.
- 16. Stephen Trimble.** USN reveals concept to defend aircraft against missile attack with interceptors. 2018. – URL: <https://www.flightglobal.com>.

Наталія Олександрівна Королюк (кандидат технічних наук)¹

Роман Олексійович Пазинич²

Сергій В'ячеславович Мельник³

¹ Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна

² в/ч А1671, Чернігів, Україна

³ в/ч А0351, Київ, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОГО ПІДХОДУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ ЧАСТИНАМИ ТА ПІДРОЗДІЛАМИ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗСУ

У статті запропонований комплексний підхід для оцінки ефективності функціонування системи управління підрозділами Повітряних Сил Збройних Сил України з урахуванням факторів, що впливають на функціонування, вимог, що висуваються, досвіду організації управління. Рекомендовано завдання оцінки ефективності функціонування системи управління розглядати як процес ухвалення рішень по декількох показниках. Проте реалізація цього підходу передбачає формування залежності результуючого показника від безлічі часткових, які характеризують відповідність системи управління своєму призначенню. Пропонується використання методів аналізу функціональних характеристик системи управління і побудови системи показників відповідно до функцій об'єкта дослідження. В якості формальної математичної конструкції використовується дерево цілей системи. Обґрунтований комплексний показник, що характеризує ефективність системи управління, що визначається точносними, тимчасовими або імовірнісними характеристиками правильного рішення.

Ключові слова: ефективність управління, узагальнений показник якості управління, дерево цілей, системи управління.

Вступ

Постановка проблеми. Досвід локальних війн та конфліктів останнього десятиріччя свідчить, що угруповання сил та засобів повітряного нападу здатні виконувати як оперативні-тактичні, так і стратегічні завдання. Це обумовлює підвищення значення боротьби у повітряному просторі для досягнення успіху не лише в окремих операціях збройних сил, але й у війні в цілому [1–2]. Зростання ролі авіації у воєнній сфері підтверджується об'єктивними закономірностями, в основі яких лежить зростання обсягу завдань авіаційних угруповань в сучасних операціях (бойових діях).

Аналіз застосування сил і засобів збройної боротьби в ході останніх збройних конфліктів свідчить, що основною тенденцією застосування військ (сил) є перехід від концепції “платформно-центричної війни”, де основний акцент робився на кількість озброєння та військової техніки, у бік “мережецентричних війн”, основою яких є інтеграція всіх сил і засобів у єдиному інформаційному просторі, що дозволяє суттєво підвищити ефективність їх бойового застосування за рахунок зменшення тривалості циклу бойового управління [3–4]. При цьому, підвищення ефективності управління можливе за рахунок практичної організації єдиного бойового управління всіма військами і силами авіації і протиповітряної оборони (ППО), що не завжди реалізовувалось в минулому.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питанням дослідження ефективності складних систем управління (СУ) присвячено ряд публікацій [5–8]. Їх аналіз показує, що в якості методичної основи при проведенні досліджень складних систем нині застосовується методологія системного аналізу, що використовує поняття, концепції, формально-математичний апарат кібернетики і теорії складних систем. Оцінка ефективності систем управління частинами (підрозділами) повинна здійснюватися на основі аналізу специфіки їх функціонування.

Дослідження та оцінка ефективності функціонування системи управління, не дивлячись на достатню кількість публікацій та наукових досліджень є досить складним теоретичним і практичним завданням. При обґрунтуванні підходів для оцінки ефективності управління частинами та підрозділами Повітряних Сил ЗСУ необхідно враховувати особливості:

невизначеності в діях повітряного противника, його ініціативи у виборі способів застосування засобів повітряного нападу (ЗПН), наявності у нього сучасної високоточної зброї та засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ);

застосування концепцій безконтактних (гібридних) війн з однієї сторони та застарілим озброєнням та військовою технікою (ОВТ), недостатнім інформаційним забезпеченням, великим часом реакції системи ППО з іншої сторони.

Однак аналіз існуючих методик демонструє, що нині існує декілька підходів для дослідження і оцінки ефективності управління частинами (підрозділами). Перший підхід полягає в оцінці ефективності бойового застосування частин. У другому випадку, оцінка ефективності управління здійснюється виходячи з аналізу ефективності функціонування СУ, в ході рішення завдань з управління в заданому діапазоні умов застосування.

Мета статті. Обґрунтування комплексного підходу для оцінки ефективності управління частинами, підрозділами Повітряних Сил Збройних Сил з урахуванням факторів, що впливають на функціонування СУ, вимог що висуваються, досвіду організації управління та вимог керівних документів.

З метою досягнення поставленої мети доцільно вирішити часткові завдання:

- аналіз факторів, які впливають на ефективність управління частинами, підрозділами ПС ЗС під час ведення бойових дій;
- дослідження ефективності автоматизованого управління частинами, підрозділами ПС ЗС;
- обґрунтування рекомендацій щодо комплексного підходу для оцінки ефективності функціонування СУ частинами, підрозділами Повітряних Сил Збройних Сил.

Виклад основного матеріалу дослідження

Управління – безперервний послідовний організаційно-технічний процес, що здійснюється із широким використанням різноманітного впливу суб'єкта на об'єкт управління для досягнення заданої мети. Це особлива діяльність керівного складу, яка проводиться на основі інформації про стан зовнішнього середовища, об'єкта управління.

Основною метою управління є максимальна реалізація потенційних можливостей підпорядкованих сил в інтересах досягнення у встановлені строки задач в операції, на основі виробки і реалізації сучасних та обґрунтованих рішень з урахуванням конкретних умов обстановки та з мінімальними втратами [9].

Управління частинами та підрозділами Повітряних Сил – це цілеспрямована діяльність командирів, штабів, органів управління щодо підтримання бойової та мобілізаційної готовності частин (підрозділів) їх підготовки до бойових дій та керівництва ними під час виконання поставлених завдань.

При цьому, найважливішими принципами управління частинами є: єдиноначальність; централізація у всіх ланках з наданням підлеглим ініціативи у визначенні способів виконання поставлених завдань; твердість і наполегливість у впровадженні в життя прийнятих рішень і планів; оперативне і гнучке реагування на зміну обстановки; особиста відповідальність командирів і начальників за прийняті рішення, використання підпорядкованих підрозділів і результати виконання поставлених їм завдань.

Інформаційне забезпечення при підготовці та в ході ведення операції буде характеризуватись напруженими потоками інформації між різними органами управління. Інформаційні потоки будуть залежати від стану елементів СУ та її організаційної структури.

Функції управління повинні включати завдання забезпечення адекватності інформації, що сприймається органами військового управління, відповідати цілям ведення операції на оперативному рівні, а також завданням достовірного відображення стану зовнішнього середовища, системі й об'єктам управління.

З огляду на останні тенденції створення СУ бойовими діями авіації та ППО країн Альянсу, в Республіці Польща розгорнута система управління у відповідності до структури та вимог ACCS на базі національної АСУ “Дунай”. Обмін інформацією забезпечується в єдиному стандарті передачі даних НАТО “link 1”. В Германії компанія ESG (Elektroniksystem und Logistik) розробила мобільний командний пункт (КП) для військово-повітряних сил (ВПС), що застосовуватиметься для управління як окремими підрозділами, так і ВПС в цілому.

Отже, в збройних силах країн НАТО та США, удосконалення СУ частин та підрозділів Повітряних Сил здійснюється шляхом підвищення мобільності пунктів управління (ПУ), формуванням єдиного поля бойового управління авіацією й засобами ППО, використання принципів модульності ПУ та відкритості архітектури систем.

Таким чином, ефективність управління залежить як від підготовленості бойової обслуги, автоматизації процесів управління, так і від раціональної побудови всієї системи, комплексного підходу до підвищення ефективності управління. Необхідно застосовувати сучасні розробки та сучасну технічну базу, враховувати останні тенденції розвитку СУ збройних сил провідних країн світу.

Виходячи із вимог до управління, спостерігається певна залежність ефективності управління від таких факторів: своєчасність прийняття рішення; чіткість постановки задач підпорядкованим силам; якість і оперативність використання інформації яка є в наявності; висока готовність органів управління; комплексне використання технічних засобів управління; суворе виконання правил скритного управління військами і безпеки зв'язку; забезпечення живучості ПУ; надійний захист від засобів радіоелектронного подавлення (РЕП) противника.

У загальному випадку під ефективністю управління розуміється вплив системи управління на досягнення кінцевих цілей бойових дій або на ступінь використання в операції потенційних бойових можливостей військ в конкретній обстановці.

Кількісно ефективність системи може бути оцінена з використанням показників ефективності – чисельної міри. Порівняння кількісних

показників систем дозволяє говорити про те, наскільки (чи в скільки разів) одна система краще (чи гірше) за іншу за тим або іншим показником, або наскільки одна система ефективніша за іншу.

Одним з головних завдань при оцінці ефективності складних систем є формування і постійне вдосконалення системи показників, адекватних до тих, що відтворюють основні властивості систем які оцінюються.

Дослідження та оцінка ефективності функціонування СУ, не дивлячись на достатню кількість публікацій та наукових досліджень є досить складним теоретичним і практичним завданням та потребує виконання ряду етапів, які представлені на рис.1 [5–11].

В процесі функціонування системи управління відбувається зміна її станів (рух у просторі станів) у зв'язку з впливом зовнішніх та внутрішніх факторів. Тому процедура оцінки ефективності системи управління буде носити характер прогнозування результату функціонування систем [5].

На практиці, в ході рішення завдань, пов'язаних з оцінкою бойових можливостей СУ, прагнуть використати один узагальнений показник, що інтегрально оцінює вплив СУ на ефективність застосування військ.

Проте використання узагальненого показника пов'язане з різного роду труднощами,

обумовленими як складністю обліку в структурі такого показника усієї сукупності чинників, що впливають на нього, так і можливістю його отримання в ході експериментальних досліджень. Це призводить до того, що при комплексному дослідженні ефективності бойових дій, використовується сукупність показників, вибір яких визначається завданнями, що вирішуються.

Отже, оцінка ефективності СУ має розраховуватись по сукупності показників внутрішньої (функціональної) і зовнішньої (бойової) ефективності.

При цьому часткові показники внутрішньої ефективності системи ні формально, ні функціонально не пов'язані з показником зовнішньої ефективності. З урахуванням усунення невизначеностей, характерних для наведеного підходу, доцільно розглянути варіант побудови системи критеріїв (показників) ефективності управління, заснований на типових етапах функціонування СУ [4; 10].

Оцінка внутрішньої ефективності управління буде складатися із оцінки якості управління і таких властивостей системи управління як бойова готовність, оперативність, стійкість, безперервність і скритність.

В якості показників бойової ефективності зазвичай використовуються узагальнені показники якості управління (ПЯУ).

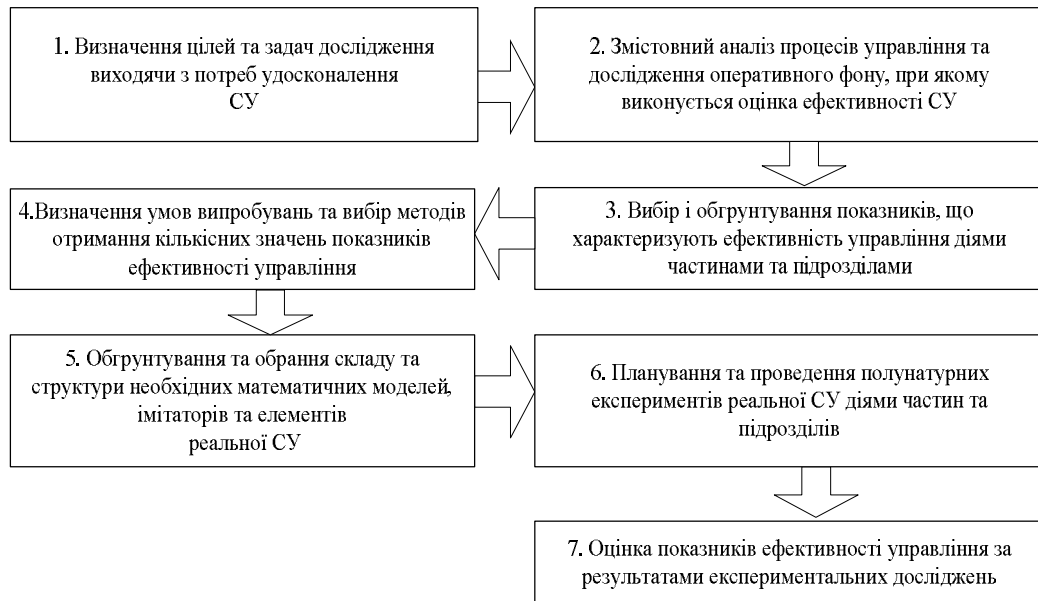


Рис. 1 Етапи проведення дослідження та оцінки ефективності системи управління

Традиційно в узагальненому аналітичному вигляді ПЯУ оцінюється як величина відшкодованого збитку, що наноситься об'єктам оборони, а саме:

$$Q = \sum_{r=1}^R C_r \left(\sum_{j=1}^N C_{rj} P_{rj}^{30} - \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M C_{rj} P_{rj}^{30} P_{ij}^{B3} m_{ij} \right) \quad (1)$$

де C_r – важливість r -окремого об'єкта, що обороняється;

r, R – номери об'єктів, що обороняються;

C_{rj} – коефіцієнт важливості (небезпечності) j -ї

цілі для r -го об'єкта оборони;

P_{rj}^{30} – імовірність входу j -ї цілі в зону безпеки r -го об'єкта оборони;

N – кількість цілей в ударі;

M – кількість вогневих засобів;

P_{ij}^{B3} – імовірність виконання i -м вогневим засобом бойової задачі по j -й цілі;

m_{ij} – параметр управління, що характеризує функціонування СУ:

Дослідження ефективності з використанням показника відверненого збитку дозволяє отримати підсумкову оцінку якості управління і спростити порівняльну оцінку ефективності систем управління однакового цільового призначення.

Проте набуття кількісних значень показників ефективності з використанням виразу (1) є досить складним завданням, пов'язаним з необхідністю визначення параметрів, що характеризують стан об'єктів, які прикриваються C_r , і повітряних цілей C_{rj} . На практиці величину відверненого збитку визначають шляхом математичного моделювання бойових дій.

Для оцінки якості управління бойовими діями авіаційних частин (підрозділів) ряд методик в якості показника використовує математичне очікування числа знищених цілей:

$$M_{Ц} = K_{БГ}^P K_{УПР}^P N^{ВЗ} \sum_{k=1}^{n_p^1} P_k^P (1 - (1 - P_{ураж}^P)^{n_p^1}) P_{Нк}^P \quad (2)$$

де n_p^n, n_p^1 – кількість ракет на вогневому засобі заданого типу авіаційної частини і ракет, що застосовується ними в одній атаці;

P_k^P – розрахункова імовірність реалізації i -ї атаки в залежності від надійності і живучості;

$P_{ураж}^P$ – розрахункова імовірність ураження цілі при пуску однієї ракети кожним типом вогневого засобу;

$P_{Нк}^P$ – розрахункова імовірність наведення ракети на ціль в k -й атаці;

$K_{БГ}^P$ – розрахунковий коефіцієнт боєготовності вогневих засобів;

$K_{УПР}^P$ – розрахунковий коефіцієнт управління, що враховує підвищення (зниження) ефективності застосування за рахунок якості управління;

$N^{ВЗ}$ – кількість вогневих засобів.

Параметри, що безпосередньо характеризують ефективність функціонування СУ m_{ij} та $K_{УПР}^P$ ототожнюються тільки з показником якості цілерозподілення, що, в загальному випадку, неприпустимо. Управління бойовими діями не зводиться лише до цілерозподілення, а є цілим комплексом заходів, що включає питання планування, організації і управління підпорядкованими силами (засобами).

Пропонується використання методів аналізу функціональних характеристик СУ і побудови системи показників відповідно до функцій (завдань, що вирішуються) об'єктом дослідження. Для вирішення цього завдання, в якості формальної математичної конструкції використовується дерево цілей системи.

Дерево цілей відображує ієрархію завдань, що стоять перед СУ, і визначає взаємозв'язок між

елементами різних рівнів управління. Ієрархічна структура дерева цілей дозволяє формалізувати процес вибору і побудови системи показників для оцінки ефективності управління [8].

Кожна з сформованих таким чином цілей (підсистем) описується кількісними показниками, що характеризують відповідність СУ функціональному призначенню, такими, як продуктивність (пропускна спроможність), оперативність і якість вирішення завдань управління. При цьому показники нижніх рівнів необхідно використовувати в узагальненому вигляді при обчисленні показників, що знаходяться на верхніх рівнях.

У цьому випадку завдання оцінки ефективності функціонування СУ зводиться до завдання ухвалення рішень з декількома показниками, що характеризують якість реалізації функцій системою. Проте реалізація цього підходу для дослідження і оцінки ефективності СУ вимагає встановлення залежності результуючого (комплексного) показника від безлічі часткових, які характеризують відповідність СУ своєму призначенню.

Рішення цієї задачі можна отримати шляхом побудови функції узагальнення показників, задаючи вектор пріоритетів $a = (a_1, a_2, a_n)$ часткових задач [10].

При цьому, взаємозв'язок між елементами різних рівнів ієрархічної системи основних функціональних характеристик встановлюється на основі принципу адитивної корисності з використанням таких співвідношень:

$$K_1 = \sum_i^n \alpha_{li} K_{1+1,i} \quad (3)$$

$$\sum_i \alpha_{li} = 1 \quad (4)$$

де K_1 – комплексний показник ефективності функціонування СУ 1-го рівня;

α_{li} – вектор вагових коефіцієнтів;

l – кількість рівнів декомпозиції;

n – кількість i -х елементів (показників) на l -му рівні;

$K_{1+1,i}$ – нормований вектор часткових показників якості функціонування СУ $l+1$ -го рівня, кожен елемент якого визначається відповідно до виразу:

$$K_{1+1,i} = \frac{W_{1+1,i}}{W_{1+1,i}^*} \quad (5)$$

$$W_{1+1,i}^* \neq 0 \quad (6)$$

де $W_{1+1,i}$ – i -й частковий показник $l+1$ -го рівня;

$W_{1+1,i}^*$ – максимально можливе (потрібне) значення i -го часткового показника $l+1$ -го рівня.

Таким чином, комплексний показник K_1 ефективності рішення системою усіх покладених на неї функціональних завдань розраховується як зважена сума з урахуванням важливості завдань і

визначається точносними, тимчасовими або імовірнісними характеристиками правильного рішення системою окремих задач по відношенню до максимального необхідних (потрібних) значень, що гарантують виконання системою відповідних функцій

Висновки і перспективи подальших досліджень

Таким чином, система управління ПС ЗСУ є складною, ієрархічною системою із численними функціональними зв'язками та завданнями. Питанням дослідження ефективності складних СУ присвячено ряд публікацій. Їх аналіз показує, що в якості методичної основи при проведенні досліджень складних систем нині застосовується методологія системного аналізу, що використовує поняття, концепції, формально-математичний апарат кібернетики і теорії складних систем. Оцінка ефективності систем управління частинами

(підрозділами) повинна здійснюватися на основі аналізу специфіки їх функціонування.

Аналіз існуючих підходів до дослідження і оцінки ефективності СУ показав, що нині для оцінки якості управління використовують велике число різномірних показників.

При цьому, об'єднання декількох показників в один узагальнений дозволяє істотно спростити порівняльну оцінку СУ. До того ж застосування системного підходу для оцінки ефективності управління вимагає проведення змістовного аналізу процесу функціонування і встановлення повного переліку завдань, що стоять перед СУ.

Для оцінювання ефективності управління СУ найбільш прийнятним є комбінований метод який дозволяє об'єднати практично всі існуючі обчислювальні та необчислювальні показники та внутрішні і зовнішні характеристики складної системи з урахування задач, що на неї покладені.

Література

Alimpiev A. Selecting a model of unmanned aerial vehicle to accept it for military purposes with regard to expert data Eastern-European / A. Alimpiev, P. Berdnik, N. Korolyuk, O. Korshets, M. Pavlenko // Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. – 2017. – Vol. 1, No. 9(85). – P. 53-60. **2.Трюхан О.М.** Тактика авіації у локальних війнах та збройних конфліктах: досвід, аналіз, тенденції / Трюхан О.М. // Міністерство оборони України. – К.: НАОУ, 2005. – 340 с.3. Стенин А. Грузинский реванш / А. Стенин // Воздушно-космическая оборона. – 2009. – № 3(46). – С. 4-15. **3. Command and Control of Joint Air Operations.** Joint Publication/3-3010, February 2014. **4.Синявский В. К.** Возможные подходы к созданию автоматизированных систем управления войсками (силами) / В.К. Синявский // Наука и военная безопасность. – 2008. – № 3. – С. 21-27. **5.Тимчасові основи ведення операцій військ (сил) ЗС України.** – К.: ГШ ЗС України, 2016. – 165 с. **6.Харченко В.П.** Обслуговування повітряного руху на цивільних аеродромах України / В.П. Харченко, Г.Ф. Аргунов, О.Є. Луппо. – К.: НАУ, 2013. – 244 с. **7.Королюк Н.О.** Процедура формалізації даних, які використовуються

при описі процесу управління рухом повітряних об'єктів / Н.О. Королюк, Р.В. Корольов, О.А. Корщев // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2017. – № 4(53). – С. 103-106. **8. Камінський В.В.** Аналіз застосування безпілотних літальних апаратів в сучасних збройних конфліктах та АТО на Сході України / В.В. Камінський, В.В. Тюрін, О.А. Корщев, Н.О. Королюк // Наука і оборона. – 2017. – № 3(4). – С. 4-8. **9.Пермяков О.Ю.** Роль і місце інформаційних технологій в системі державно-оперативного військового управління з точки зору сучасних уявлень / О.Ю. Пермяков, Н.О. Королюк // Третя міжнародна науково-практична конференція застосування космічних та геоінформаційних систем в інтересах національної безпеки та оборони 5 квітня 2018 року. – К.: НУОУ С.81-84. **10.Пермяков О.Ю., Королюк Н.О.** Інформаційно – телекомунікаційні технології і сучасна збройна боротьба Науково-технічна конференція молодих учених “Актуальні проблеми інформаційних технологій”, 20-21 листопада 2018 року, Київ: НУОУ - 88 с.

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТЯМИ И ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ВОЗДУШНЫХ СИЛ ВСУ

Наталья Александровна Королюк (кандидат технических наук)¹

Роман Алексеевич Пазинич²

Сергей Вячеславович Мельник³

¹ *Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени И. Кожедуба, Харьков*

² *в/ч А1671, Чернигов*

³ *в/ч А0351, Киев*

В статье предложен комплексный подход для оценки эффективности функционирования системы управления подразделениями Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины с учетом факторов, влияющих на процесс функционирование, выдвигаемых требований, опыта организации управления. Рекомендовано задачу оценки эффективности функционирования системы управления рассматривать как процесс принятия решений по нескольким показателям. Однако реализация этого подхода предполагает установление зависимости результирующего показателя от множества частных показателей. Обоснован комплексный показатель эффективности решения системой всех возложенных на нее функциональных задач, который определяется точностными, временными или вероятностными характеристиками правильного решения.

Ключевые слова: *эффективность управления, обобщенный показатель качества управления, дерево целей, системы управления.*

JUSTIFICATION OF A COMPLEX APPROACH FOR EVALUATING THE EFFICIENCY OF PART MANAGEMENT UNITS OF AIR FORCES OF THE ARMED FORCES

Nataliia Koroliuk (Candidate of technical sciences)¹Roman Pazynych²Sergii Melnyk³¹ Of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University² Military unit A1671, Chernigiv³ Military unit A0351, Kyiv

The article proposes a comprehensive approach for assessing the effectiveness of the control system of the units of the Air Forces of the Armed Forces of Ukraine, taking into account the factors influencing the functioning of the process, the demands advanced, and the experience of management organization. The task of evaluating the effectiveness of the management system is recommended as a decision-making process on several indicators. However, the realization of this approach involves the formation of the dependence of the result on a variety of private indicators. The complex indicator of the efficiency of the solution of the system of all the functions assigned to it on a functional basis is proved, which is determined by the exact, temporal or probabilistic characteristics of the correct solution. The control system of the Air Forces of the Armed Forces is a complex, hierarchical system with numerous functional connections and tasks. The issue of the study of the effectiveness of complex SU is devoted to a number of publications. Their analysis shows that methodology of system analysis, using concepts and concepts, the formal-mathematical apparatus of cybernetics and the theory of complex systems, is used as a methodological basis for the research of complex systems. The assessment of the effectiveness of the management system by parts (subdivisions) should be based on the provisions of the experimental and theoretical method. The analysis of existing approaches to the study and evaluation of the effectiveness of the management system showed that today a large number of heterogeneous indicators are used to assess the quality of management. At the same time, combining several indicators into one generalization allows to significantly simplify the comparative estimation of management system.

Keywords: efficiency of management, generalized index of quality of management, tree of goal, management system.

References

1. Alimpiev, A., Berdnik, P., Korolyuk, N., Korshets, O. and Pavlenko, M. (2017), *Selecting a model of unmanned aerial vehicle to accept it for military purposes with regard to expert data Eastern-European, Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-377, Vol. 1, No. 9(85), pp. 53-60.*
2. Tryuxan, O.M. (2005), "Taktyka aviatsiyi u lokalnykh viynax ta zbrojnykh konfliktax: dosvid, analiz, tendenciyi" [Tactics av atsiï at local viynah that martial conflicts: dosvid, analiz, trends], Ministry of Defence Ukraine, NAOU, Kyiv, 340 p.
3. Stenyn, A. (2009), "Gruzynskiy revansh" [Georgian revenge], *Aerospace Defense*, No 3(46), pp. 4-15.
4. (2014), *Command and Control of Joint Air Operations. Joint Publication/3-3010, February 2014.*
5. Synyavskiy, V.K. (2008), "Vozmozhnij podxod k ocenke efektyvnosti systemy upravleniya vojskamy (sylamy)" [Possible approach to assessing the effectiveness of the control system of troops (forces)] *Science and military security*, No 3, pp. 21-27.
6. (2016), "Tymchasovi osnovy vedennya operacij vijsk (syl) ZS Ukrainy" [Temporary bases for conducting operations of the Army (forces) of the Armed Forces of Ukraine], *General Staff of the Armed Forces of Ukraine*, Kyiv, 165 p.
7. Xarchenko, V.P., Argunov, G.F. and Luppo, O.Ye. (2013), "Obslugoivuвання povitryanogo ruxu na cyvilnyx aerodromax Ukrainy" [Air traffic service on civil airfields of April 5, 2018], NUOU, Kyiv, pp. 81-84.
11. Permyakov, O.Y. and Korolyuk, N.O. (2018), "Informacijno – telekomunikacijni tehnologiyi i suchasna zbrojna borotba Naukovo-texnichna konferenciya molodyx uchenykh "Aktualni problemy informacijnyx tehnologij" 20-21 lystopada 2018 roku" [Information Ukraine], NAU, Kyiv, 244 p.
8. Korolyuk, N.O., Korolov, R.V. and Korshecz, O.A. (2017), "Procedura formalizaciyi danyx, yaki vykorystovuyutsya pry opysi procesu upravlinnya ruxom povitryanyx obyektiv" [The procedure for formalizing data used to describe the process of controlling the movement of airobjects], *Communication, radio engineering, acoustics and navigation*, No. 4(53), pp. 103-106.
9. Kaminskij, V.V., Tyurin, V.V., Korshhecz, O.A. and Korolyuk, N.O. (2017), "Analiz zastosuvannya bezpilotnyx litalnyx aparativ v suchasnyx zbrojnyx konfliktax ta ATO na Sxodi Ukrainy" [Analysis of the use of unmanned aerial vehicles in modern armed conflicts and ATO in the East of Ukraine], *Science and defense*, No. 3(4), pp. 4-8.
10. Permyakov, O.Y. and Korolyuk, N.O. (2018), "Rol i misce informacijnyx tehnologij v systemi derzhavno-operatyvnogo vijskovogo upravlinnya z tochky zoru suchasnyx uyavlen. Tretya mizhnarodna naukovo-praktychna konferenciya zastosuvannya kosmichnyx ta geoinformacijnyx system v interesax nacionalnoyi bezpeky ta oborony 5 kvitnya 2018 roku" [The role and place of information technology in the system of state operational military management from the point of view of modern ideas Third international scientific and practical conference on the use of space and geoinformation systems in the interests of national security and defense and Telecommunication Technologies and Modern Armed Forces Scientific and Technical Conference of Young Learners "Actual Problems of Information Technologies", November 20-21, 2018], NUOU, Kyiv, 88 p.

Наталія Олександрівна Королюк (кандидат технічних наук)¹

Сергій Миколайович Лістровий²

Микола Ігорович Щербаков³

¹ Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна

² в/ч А2100, Київ, Україна

³ в/ч А0334, Дніпро, Україна

ПІДХІД ЩОДО ПРОГНОЗУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄНЬ В УМОВАХ НЕСТОХАСТИЧНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Розглядається процес визначення прогнозних значень показника якості зразка озброєння на довгочасну перспективу, що передбачає врахування умов нечіткого середовища, яке формується природною і поведінковою нестохастичними невизначеностями та невизначеністю мети операції. Функцію приналежності особа, що приймає рішення, визначає виходячи із її відповідності фізичному змісту показника. Чисельна міра невпевненості експертів щодо висловлювання своїх суб'єктивних думок визначається параметром функції приналежності, який описує її "розмитість". В якості інтервала прогнозних значень пропонуються чіткі підмножини носіїв значень показників. Обґрунтований фізичний зміст виду функції приналежності та параметру її "розмитості" нечіткої підмножини, яка відповідає показнику якості, який розглядається, та в визначені чіткого інтервалу його прогнозних значень на момент часу при прийнятому рівні довіри за значенням функції приналежності.

Ключові слова: довгочасне прогнозування, показники якості, зразки озброєнь, нестохастична невизначеність.

Вступ

Оборонний характер воєнної доктрини Збройних Сил України (ЗСУ) висуває високі вимоги до всіх елементів бойової готовності і підготовки військ. Збройні Сили повинні бути готові відбити агресію шляхом ведення оборонних дій. Найважливішою задачею командування при оборонному характері воєнної доктрини стає постійне спостереження за противником, яке повинне забезпечити своєчасний і організований перехід військ з мирного на воєнний стан. Основою підтримання боєздатності ЗСУ є планування їх розвитку в залежності від прогнозованих можливих воєнних загроз, що включає до себе визначення та розробку на основі принципу оборонної достатності основних напрямів і до в гострокового плану розвитку озброєння та військової техніки (ОВТ). Потреба у формуванні цих документів є об'єктивною. Адже жодна цивілізована країна не може якісно будувати власні збройні сили, не маючи достатньо окресленого їх обрису принаймні на 10-15 років [1]. Помилки при визначенні основних напрямів розвитку озброєння на етапі довгострокового планування можуть призвести до відставання якісних показників зразків, комплексів та систем озброєння від закордонних аналогів та до нерационального витрачання коштів на заходи щодо оснащення збройних сил [2]. Розробка основних напрямів розвитку озброєння

ґрунтується на комплексі прогнозів майбутнього розвитку воєнно-політичної обстановки, науково-технологічної, промислової бази та ін., а стосовно озброєння та військової техніки його можливого кількісного та якісного стану. За часів Радянського Союзу довгострокові прогнози розвитку ОВТ здійснювалися, в основному, експертними методами на основі аналізу світових тенденцій розвитку ОВТ, необхідності створення зразків для усунення або попередження відставання від розробок ймовірного противника та виходячи з останніх досягнень науки і техніки щодо можливості створення якісно нових систем озброєння. З початку існування ЗС України питання удосконалення методологічного апарату довгострокового планування та розробки математичного апарату підтримки прийняття управлінських рішень не розглядалися у повному обсязі, тому рішення щодо оснащення ЗС України сучасними зразками ОВТ на даний час приймаються шляхом застосування евристичних або експертних процедур. Однак складність сучасних систем озброєння, що мають достатньо тривалі етапи життєвого циклу (ЖЦ), зокрема розробки, обумовлює високу відповідальність за прийняття управлінських рішень та потребує проведення досліджень щодо техніко-економічної оцінки перспективних бойових броньованих машин (ББМ) і прогнозу їх відповідності майбутнім загрозам. Без цього можливе

нерациональне або навіть нецільове витрачання коштів. Саме тому в сучасних умовах науково-методичний апарат (НМА) прогнозування розвитку ОВТ, зокрема ББМ, потребує удосконалення з точки зору впровадження математичного апарату та взаємного ув'язування прогнозів тактико-технічних та економічних показників. В сучасних умовах головним напрямком розвитку ЗО є поліпшення їх якісних параметрів у ході розробки та виробництва. Як правило, найбільш важливі рішення щодо вибору напрямків розвитку ЗО приймаються на ранніх етапах розробки, де особлива роль відводиться прогнозним дослідженням, на основі яких приймається рішення на проектування.

Розгляд перспективних зразків озброєнь пов'язаний з прогнозуванням значень показників їх якості. Довгочасне прогнозування потребує врахування умов нестochasticної невизначеності природної, поведінкової та невизначеності мети операції. Особа, яка приймає рішення (ОПР), зацікавлена в тому, щоб з урахуванням фізичного змісту показника якості зразка озброєння, який розглядається, інтервал значень показника відносно того його значення, яке може бути прийнятим як найбільш очікуваним, був би визначений з достатньо високим рівнем довіри.

Враховуючи умови нестochasticної невизначеності, як це наведено в [1–7], довгочасне прогнозування може базуватись на постановці експертизи та обробці експертних даних. Якщо показнику якості зразка озброєння α_t , який розглядається на момент часу t , поставити у відповідність нечітку підмножину \tilde{A}_t , то відповідна їй функція приналежності з ростом t , буде характеризуватись більшою “розмитістю”, яка свідчить про зростання часу прогнозування непевності експертів щодо висловлювання своїх суб'єктивних суджень, зростає.

Виникає протиріччя між зростанням непевності експертів при зростанні часу прогнозу та довжиною чіткого інтервалу значень показника якості при прийнятому рівні функції приналежності нечіткої підмножини \tilde{A}_t , який формується при збільшенні її “розмитості” та який би задовольняв ОПР.

Таке протиріччя породжує проблему: відповідність фізичної змістовності та “розмитості” функції приналежності нечіткої підмножини, яка відповідає показнику якості зразка озброєння, вимогам ОПР щодо інтервалу його прогнозних значень.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні фізичного змісту виду функції приналежності та параметру її “розмитості” нечіткої підмножини, яка відповідає показнику якості, та в визначенні чіткого інтервалу його прогнозних значень на момент часу t при прийнятому рівні довіри за значенням функції приналежності.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися

наступні задачі: проведення порівняльної оцінки багатокритеріальних задач оптимізації, критерії яких можуть відповідати чинникам, що відображають як кількісну, так і якісну ознаку; прогнозування чіткого інтервалу значень показника якості доцільно формувати, яка відповідає нечіткому судженню експертів судженню.

Виклад основного матеріалу дослідження

Визначення прогнозних значень показника якості зразка озброєння будь-якого фізичного змісту на довгочасну перспективу передбачає врахування умов нечіткого середовища, яке формується природною і поведінковою нестochasticними невизначеностями та невизначеністю мети операції [8]. Прогнозування основується на постановці експертизи, в якій приймають участь L експертів і кожний ℓ -й експерт висловлює свою думку незалежно та зворотній зв'язок за схемою експертизи не передбачається.

З точки зору вирішення визначеної вище проблеми ОПР може виходити з того, що чіткий інтервал значень показника якості доцільно формувати при заданому рівні α функції приналежності, яка відповідає судженню “величина $|x_t - a_t^{(h.o.)}|$ є малою”, де x_t – довільне значення показника якості на момент часу прогнозу t , а $a_t^{(h.o.)}$ є найбільш очікуване значення показника якості на момент прогнозу t та відповідає усередненому значенні за результатами опитувань експертів $a_t^{\ell(h.o.)}$, $\ell = \overline{1, L}$. Якщо $a_t^{(h.o.)}$ поставити у відповідність нечітку підмножину $\tilde{A}_t^{(h.o.)}$, то функція приналежності, яка відповідає судженню “величина $|x - a_t^{(h.o.)}|$ є малою” має вигляд

$$\mu_{\tilde{A}_t^{(h.o.)}}(x) = e^{-k_t(x - a_t^{(h.o.)})^2}, \quad (1)$$

При зростанні часу прогнозу t умови нестochasticної невизначеності формують непевність експертів при висловлюванні їх суб'єктивних думок, яка збільшується. В (1) збільшення непевності експертів визначається зменшенням параметра k_t , що відповідає збільшенню “розмитості” функції приналежності.

Відзначимо, що більшим значенням часу прогнозу $t_3 > t_2 > t_1$ відповідає більша “розмитість” функції приналежності (1), що відповідає збільшенню непевності експертів щодо висловлювання своїх суджень.

Вигляд функції приналежності (1) відповідає природному розумінню ОПР щодо значення показника якості: чіткий інтервал прогнозних значень якості визначається як “малий” відносно того значення показника, яке визначається

експертами на момент прогнозу t як найбільш очікуваним $a_t^{(h.o)}$. При заданому рівні функції приналежності α формуються чіткі інтервали $I_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)}$, $I_{\tilde{A}_{t_2}^{(h.o)}}^{(\alpha)}$, $I_{\tilde{A}_{t_3}^{(h.o)}}^{(\alpha)}$ прогнозних значень показника якості відповідно на t_3, t_2, t_1 .

В залежності від змісту фізичної природи показника якості зразка озброєння, ОПР може задовольнити та чи інша довжина інтервалу

$$\tilde{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} = \bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} - \bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)}, \quad (2)$$

де $\bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)}$, $\bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)}$ є відповідно кінець та початок

інтервалу при рівні функції приналежності α на момент прогнозу t . По сукупності показників якості ОПР приймає рішення щодо доцільного перспективного зразка озброєння у відповідності до умови

$$\tilde{I}^{(\alpha)} = \min_i \tilde{I}_{\tilde{A}_{i,t}^{(h.o)}}^{(\alpha)}, \quad (3)$$

де $\tilde{A}_{i,t}^{(h.o)}$ – нечітка підмножина, яка відповідає показнику якості $a_{i,t}^{(h.o)}$, прогнозне значення якої розглядається на момент прогнозу t .

В залежності від природи показника якості зразка озброєння, параметр k_t в (1) ОПР може розглядати, як наступні залежності:

$$k_t^{(1)} = t^{-1}, k_t^{(2)} = e^{-t}, k_t^{(3)} = \left(a_t^{(o.p)} - a_t^{(n)} \right)^{-1}, \quad (4)$$

де $a_t^{(o.p)}$, $a_t^{(n)}$ є відповідно усереднені значення оптимістичної та песимістичної оцінок показника якості a_t на момент прогнозу t . Тоді при $k_t = t^{-1}$ та рівні α функції приналежностей чіткий інтервал $\tilde{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)}$ має наступне визначення:

$$\left\{ \bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} \left(k_t^{(1)} \right) = a_t^{(h.o)} + \sqrt{\lambda t}; \bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} \left(k_t^{(1)} \right) = a_t^{(h.o)} - \sqrt{\lambda t} \right\};$$

$$\tilde{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} \left(k_t^{(1)} \right) = 2\sqrt{\lambda t}, \quad (5)$$

Аналогічно при $k_t^{(2)} = e^{-t}$ маємо, що

$$\left\{ \bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} \left(k_t^{(2)} \right) = a_t^{(h.o)} + \sqrt{\lambda e^{-t}}; \bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} \left(k_t^{(2)} \right) = a_t^{(h.o)} - \sqrt{\lambda e^{-t}} \right\};$$

$$\tilde{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} \left(k_t^{(2)} \right) = 2\sqrt{\lambda e^{-t}}, \quad (6)$$

та при $k_t^{(3)} = \left(I_{a_t^{(h.o)}} \right)^{-1} \left(a_t^{(o.p)} - a_t^{(n)} \right)^{-1}$ маємо, що:

$$\left\{ \bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} \left(k_t^{(3)} \right) = a_t^{(h.o)} + \sqrt{\lambda I_{a_t^{(h.o)}}}; \bar{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} \left(k_t^{(3)} \right) = a_t^{(h.o)} - \sqrt{\lambda I_{a_t^{(h.o)}}} \right\};$$

$$\tilde{I}_{\tilde{A}_t^{(h.o)}}^{(\alpha)} = 2\sqrt{\lambda I_{a_t^{(h.o)}}} \quad (7)$$

Виходячи із фізичного тлумачення показника якості зразка озброєння ОПР може прийняти рішення щодо чіткого інтервалу прогнозування показника при рівні довіри α один із результатів (5) – (7).

Висновки і перспективи подальших досліджень

Вимоги ОПР щодо визначення чіткого інтервалу прогнозних значень показника якості зразка озброєння формуються із відповідності фізичної змістовності прийнятої функції приналежності відповідної для цього показника нечіткої підмножини. Довжина інтервалу визначається невпевненістю експертів, які висловлюють свої суб'єктивні судження щодо песимістичної, найбільш очікуваної та оптимістичної оцінок показника якості в умовах нестохастичної невизначеності.

Література

1. Більчук В.М. Оцінка ефективності прийняття рішень щодо оперативного управління в умовах нестохастичної невизначеності інформаційного забезпечення / В.М. Більчук, В.І. Ткаченко, Є.Б. Смірнов // Системи озброєння і військова техніка. – 2008. – № 1(13). – С. 2-9.
 2. Черноуцкий Г.С. Методы принятия решений / Г.С. Черноуцкий. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
 3. Митихин В.Г. Еще раз о корректности метода анализа иерархий / В.Г. Митихин // Материалы IV межд. научно-практ. конференции «Фундаментальные и прикладные науки сегодня». – 2014. – №1. – С. 188-194.
 4. Saaty T. (2009). Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks [on line]. European Journal of Operational Research, vol. 199, is. 3, P. 867–872.
 5. Буренок В.М. Развитие военных технологий XXI века: проблемы планирование, реализация / В.М. Буренок, А.В.

Ивлев. – Тверь: Издательство ООО «КУПОЛ», 2009. – 624 с.
 6. Alimpiiev A. Selecting a model of unmanned aerial vehicle to accept it for military purposes with regard to expert data/ P. Berdnik, N. Korolyuk, O. Korshets, M. Pavlenko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729-3774. – № 1/9(85), 2017. – P. 53-60.
 7. Korolyuk N. The use of competency-based approach in the project team formation model / A.V. Shmatko, D.Y. Holubnychyi – 13th International Scientific and Practical Conference «Science and Society» – London: SCIEURO, 2018. – С. 12.
 8. Королюк Н.О. Вплив інформаційного фактору на тенденції розвитку сучасної збройної боротьби / О.Ю. Пермяков. – Науково-практичний семінар кафедри зв'язку та автоматизації «Досвід застосування частин та підрозділів зв'язку в АТО на Сході України» – К.: НУОУ, 2018. – С. 26-28.

ПОДХОД ПО ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ВООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕСТОХАСТИЧЕСКОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Наталья Александровна Королюк (кандидат технических наук)¹

Сергей Николаевич Листровой²

Николай Игоревич Щербаков³

¹ *Харьковский национальный университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков, Украина*

² *в/ч А2100, Киев, Украина*

³ *в/ч А0334, Днепр, Украина*

Рассматривается долговременное прогнозирование показателей качества образцов вооружения в условиях нечеткой среды, которое формируется естественной, поведенческой нестохастической неопределенностью и неопределенностью цели операции. Функцию принадлежности ЛПП определяет исходя из ее соответствия физическому содержанию показателя. Численная мера неуверенности экспертов относительно высказывания своих субъективных мнений определяется параметром функции принадлежности, который описывает ее "размытость". В качестве интервала прогнозных значений предлагаются четкие подмножества носителей значений показателей. Обосновано физическое содержание вида функции принадлежности и параметра ее "размытости" нечеткого множества, которое соответствует рассматриваемому показателю качества.

Ключевые слова: долговременное прогнозирование, показатели качества, образцы вооружений, нестохастическая неопределенность.

IN FORECASTING OF LONG DURATION PROGNOSTICATION OF INDEXES OF QUALITY OF PERSPECTIVE STANDARDS OF ARMAMENTS IN THE CONDITIONS OF UNSTOCHASTIC VAGUENESS

Nataliia Koroliuk (Candidate of technical sciences)¹

Serhii Listroyj²

Mykola Shcherbakov³

¹ *Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University (KNAFU), Kharkov, Ukraine*

² *Military base A2100, Kiev, Ukraine*

³ *Military base A0334, Dnieper, Ukraine*

The process of determining the predictive values of the quality indicator of a weapon of a weapon for a long-term perspective, which involves taking into account the conditions of the fuzzy environment, which is formed by natural and behavioral non-stochastic uncertainties and uncertainty of the purpose of the operation. The membership function determines the person making the decision on the basis of its compliance with the physical content of the indicator. The numerical measure of the uncertainty of experts regarding the expression of their subjective thoughts is determined by the attribute function parameter, which describes its "blurriness". As a range of predictive values, clear subsets of carriers of the values of indicators are offered. The physical content of the form of the function of belonging and the parameter of its "blurriness" of the fuzzy subset, which corresponds to the quality indicator being considered, and the definite clear interval of its predictive values at the time with the accepted level of trust by the value of the membership function is substantiated.

Keywords: of long duration prognostication, indexes of quality, standards of armaments, unstochastic vagueness.

References

1. Bilchuk V.M., Tkachenko V.I., Smirnov Ye.B. (2008), Estimation of decision-making efficiency in operational management in the conditions of non-stochastic uncertainty of information provision [Otsinka efektyvnosti pryiniattia rishen shchodo operatyvnoho upravlinnia v umovakh nestokhastychnoi nevyznachenosti informatsiinoho zabezpechennia] *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, No. 1(13), pp. 2-9. 2. Chernorutskiy G.S., (2005), Decision making methods [Metodyi prinyatiya resheniy] BHV-Peterburg, Saint Petersburg, 416 p. 3. Mitihin V.G., (2014), Once again about the correctness of the hierarchy analysis method, [Esche raz o korrektnosti metoda analiza ierarhiy] *Fundamentalnyie i prikladnyie nauki segodnya*, No. 1, 188-194 pp. 4. Saaty T. (2009), Structures in decision making: On the subjective geometry of hierarchies and networks, [Strukturyi v prinyatii resheniy: o sub'ektivnoy geometrii ierarhiy i setey] *European Journal of Operational Research*, vol. 199, is. 3, p. 867-872. 5. Burenok V.M., (2009), The development of military technology of the XXI century:

problems of planning, implementation, [Razvitie voennyih tehnologiy XXI veka: problemyi planirovaniye, realizatsiya] KUPOL, Tver, 614 p. 6. Alimpiev A., Berdnik P., Korolyuk N., Korshets O., Pavlenko M., (2017), Selecting a model of unmanned aerial vehicle to accept it for military purposes with regard to expert data [Vyibor modeli bespilotnogo letatel'nogo apparata dlya ispolzovaniya ego v voennyih tselyah s uchetom dannyih ekspertov] *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, №1/9 (85), p. 53-60. 7. Korolyuk N. (2018), The use of competency-based approach in the project team formation model [Ispol'zovaniye kompetentnostnogo podkhoda v modeli formirovaniya komandy proyekt] *London, Scieuro*, p. 12. 8. Korolyuk N., (2018), Inflating the information factor to the trend of development of a successful battle [Vpervyye informatsionnyy fakt o tenderakh rozovogo suchnooblast] - Seminar of the department of titles and automation "Private and partial visits to the ATO in Ukraine", p. 26-28.

Олександр Юрійович Пермяков (доктор технічних наук, професор)

Юрій Борисович Прібилєв (кандидат технічних наук, доцент)

Андрій Олександрович Дядечко

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ОЦІНКА ПОТОКІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ КОНТРОЛЬНО-ВИПРОБУВАЛЬНОЇ СТАНЦІЇ

У статті проведена оцінка потоків інформації КВС на основі відомих положень теорії зв'язку у залежності від способу обробки проміжних результатів контролю. Детально розглянути закономірності утворення потоків відліків у пристроях з циклічним послідовним опитуванням датчиків і принципи можливості покращення характеристик КВС за рахунок введення підсистеми попередньої обробки інформації. Визначений вплив параметрів КВС, обсягу задач контролю та дальності передачі інформації на конструктивні характеристики КВС (масу, вартість КВС). Оцінювання інформаційних потоків у КВС дозволило зв'язати параметри КВС (кількість датчиків, точність вимірювання, потік відліків і алгоритм дискретизації функцій) з параметрами пристрою передачі інформації (пропускної здатності каналу зв'язку, відношенням сигнал/шум). Отримані відношення можуть бути використані при проектуванні КВС та її оптимізації за вартісним критерієм.

Ключові слова: контрольно-випробувальна станція, інформація, датчик.

Вступ

Основним джерелом інформації про готовність зенітних ракетних комплексів (ЗРК) є проведення регламентних та контрольно-випробувальних робіт з зенітними керованими ракетами (ЗКР) за допомогою контрольно-випробувальних станцій (КВС). Розробка нових ракетних комплексів супроводжується зростанням їх складності та технологічного рівня, що вимагає підвищення ефективності контролю та розробки КВС з використанням сучасних інформаційних технологій. Тому дослідження щодо застосування інформаційних технологій при визначенні підходів до проектування КВС є актуальними [1,2].

Постановка проблеми. При побудові КВС виробники вирішують завдання забезпечення мінімальних витрат при заданому значенні ефективності контролю технічного стану ЗКР при визначених обмеженнях. Для рішення цього завдання актуальною є розробка теоретичних положень оцінки потоків вимірювальної інформації КВС, що дозволить здійснити проектування КВС за мінімумом витрат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. ЗКР є складною технічною системою, яка характеризується різноманітними показниками, які необхідно контролювати під час експлуатації [3]. Розробкою методів технічної експлуатації ЗКР і підтримання технічної готовності ЗКР займалися автори [4, 5]. У роботі [2] наведені загальні вимоги до КВС, але потоки вимірювальної інформації КВС, ще не досліджені.

Метою статті є оцінка потоків вимірювальної інформації КВС.

Виклад основного матеріалу дослідження

КВС є інформаційною системою, яка для розрахунків пропускної здатності каналів зв'язку і пристроїв обробки інформації потребує проведення оцінки потоків інформації, що циркулюють у КВС.

Метод оцінки потоків інформації у КВС залежить від способу обробки проміжних результатів контролю. Залежно від того, як оцінюється значення кожного контрольованого параметру, способи обробки підрозділяються на допускові і кількісні.

Допускові системи контролю здійснюють оцінку параметрів двома способами:

1) шляхом фіксування виходу параметра за межі, що визначаються значеннями Y_n , Y_g . Такі системи називаються допусковими системами контролю типу "так – ні";

2) шляхом оцінки знаку відхилення параметру при виході його за допустимі межі. Такі системи називаються допусковими системами контролю типу "менше – норма – більше".

Основною характеристикою каналу зв'язку є його пропускна здатність $R = \frac{i_{\max}}{t}$, що визначає найбільшу кількість інформації, що може бути передана каналом зв'язку в одиницю часу.

Максимальна кількість вторинної інформації (тобто інформації, що знамається з датчиків КВС) у двійкових одиницях визначається за формулою:

$$J = k_d + \sum_{i=1}^{k-k_d} \frac{1}{\delta_i}, \quad (1)$$

де k_d – кількість контрольованих параметрів з допусковою системою оцінки.

δ_i – середня квадратична помилка датчика.

З урахуванням цієї формули потік інформації не перевищує величини:

$$\Lambda = \frac{k_d + \sum_{i=1}^{k_k} \frac{1}{\xi_i}}{\Delta t_{\min}}, \quad (2)$$

де k_d – кількість контрольованих параметрів з кількісною оцінкою;

k_k – кількість контрольованих параметрів з допусковою оцінкою;

ξ – клас точності вимірювального каналу, що вимірює i -тий параметр;

Δt_{\min} – час зняття одного відліку з датчика, який має максимальну швидкодію.

Така оцінка інформаційних потоків пред'являє дещо завищені вимоги до каналів зв'язку і пристроїв обробки, але залишає можливість коригування і є вихідною передумовою при виборі способу обробки інформації. Серед пристроїв збору інформації найбільше поширення через простоту отримали пристрої з циклічним послідовним опитуванням джерел вимірювальної інформації – датчиків.

Розглянемо детальніше закономірності утворення ними потоків відліків і принципи можливості отримання різних технічних ефектів за рахунок введення підсистеми попередньої обробки інформації. У циклічній системі формування потоку відліків та їх вимірювання здійснюються у момент комутації датчика.

Нехай сукупність джерел інформації складається з D датчиків, стан яких X_1, X_2, \dots, X_D характеризується ентропіями $H(X_1), H(X_2), \dots, H(X_D)$. Ентропію можна розглядати як кількість інформації, яка приходить на один елемент повідомлення, а у випадку розгляду циклічної системи (при послідовному у часі опитуванні датчиків) – як кількість інформації на одне опитування. Загальна ентропія комплексного датчика дорівнює ентропії всіх повідомлень:

$$H(X) = H(X_1, X_2, \dots, X_D), \quad (3)$$

Якщо повідомлення окремих датчиків статистично незалежні, то загальна ентропія дорівнює сумі ентропій:

$$H(X) = H(X_1) + H(X_2) + \dots + H(X_D), \quad (4)$$

тобто $H(X)$ можна розглядати як оцінку зверху найбільшої кількості інформації, яку видає комплексний датчик.

Ентропія повідомлень окремих датчиків дорівнює:

$$H(X_i) = - \sum_{k=1}^{m_i} P_i(X_k) \log P_i(X_k), \quad (5)$$

де i – порядковий номер i -го датчика;

m_i – кількість станів i -го датчика;

$P_i(X_k)$ – ймовірність появи k -го стану i -го датчика.

Вважаючи рівномірними стани датчиків (оцінка зверху), маємо:

$$H(X) = \log m_1 + \log m_2 + \dots + \log m_D, \quad (6)$$

Похибки датчиків визначимо співвідношеннями:

$$\delta_1 = \frac{100}{m_1}; \quad \delta_2 = \frac{100}{m_2}; \quad \delta_D = \frac{100}{m_D}, \quad (7)$$

Еквівалентна точність комплексного датчика дорівнює:

$$\delta_e = \sqrt[100]{\delta_1 \delta_2 \dots \delta_D}, \quad (8)$$

Ентропія комплексного датчика дорівнює:

$$H(X) = D \log \frac{100}{\delta_e}, \quad (9)$$

Відповідно до теореми Котельникова для відтворення безперервної функції $\varphi(t)$ за допомогою послідовності дискретних відліків необхідно ці відліки взяти через інтервали часу, що визначаються співвідношенням:

$$\Delta t_{\min} = \frac{1}{2f_{D_{\max}}}, \quad (10)$$

де $f_{D_{\max}}$ – максимальна частота, яка обмежує спектр частот переданої функції.

Кількість опитувань в одиницю часу для комплексного датчика:

$$F_0 = \frac{1}{\Delta t_{\min}} = 2f_{D_{\max}}. \quad (11)$$

Швидкість видачі інформації (у біт/с) комплексним датчиком дорівнює:

$$F_0 H(X) = F_0 D \log \frac{100}{\delta_e}. \quad (12)$$

Потік відліків, які знімаються з датчиків, буде рівномірним з інтенсивністю:

$$\Lambda(\Gamma_0) = DF_0, \quad (13)$$

тобто дорівнює сумарній ширині смуги інформації, яка передається. Через Γ_0 позначений найпростіший алгоритм визначення істотних відліків, тобто це алгоритм рівномірної циклічної вибірки, відповідно до якого на передачу надходять всі відліки рівномірної дискретизації функції. Схема передачі інформації від деякого джерела у цьому випадку має пристрій збору інформації, пристрій обробки інформації та джерело завад.

Кількість інформації, яка міститься у прийнятих повідомленнях Y відносно переданих X (за умови, що X незалежне від N):

$$I(Y, X) = H(Y) - H(N). \quad (14)$$

Якщо час передачі інформації – T , то швидкість передачі інформації через канал зв'язку з завадами дорівнює:

$$R = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{I(Y, X)}{T} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{H(Y) - H(N)}{T}. \quad (15)$$

Найбільша швидкість передачі інформації називається пропускнуною спроможністю каналу зв'язку із завадами, причому:

$$R_{\max} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{I_{\max}(Y, X)}{T}. \quad (16)$$

Найбільша кількість інформації, що міститься у прийнятому повідомленні Y відносно переданого повідомлення X :

$$I_{\max}(Y, X) = 2F_0 T \log \frac{\sigma_Y}{\sigma_n}, \quad (17)$$

де σ_Y і σ_n – відповідно середні квадрати прийнятого повідомлення і завади.

Оскільки $\sigma_Y^2 = \sigma_X^2 + \sigma_n^2$, зробимо заміну:

$$\frac{\sigma_X^2}{\sigma_n^2} = \frac{P}{N}, \quad (18)$$

де P – середнє значення потужності переданих повідомлень, а N – середнє значення потужності завад.

Отримаємо:

$$I_{\max}(Y, X) = FT \log \left(1 + \frac{P}{N} \right), \quad (19)$$

де F – ширина спектру сигналу і завади (або ширина смуги каналу зв'язку).

Тоді:

$$R_{\max} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{I_{\max}(Y, X)}{T} = F \log \left(1 + \frac{P}{N} \right), \quad (20)$$

тобто швидкість передачі інформації пропорційна ширині смуги частот комплексного датчика (джерела інформації), і логарифму суми $\left(1 + \frac{P}{N} \right)$.

Ці положення теорії зв'язку дозволяють зв'язати параметри КВС (кількість датчиків, точність вимірювання, потік відліків і обраний алгоритм дискретизації функцій) з параметрами пристрою передачі інформації (пропускною здатністю каналу зв'язку, відношенням сигнал/шум). Отримані відношення можуть бути корисними при визначенні підходів і рішень задач проектування КВС, а також оптимізації її побудови за критеріями мінімуму конструктивних ресурсів (маси, вартості і т. і.).

У циклічних пристроях збору інформації узгодження потоку повідомлень комплексного датчика з пропускною здатністю каналу передачі даних досягається шляхом вибору максимальної пропускної здатності каналу зв'язку згідно нерівності:

$$F_0 D \log \frac{100}{\delta_e} \leq R_{\max} = F_0 \log \left(1 + \frac{P}{N} \right). \quad (21)$$

Звідси знаходимо умову для визначення найменшої ширини смуги пропускання каналу передачі даних:

$$F_0 \geq f_0 D \frac{\log \frac{100}{\delta_e}}{\log \left(1 + \frac{P}{N} \right)} = \Lambda_0(\Gamma_0) \frac{A(\delta_e)}{B\left(\frac{P}{N}\right)}, \quad (22)$$

тобто ширина смуги каналу передачі даних для циклічного алгоритму формування повідомлень повинна бути тим більшою, чим вище швидкість опитування джерел інформації f_0 , чим більша їх кількість D , вища точність δ_e і чим менше відношення сигнал/шум у приймальному пристрої.

Запишемо вираз (22) у наступному вигляді:

$$F_0 \geq \frac{\Lambda(\Gamma_0)}{\Lambda(\Lambda)} \Lambda(\Gamma) \frac{A(\delta_e)}{B\left(\frac{P}{N}\right)} = k_{\text{ст}}(\Gamma) \Lambda(\Gamma) \frac{A(\delta_e)}{B\left(\frac{P}{N}\right)}, \quad (23)$$

де $k_{\text{ст}}(\Gamma) = \frac{\Lambda(\Gamma_0)}{\Lambda(\Lambda)}$ – коефіцієнт стискування

інформації, рівний відношенню сумарних інтенсивностей потоків повідомлень, що отримані при використанні рівномірного циклічного Γ_0 та деякого (що дає меншу інтенсивність потоку відліків) алгоритму дискретизації. Коефіцієнт стискування інформації $k_{\text{ст}}$ може змінюватися від 1 до $k_{\text{ст,max}}(\Gamma)$.

Визначимо вплив параметрів КВС, обсягу задач контролю та дальності передачі інформації на конструктивні характеристики (масу, вартість) КВС.

1. При заданих еквівалентній точності джерел інформації δ_e і умовах прийому $\left(B\left(\frac{P}{N}\right) \right)$, зростання кількості джерел інформації D веде до зростання сумарної ширини смуги каналу передачі даних.

2. Скорочення переданого потоку повідомлень у $k_{\text{сж}}$ разів шляхом застосування попередньої обробки рівномірного циклічного потоку відліків за алгоритмами стиснення призводить до звуження смуги у стільки ж разів, а отже, і до зниження витрат на передачу інформації.

3. При фіксованій смузі передачі інформації резерв інформативності $\Delta\Lambda(\Gamma) = \Lambda(\Gamma_0) - \Lambda(\Gamma)$ (що виникає за рахунок стиснення первинного циклічного потоку повідомлень), можна обміняти на:

а) збільшення кількості джерел інформації D , що одночасно обслуговуються;

б) збільшення точності передачі сигналів датчиків за рахунок збільшення частоти їх опитування;

в) зменшення допустимого відношення $\frac{P}{N}$:

– за рахунок зменшення енергетики бортового передавача інформації;

– за рахунок збільшення дальності зв'язку.

Мінімізація потоку інформації є потужним фактором оптимізації характеристик ЗРК і повинна обов'язково проводитися при побудові КВС.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Таким чином, у статті проведена оцінка інформаційних потоків на основі відомих положень теорії зв'язку, що дозволило зв'язати параметри КВС (кількість датчиків, точність вимірювання, потік відліків і алгоритм дискретизації функцій) з параметрами пристрою передачі інформації (пропускною здатністю каналу зв'язку та відношенням сигнал/шум). Отримані відношення можуть бути використаними при проектуванні КВС та її оптимізації КВС за вартісним критерієм.

Література

1. Карпенко Д.В. Стан та перспективи розвитку зенітного ракетного озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України: Науковий журнал “Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України”. 2017. № 2(27). С.75–78. 2. Прибілев Ю.Б. Підхід до побудови уніфікованої універсальної автоматизованої контрольної випробувальної станції ракетного озброєння. / Ю. Б. Прибілев, Л. В. Сакович. // Наука і оборона. – 2017. – № 1. – С. 42-48. 3. Архангельский И. И. Проектирование зенитных управляемых ракет. / И. И. Архангельский П. П. Афанасьев, И. С. Голубев, В. Г. Светлов и др. – М.: МАИ, 2001. – 732 с. 4. Гриб Д. А. Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту як основа підтримання боеготового стану зенітного ракетного озброєння в сучасних умовах [Текст] / Д. А. Гриб, Б. М. Ланецький, В. В. Лук’янчук // Наука і оборона. – 2012. – №3. – С. 55-63. 5. Пермяков О. Ю. Модель системи діагностування, технічного обслуговування та ремонту складних технічних систем військового призначення. / О. Ю. Пермяков, Ю. Б. Прибілев, О. О. Дюбанов. // Наука і оборона. – 2016. – № 2. – С. 48-52.

**ОЦЕНКА ПОТОКОВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
КОНТРОЛЬНО-ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ**

*Александр Юрьевич Пермяков (доктор технических наук, профессор)
Юрий Борисович Прибылев (кандидат технических наук, доцент)
Андрей Александрович Дядечко*

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В статье проведена оценка потоков информации КИС на основе известных положений теории связи в зависимости от способа обработки промежуточных результатов контроля. Подробно рассмотрены закономерности образования потоков отсчетов в устройствах с циклическим последовательным опросом датчиков и принципиальные возможности улучшения характеристик КИС за счет введения подсистемы предварительной обработки информации. Определено влияние параметров КИС, объема задач контроля и дальности передачи информации на конструктивные характеристики (массу, стоимость) КИС. Оценка информационных потоков в КИС позволила связать параметры КИС (количество датчиков, точность измерения, поток отсчетов и алгоритм дискретизации функций) с параметрами устройства передачи информации (пропускной способностью канала связи, отношением сигнал/шум). Полученные соотношения могут быть использованы при проектировании КИС и ее оптимизации по стоимостному критерию.

Ключевые слова: контрольно-испытательная станция, информация, датчик.

ESTIMATION OF INFORMATION FLOWS OF THE CONTROL AND TEST STATION

*Oleksandr Permiakov (Doctor of technical sciences, Professor)
Yurii Pribyliev (Candidate of Technical Sciences, Associate Professor)
Andrii Dyadchko*

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

There is carried out the estimation of information flows of the test station on the basis of the known positions of the theory of communication depending on the method of processing of intermediate results of control. There we also considered the patterns of formation of reference currents in devices with cyclic sequential sensor survey and the principal possibilities of improving the characteristics of the test station by introducing a subsystem of pre-processing information. The influence of the parameters of the test station, the scope of control tasks and the range of information transmission on the constructive characteristics of the test station (weight, cost of test station) is determined. The estimation of information flows in the test station has made it possible to link the parameters of the test station (number of sensors, measurement accuracy, reference flow and sampling algorithm) with the parameters of the information transmission device (throughput of the communication channel and the signal / noise ratio). The obtained attitudes can be used for designing the test station and optimizing it according to the cost criterion.

Keywords: test station, information, sensor.

References

1. Karpenko D.V. Stan ta perspektyvy rozvytku zenytnogho raketnogho ozbrojennja Povitryanjykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrajinu: Naukovyj zhurnal “Nauka i tekhnika Povitryanjykh Syl Zbrojnykh Syl Ukrajinu”. 2017. №2(27). S.75–78. 2. Pribyliev Ju.B., Sakovykh L.V. Pidkhyd do pobudovy unifikovanoji universalnoji avtomatyzovanoji kontroljno-vyprobuvalnoji stanciji raketnogho ozbrojennja: Naukovo-teoretychnyj ta naukovo-praktychnyj zhurnal “Nauka i oborona”. Kyjiv. 2017. №1. S. 42–48. 3. Arkhangheljskij Y. Y. Proektyrovanye zenytnykh upravljaemykh raket. / Y. Y. Arkhangheljskij P. P. Afnasj'ev, Y. S. Gholubev, V. Gh. Svetlov y dr. – M.:MAY, 2001. – 732 s. 4. Ghryb D. A. Udoskonalennja metodiv tekhnichnoji ekspluataciji i remontu jak osnova pidtrymannja bojehotovogho stanu zenytnogho raketnogho ozbrojennja v suchasnykh umovakh [Tekst] / D. A. Ghryb, B. M. Lanecjkij, V. V. Luk'janchuk // Nauka i oborona. – 2012. – №3. – S. 55-63. 5. Permjakov O. Ju. Modelj systemy diagnostuvannja, tekhnichnogho obsluhovuvannja ta remontu skladnykh tekhnichnykh system vijskovogho pryznachennja. / O. Ju. Permjakov, Ju. B. Pribyljev, O. O. Djubanov. // Nauka i oborona. – 2016. – №2. – S. 48-52.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ОПЕРАТИВНОСТІ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ СИСТЕМОЮ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОРГАНУ ВІЙСЬКОВОГО УПРАВЛІННЯ

В сучасних умовах збройна боротьба ведеться із застосуванням високоточної зброї, високоефективних засобів розвідки і ураження, пересування і зв'язку, із різким збільшенням розмаху і швидкоплинності операцій, інформаційного навантаження органів управління, суттєво підвищується роль інформаційної складової в процесах управління, набуває особливої актуальності проблема підвищення ефективності управління військами (силами) і на передній план висувається оперативність та якість управління.

Однією із основних проблем інформаційно-аналітичного забезпечення Збройних Сил України набуває проблема створення ефективного інформаційного ресурсу, що суттєво впливає на оперативність обробки інформації системою інформаційно-аналітичного забезпечення. Ведення бойових дій в нових умовах вимагає удосконалення науково-методичного апарату оцінки ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення органів військового управління.

В статті визначено систему показників та удосконалено методику оцінки оперативності обробки інформації системою інформаційно-аналітичного забезпечення органу військового управління.

Ключові слова: інформаційно-аналітичне забезпечення; орган військового управління; оперативність.

Вступ

Інформаційно-аналітична система Збройних Сил (ЗС) України має метою забезпечення оперативності, достовірності, доступності та конфіденційності інформації в органах управління ЗС України, а також підвищення ефективності та досягнення якісно нового рівня прийняття рішень в системі управління ЗС України.

Оцінити внесок інформаційно-аналітичного забезпечення в досягнення кінцевої мети організації бойових дій органом військового управління, з кількісної точки зору, на сучасному етапі розвитку теорії і практики управління військами є достатньо складною проблемою.

Постановка проблеми. Оперативність обробки інформації системою інформаційно-аналітичного забезпечення штабу бригади оцінюється часом обробки інформації інформаційно-аналітичним підрозділом органом військового управління під час організації бойових дій. Показник чисельно характеризує час, що витрачається органом управління на обробку інформації, стану під час проведення процедур перетворення її в інформацію управління для виконання бойових завдань.

Використання цього показника обумовлено необхідністю урахування одного з найбільш важливих законів управління військами – відповідність потрібного часу і часу який є у розпорядженні. Тому, конче необхідно мати методику, за допомогою якої можна не тільки

оцінити якість інформаційно-аналітичного забезпечення, але і обґрунтувати комплекс практичних рекомендацій, спрямованих на його удосконалення.

Аналіз остатніх досліджень і публікацій. Як правило, під часом, який є у розпорядженні розуміється час директивно встановлений старшим начальником. Але в сучасних умовах, коли 70-80% об'єктів протиторчкої сторони характеризуються як високманеврені, необхідно враховувати час, на протязі якого зміни обстановки не приведуть до значного зниження якості заходів організації операції – критичний час ($T_{кр}$). Тому спираючись на попередні дослідження [2, 4] баланс часу під час організації бойових дій бригади можна визначити:

$$T_{ou} \leq T_p, \text{ при } T_p \leq T_{кр} \quad (1)$$

$$T_{ou} \leq T_{кр}, \text{ при } T_p > T_{кр} \quad (2)$$

де: ou – потрібний час роботи штабу бригади для організації бойових дій;

p – час, що є в розпорядженні штабу бригади на організацію бойових дій;

ou – критичний час роботи штабу бригади для організації бойових дій.

Інтегральний показник оцінки інформаційно-аналітичного забезпечення розраховується за наступним виразом:

$$\theta = p_i K_{ад} \quad (3)$$

де: i – імовірність прийняття рішення, що відповідає обстановці. Таким чином, необхідно удосконалити науково-методичний апарат оцінки оперативності обробки інформації системою інформаційно-аналітичного забезпечення органу військового управління до сучасних умов ведення бойових дій.

Метою статті є удосконалення методики оцінки оперативності обробки інформації системою інформаційно-аналітичного забезпечення органу військового управління.

Виклад основного матеріалу дослідження

Надходження інформації до системи інформаційно-аналітичного забезпечення органу військового управління з декількох джерел вимагає витрати часу на її узагальнення, визначення ступеню її вірогідності, обробку. При цьому не викликає сумніву те, що чим більше постачальників інформації, тим більше часу необхідно на її обробку. При цьому слід враховувати поняття про надмірність та недостатність інформації. Ці поняття визначають не те, що інформації може бути більше, ніж потрібна її кількість. Інформація про об'єкт від різних джерел може бути перехресною, тобто повторюватись в повідомленнях.

Недостатність інформації може бути викликана багатьма факторами, а саме:

- недостатністю постачальників інформації;
- знищення протидією стороною, як джерел інформації, так і самої інформації;
- ефективною протидією засобам розвідки та ін.

Як надмірність так і недостатність інформації призведе до збільшення часу на її обробку. Доцільно розглянути залежність оперативності роботи штабу бригади від обсягу інформації (рис.1), що є в його розпорядженні [2], де E_1 - найкраще рішення; E_n - прийнятне для даних умов обстановки рішення; T_d - допустимий час на прийняття рішення; I - обсяг інформації яка використовується для вироблення рішення.

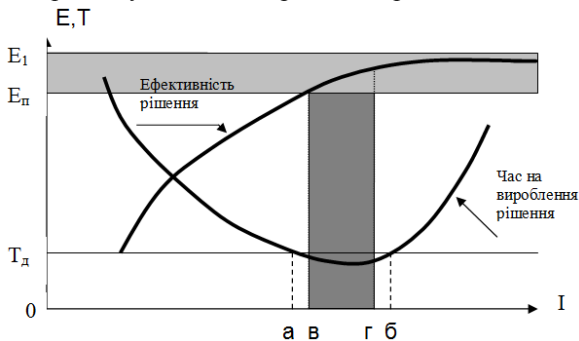


Рис. 1. Залежність між ефективністю рішення, часом який витрачається на його вироблення і обсягом інформації, що використовується.

З графіку видно що зі збільшенням обсягу інформації, час, що витрачається на вироблення рішення змінюється по різному. Коли інформації

недостатньо, часу на вироблення рішення витрачається більше, так як командир змушений розглядати багато варіантів дій та обрати з них той, який найбільше відповідає обстановці. Зі збільшенням обсягу інформації кількість варіантів, які треба розглядати зменшується, тому час на вироблення рішення зменшується. Подальше зростання обсягу інформації призводить до збільшення часу на її обробку при незначному зростанні ефективності рішень, що виробляються. Обсяг інформації в інтервалі **а-б** можна вважати достатнім, так як забезпечує вироблення раціонального рішення у відведені терміни. Однак необхідним буде обсяг інформації, який знаходиться в інтервалі **в-г**, тобто забезпечує прийняття ефективного рішення в мінімальний час [2].

Таким чином, оперативність обробки інформації органами військового управління є однією з найважливіших вимог, що витікає з закону відповідності потрібного часу і часу, що є в розпорядженні органів управління при вирішенні завдань і обумовлений якістю роботи системи інформаційно-аналітичного забезпечення.

Під оперативністю інформаційно-аналітичного забезпечення органів військового управління в ході організації бойових дій розуміється їх здатність виконувати свої функції в межах часу, при якому швидкість зниження корисності інформації не призведе до зниження якості виконання завдань управління.

Час роботи органів управління під час обробки інформації при організації бойових дій складається з часу, який витрачається на виконання задач:

$$T_{оу} = T_p + T_{бз} + T_{пл} + T_{вз} + T_{ву} + T_{ув} + T_{заб} \quad (4)$$

- де: T_p – час на вироблення і прийняття рішення;
- $T_{бз}$ – час на доведення бойових завдань;
- $T_{пл}$ – час на планування операції;
- $T_{вз}$ – час на організацію взаємодії;
- $T_{ву}$ – час на організацію вогневого ураження протидіючої стороною;
- $T_{ув}$ – час на організацію управління військами (силами);
- $T_{заб}$ – час на організацію всебічного забезпечення.

В свою чергу, час обробки інформації на виконання кожного завдання організації операції складається з часу на виконання елементарних робіт органами управління і визначається загальним часом виконання цих робіт, які знаходяться на критичному шляху роботи органів управління:

$$T_{кр} = \sum_{i=1}^N t_i \quad (5)$$

де: $T_{кр}$ – загальний час виконання робіт на критичному шляху;

N – кількість робіт на критичному шляху.

Час виконання кожної елементарної роботи залежить від рівня підготовки офіцерів інформаційно-аналітичного підрозділу, умов роботи, ступеню обладнання робочих місць посадових осіб технічними засобами, наявністю необхідного спеціального математичного і програмного забезпечення та інших факторів, тобто характеризуються як випадкові величини і мають наступні характеристики [2]:

- параметри розподілу, що залежать від виду робіт (p_i, q);

- дисперсією оцінки тривалості i -ї роботи ($D_i(t)$);

- математичним очікуванням часу виконання i -ї роботи (m);

- середньоквадратичним відхиленням часу виконання i -ї роботи ($\tilde{\delta}_i$).

$$D_i(t) = \left[\frac{t_{\max_i}^n - t_{\min_i}^n}{5} \right]^2 \quad (6)$$

$$m_i = \frac{3t_{\min_i}^n + 2t_{\max_i}^n}{5} \quad (7)$$

$$\tilde{\delta}_i = \frac{t_{\max_i}^n - t_{\min_i}^n}{5} \quad (8)$$

де: $t_{\min_i}^n$ – мінімальний час з n вибірок i -ї елементарної роботи;

$t_{\max_i}^n$ – максимальний час з n вибірок i -ї елементарної роботи.

Критичний час, при якому швидкість втрати корисності інформації не призведе до зниження якості завдань управління під час організації операції визначається згідно з виразом [3]:

$$T_{кр} = 1_n \left(\frac{\Delta C_H}{0,0705} \right)^{0,1097} \quad (9)$$

де: ΔC_H – допустима величина зміни потрібного співвідношення для реальних умов обстановки сил і засобів і визначених на підставі отриманої інформації (8-10%), при якому буде забезпечуватись якість рішення прийнятого на операцію.

Література

1. Барабаш Ю.Л. Основи теорії оцінювання ефективності складних систем.-Київ:вид. НУОУ, 1999.-39с. 2. Положення про Інформаційно-аналітичний центр Головного командного центру Збройних Сил України.-К.: МОУ,2012.-51с. 3. Левкин И.М. Основы информационно-аналитической работы.-СПб.:СЗАГС, 2004.С.14-35. 4. Наказ МОУ від 29.01.14 №74.

Маючи дані величини, можна розрахувати, який баланс часу складеться між T_{ou} та $T_{кр}$ або T_p .

Кількісні показники оцінки оперативності обробки інформації системою інформаційно-аналітичного забезпечення органу військового управління інформаційного забезпечення розраховуються при наступних обмеженнях:

постановка бойового завдання вищим органом управління здійснюється своєчасно;

заходи, що проведені до отримання бойового завдання виконані своєчасно і в повному обсязі;

фізико-географічні фактори для усіх складових органу військового управління однакові і відповідають умовам оперативного напрямку.

Висновки й перспективи подальших досліджень

1. Якість інформаційно-аналітичного забезпечення органу військового управління доцільно оцінювати за допомогою показників, які характеризують вимоги, що до нього висуваються.

Кількісно оцінити ступінь відповідності інформаційно-аналітичного забезпечення вимогам, що до нього висуваються можна якщо використовувати в якості головного показника рівень інформаційно-аналітичного забезпечення роботи органу військового управління під час організації бойових дій.

2. Під час організації бойових дій до інформаційно-аналітичного забезпечення висуваються такі вимоги: адекватність інформаційно-аналітичного забезпечення обстановці, що склалась; оперативність обробки інформації системою інформаційно-аналітичного забезпечення органу військового управління.

Тому, частковим показникам оцінки якості інформаційно-аналітичного забезпечення органу військового управління обрано оперативність обробки інформації органом військового управління під час організації операції.

Цей показник дозволяє з точністю, що допускається, оцінювати не тільки рівень відповідності інформаційно-аналітичного забезпечення вимогам, що до нього висуваються під час організації бойових дій, але і про доцільність розроблених рекомендацій спрямованих на його удосконалення.

3. Методика дає можливість дослідити якість інформаційно-аналітичного забезпечення не тільки під час організації бойових дій, але і в цілому при їх підготовці.

Інструкція про порядок підготовки та надання інформаційно-аналітичних матеріалів про стан ЗСУ для інформування Адміністрації Президента України, Кабінету Міністрів України, Ради національної безпеки і оборони України, Міністра оборони України.-к.: МОУ, 2014.-155с.

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОПЕРАТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНОВ ВОЕННОГО
УПРАВЛЕНИЯ**

*Александр Валериевич Крайнов (кандидат технических наук, доцент)
Роман Иванович Грозовский*

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В современных условиях вооруженная борьба ведется с применением высокоточного оружия, высокоэффективных средств разведки и поражения, передвижения и связи, с резким увеличением размаха и быстротечности операций, информационной нагрузки органов управления, существенно повышается роль информационной составляющей в процессах управления, приобретает особую актуальность проблема повышения эффективности управления войсками (силами) и на передний план выдвигается проблема оперативности и качество управления.

Одной из основных проблем информационно-аналитического обеспечения Вооруженных Сил Украины приобретает проблема создания эффективного информационного ресурса существенно влияет на оперативность обработки информации системой информационно-аналитического обеспечения. Ведение боевых действий в новых условиях требует усовершенствования научно-методического аппарата оценки эффективности информационно-аналитического обеспечения органов военного управления.

В статье определена система показателей и усовершенствована методика оценки оперативности обработки информации системой информационно-аналитического обеспечения органа военного управления.

Ключевые слова: информационно-аналитическое обеспечение; орган военного управления; оперативность.

**METHODOLOGY FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF INFORMATION PROCESSING OF THE
INFORMATION-ANALYTICAL SUPPORT SYSTEM FOR MILITARY AUTHORITIES**

*Oleksandr Krainov (Candidate of technical sciences, associate professor)
Roman Hrozovskyi*

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

In modern conditions, armed struggle is conducted with the use of high-precision weapons, highly effective means of reconnaissance and damage, movement and communication, with a sharp increase in the scope and speed of operations, the information load of government, significantly increases the role of information components in the management processes, becomes a special urgency problem of increase the effectiveness of the management of troops (forces) and put forward the efficiency and quality of management.

One of the main problems of informational and analytical support of the Armed Forces of Ukraine is the problem of creating an effective information resource, which significantly influences the efficiency of information processing by information and analytical support system. Conduct of combat operations in the new conditions requires the improvement of the scientific and methodical apparatus for assessing the effectiveness of information and analytical support for military management bodies.

The article defines the system of indicators and improves the methodology for assessing the efficiency of information processing by the system of information and analytical support for the military management body.

Keywords: informational and analytical support; military management body; efficiency

References

1. Barabash Yu.L. Fundamentals of the Theory of Estimating the Efficiency of Complex Systems. -Kyiv: View. NUOU, 1999.-39s. **2.** Regulations on the Information and Analytical Center of the Main Command Center of the Armed Forces of Ukraine. -К.: MOU, 2012.-51s. **3. Levkin I.M.** Fundamentals of information and analytical work. - Spb: SZAGS, 2004.S.14-35. **4.** Order of the MOE of

January 29, 1474, No. 74. Instruction on the procedure for preparing and providing information and analytical materials on the state of the Armed Forces of Ukraine to inform the Administration of the President of Ukraine, the Cabinet of Ministers of Ukraine, the National Security and Defense Council of Ukraine, and the Ministry of Defense of Ukraine. -М.: MOE, 2014-2015.

Дмитро Анатолійович Чопа (кандидат технічних наук, с.н.с.)¹
 Анатолій Йосипович Дерев'янчук (кандидат технічних наук, професор)²
 Владислав Валерійович Дегтярьов²
 Федір Дмитрович Семенов²

¹ Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

² Сумський державний університет, Суми, Україна

КЕЙС - МЕТОД ЯК ФОРМА ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ З ВІЙСЬКОВО - ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН ПРИ ПІДГОТОВЦІ ФАХІВЦІВ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК І АРТИЛЕРІЇ

Підготовка військових фахівців в умовах особливого періоду, коли необхідно в стислі терміни забезпечити високий рівень знань та умінь, обумовлюють завдання пошуку нових методів навчання. Тому в статті розглядаються питання використання кейс-методу у військових навчальних закладах під час вивчення військово-технічних дисциплін. Автори визначають одну з головних проблем - якість підготовки військового фахівця. Підкреслюється актуальність та перспективність використання кейс-методу під час вивчення військово-технічних дисциплін. Метою даної статті є аналіз розроблення та використання кейс-методу в системі підготовки військових фахівців. Автори розглядають підхід щодо розроблення та використання кейс-методу в навчальному процесі. Визначається, що поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання дозволяє підвищити рівень теоретичних знань і практичних навичок студентів під час аналізу деяких ситуацій. Використання зазначених методів змушує студентів самостійно мислити, шукати інформацію, знаходити правильні рішення на питання, які виникають. Наприкінці сформульовані напрямки подальших досліджень щодо впровадження кейс-методу.

Ключові слова: інтерактивні методи, кейс-метод, технології навчання, 3D-модель базової машини ОВТ.

Вступ

В умовах особливого періоду в країні, коли продовжуються бойові дії на сході України, виникнення конфлікту в Азовському морі, особлива увага повинна приділятися підвищенню якості підготовки військових фахівців різних рівнів. Це пояснюється тим, що складне озброєння і військова техніка (ОВТ) мають експлуатувати грамотні спеціалісти, які мають достатні як теоретичні знання, так і практичні навички, можуть приймати правильні рішення у проблемних ситуаціях.

Постановка проблеми. Аналіз бойового застосування артилерійських підрозділів в ході бойових дій на сході України виявив низку протиріччя у підготовці спеціалістів. Так, в першу чергу, для військ були потрібні механіки-водії самохідних артилерійських гармат, танків, БМП, протитанкових ракетних комплексів, тощо.

Дефіцит механіків-водіїв пояснюється відсутністю як технічних засобів навчання, так і недостатністю зразків озброєння для їх підготовки. Навчальні центри, де готувалися спеціалісти не мали спеціально обладнаних класів, інтерактивних засобів навчання, що й вплинуло на якість підготовки.

Досвід війн і збройних конфліктів сучасності свідчить, що однією із головних умов досягнення успіху на полі бою є упередження противника у розвідці цілей та нанесенні раптового вогню усіма видами озброєння. Одним із пріоритетних напрямків досягнення цього є комплексна підготовка екіпажів бойових машин.

На жаль, під час застосування тільки традиційних методів навчання, що найбільш поширене у ВВНЗ і кафедрах військової

підготовки, неможливо провести моделювання життєвих (бойових) ситуацій, вирішення творчих завдань, спільне вирішення проблеми тощо.

Із викладеного вище, випливає актуальне завдання пошуку повноцінних методів навчання, які б забезпечували якісну підготовку військових фахівців, у тому числі екіпажів бойових машин РВіА, здатних ефективно виконувати поставлені завдання у зоні бойових дій, приймати правильні рішення у позаштатних ситуаціях.

Вирішення цього наукового завдання можливе в інтеграції інтерактивних форм навчання, зокрема кейс – методу, у сучасний освітній процес, що і є метою дослідження в статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки з'явилося дуже багато матеріалів в Internet, в літературі з менеджменту, педагогіці стосовно використання методу "Case-study".

Так, вагомий внесок у розвиток застосування "кейсів" внесли роботи [2,3,7,8]. У них обґрунтована необхідність використання кейс-методу для підвищення якості навчання.

У роботі [9] автор зробив спробу висвітлити розроблення і застосування кейс – методу у ВВНЗ.

Роботи [1,4,5,6] присвячені побудові кейс-методу, етапам його створення та рішення поставлених проблем, а також розглядаються етапи дослідницьких, комунікативних і творчих навичок майбутніх спеціалістів.

Метою статті є розгляд застосування кейс-методу у закладах вищої освіти, методика застосування яких найбільш придатна до інтеграції у підготовку військових фахівців як у ВВНЗ, так і на кафедрах військової підготовки.

Виклад основного матеріалу дослідження

Сьогодні інтерактивні методи навчання є актуальним способом роботи військового викладача. Інтерактивні методи навчання на відміну від традиційних, мають підґрунтя на активній взаємодії студентів (курсантів). Важливою ознакою навчального процесу є взаємодія їх між собою. Такий підхід дозволяє активізувати заняття, мотивує студентів до проявлення ініціативи, спробу виділити проблему, знайти шлях до її вирішення.

Для користувача, який вперше зустрічається із інтерактивними методами навчання, доцільно пояснити їх сутність.

“Інтерактивний” – означає сприяти, взаємодіяти чи знаходитися у режимі бесіди, діалогу з будь – чим (комп’ютером), чи з будь – ким (людиною). Тобто інтерактивне навчання це взаємодія викладача і слухача.

Останнім часом на кафедрі військової підготовки Сумського державного університету відбувається пошук нових ефективних методів навчання, що дозволяє реалізувати два основних напрямки. Перший – отримання професійних компетенцій; другий – підготовка фахівців, що мають здатність до оптимального вирішення професійних завдань у військовій сфері.

Аналіз літературних джерел показує, що останнім часом набуває популярності метод кейсів (“case-study”) – метод конкретних ситуацій. На жаль, у ВВНЗ він ще майже не застосовується.

Подальші дослідження літературних джерел надали можливість визначити спільні риси, що притаманні зазначеним методам:

спільна форма пізнавальної діяльності;

всі студенти (курсанти) заохочені до процесу пізнання, вони можуть висловити свої думки, приймати рішення;

на заняттях всі студенти співпрацюють, обмінюються документами;

проводиться робота з різними джерелами інформації (підручниками, відео ролики, 2D і 3D анімації тощо).

Із викладеного вище, випливає, що кейс – метод добре інтегрується у інтерактивну форму навчання з військово – технічних дисциплін під час підготовки механіків – водіїв базових машин ОВТ.

Для того щоб навчальний процес на основі кейс – методів був ефективним необхідно створити (побудувати) якісний та цікавий кейс і застосувати відповідну методику навчання.

У відповідності до вищезазначеного, кейс повинен моделювати життєво – професійну ситуацію діяльності військовослужбовця, сприяти розвитку аналітичних, комунікативних навичок, що дозволив би визначити проблему, з якою доведеться майбутнім офіцерам зітнутися у своїй професійній діяльності.

Як показує досвід, систематичне застосування кейс – методу допомагає слухачам життєво і правильно оцінювати обстановку і приймати рішення (вони вже поступово звикають до такої самостійності).

Для підтвердження викладеного, проведено дослідження у двох навчальних взводах студентів кафедри військової підготовки: один взвод

навчається за традиційними технологіями, другий – із застосуванням кейс – технологій.

Спочатку студентів призначають на роль механіка–водія і пропонують осмислити реальну військово–технічну ситуацію, опис якої відображає не тільки якусь практичну проблему, але й актуалізує певний комплекс знань, який необхідно засвоїти під час вирішенні даної проблеми. При цьому сама проблема не має однозначних рішень.

Зауважимо, що базові машини ОВТ студенти вивчають на першому курсі, а водіння проводиться під час навчального збору.

Отже при формуванні кейса треба врахувати його складність. У даному випадку доцільно застосувати міні – кейс, який займає за обсягом від однієї до кількох сторінок (за часом як частину двогодинного заняття).

Пропонується така послідовність побудови кейсу. В першу чергу, необхідно сформулювати дидактичну мету кейсу, а потім визначити проблемну ситуацію. Крім того, якісний кейс не повинен виходити за межі програми, а формується на темі та містить відео фрагменти, таблиці, плакати тощо.

Як правило, кейс подається після проходження декількох тем (модулів) і може мати варіанти, що надає можливість студентам самим самостійно обирати той чи інший кейс (рис. 1).

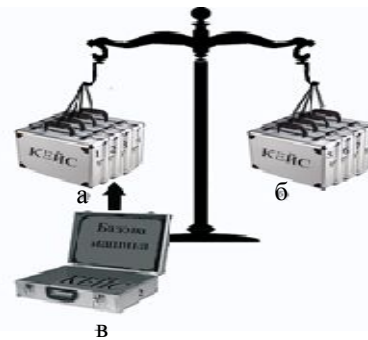


Рис. 1 Набір кейсів:

а; б – закриті кейси; в – вибраний кейс.

Якщо тема об’ємна, то доцільно розробляти декілька кейсів, причому умовно їх поділити на прості (ліва частина) і більш складні (права частина). На моніторах комп’ютерів кожна група вибирає кейс, шляхом наведення курсору миші на відповідний кейс. Через декілька секунд кейс падає до низу, відкривається і з’являється військово-технічна ситуація. Вона може бути такого змісту:

Ви – командир взводу самохідних гаубиць 2С1 (2С3М). Взводу поставлено бойове завдання здійснити марш на запасну вогневу позицію по пересічній місцевості. У вашому розпорядженні карта місцевості, компас, є ТТХ самохідних гаубиць, технічний опис і інструкція з експлуатації базових машин, інші документи.

При здійсненні маршруту на ділянці кругого підйому одна машина “заглухла”, а інша стоїть на місці і “буксує”.

Отже, реальна ситуація створена; проблема в тому, як знайти вирішення цієї проблеми. Використовуючи 3D моделі базової машини 2С3М (рис.2, рис.3) студенти обговорюють ситуацію, яка склалася.

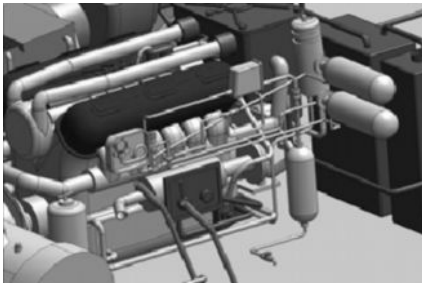


Рис. 2 Моторне відділення

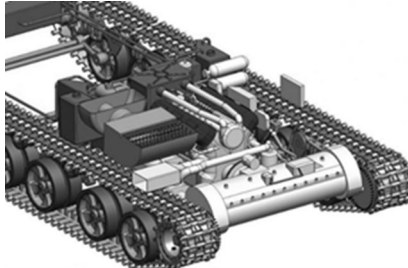


Рис. 3 Трансмсія

Так, послідовно, крок за кроком, обговорюють можливі причини зупинки базових машин. Викладач може акцентувати увагу студентів як на дії механіка-водія, так і те, що таку проблему потрібно вирішувати в комплексі – технічна сторона і людський фактор. Після обговорення рішень і результатів викладач оцінює знання студентів, звертаючи увагу на таке:

- новизна і неоднозначність вирішення проблеми;
- якість оформлення матеріалів і чіткість викладання рішення проблеми;
- вміння ведення дискусії.

Порівнювальна характеристика рівня знань в залежності від тривалості застосування кейс-методу представлена на рис. 4.

Криві 1,2 відображають результати навчального процесу із використанням кейс – методу на планових заняттях і самостійній підготовці відповідно. Крива 3 – при відсутності у самостійній підготовці застосування кейс – методу.

Бачимо, що для застосування 3D-моделей на планових заняттях оптимальним часом є 30-60 хвилин і 15-45 хвилин під час самостійної підготовки. Подальше зниження рівня засвоєння на планових заняттях і самостійній підготовці пояснюється стомленістю студентів за причини отримання великого об'єму інформації.

Література

1. **Верба В.** Методичне наповнення курсу “Проектний аналіз”. Ситуаційна методика навчання: український досвід: збірник статей.. *Центр інновацій та розвитку*. 2001. С. 165–170. 2. **Долгоруков А.** Метод case-study как современная технология профессионально-ориентированного обучения: URL: http://www.vshu.ru/lections.php?tab_id=3&a=info&id=260. 3. **Жигилей И.М.** Формирование профессиональных компетенций с помощью кейс-метода в высшем образовании. *Преподаватель XXI век*. 2012. № 1. С. 29–36. 4. **Мальшева М.А.** Современные технологии обучения и их роль в образовательном процессе. *Современные технологии обучения в вузе (опыт НИУ ВШЭ в Санкт-Петербурге)*. Санкт-Петербург. 2011. С. 6–25. 5. **Основи кейс-метода** URL: <http://www.pprog.ru/>

Рівень засвоєння навчальної інформації, %

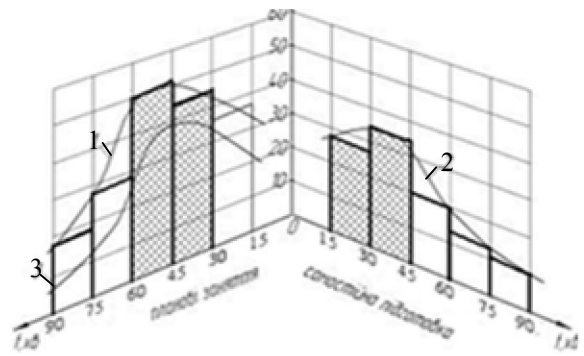


Рис. 4 Порівняльна характеристика рівня знань залежно від тривалості застосування кейс – методу.

Відсутність закріплення матеріалу за допомогою 3D-моделей під час самостійної підготовки негативно впливає на рівень засвоєння навчального матеріалу (крива 3, рис. 4).

Тому важливо організувати самостійну підготовки з використанням 3D-моделей, надання цих моделей у бібліотеку для забезпечення доступності їх для студентів.

Отримані експериментальні результати оцінки рівня засвоєння інформації з військово-технічних дисциплін дозволяють зробити висновок, що застосування інтерактивного методу навчання з використанням 3D-моделей зразків ОБТ, а саме, кейс – методу, у порівнянні з традиційними методами навчання, забезпечує більш якісну підготовку студентів в умовах обмеженого терміну навчання, більш продуктивне використання навчального часу, безпеку навчання, розширення кругозору і самостійність мислення студентів, скорочення витрат ресурсів під час експлуатації озброєння.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Кейс – метод підвищує рівень як теоретичних знань, так і практичних вмінь і навичок у сфері аналізу конкретних військово-технічних ситуацій. Він мотивує студентів до осмислення своєї майбутньої військово-професійної діяльності.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на удосконалення структури кейс-методу, вивчення позитивних сторін застосування кейсів та покращення методики їх використання.

Osнови%20keis-metoda.doc. 6. **Погребельная Н.И.** Кейс-метод как условие формирования исследовательских способностей студентов вуза. *Наука и школа*. 2008. № 1. С. 73 7. **Сурмін Ю. П.** Метод аналізу ситуацій (Case-study) та його навчальні можливості. Глобалізація і Болонський процес: проблеми і технології. *Кол. моногр. МАУП*. Київ. 2005. С.71–82. 8. **Ситуаційний аналіз, или Анатомия Кейс-метода /** Под ред. д-ра социологических наук, профессора Сурмина Ю.П. Киев.: Центр инноваций и развития, 2002. С. 41–56. 9. **А. Дерев'янчук.** Підхід до створення і застосування кейс – методу при вивченні військово – технічних дисциплін. *Військова освіта. Збірник наукових праць Національного університету оборони України*. 2018. №1(37). С.92 – 101.

КЕЙС - МЕТОД КАК ФОРМА ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ВОЕННО-ТЕХНИЧНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ РАКЕТНЫХ ВОЙСК И АРТИЛЛЕРИИ

Дмитрий Анатольевич Чопа (кандидат технических наук, с.н.с.)¹
Анатолий Иосифович Деревьянчук (кандидат технических наук, профессор)²
*Владислав Валерьевич Дегтярьов*²
*Федор Дмитриевич Семенов*²

¹ *Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина*
² *Сумской государственной университет, Сумы, Украина*

Подготовка военных специалистов в условиях особенного периода, когда необходимо в сжатые сроки обеспечить высокий уровень знаний и умений, обуславливают задачу поиска новых методов обучения. Поэтому в статье рассматриваются вопросы использования кейс-метода в военных учебных заведениях при изучении военно-технических дисциплин. Авторы определяют одну из главных проблем - качество подготовки военного специалиста. Подчеркивается актуальность и перспективность использования кейс-метода при изучении военно-технических дисциплин. Целью данной статьи является анализ разработки и использования кейс-метода в системе подготовки военных специалистов. Авторы рассматривают подход к разработке и использованию кейс-метода в учебном процессе. Определяется, что сочетание традиционных и интерактивных методов обучения позволяет повысить уровень теоретических знаний и практических навыков студентов при анализе некоторых ситуаций. Использование указанных методов заставляет студентов самостоятельно мыслить, искать информацию, находить правильные решения на вопросы, которые возникают. В конце, сформулированы направления дальнейших исследований по внедрению case-метода.

Ключевые слова: интерактивные методы, кейс-метод, технологии обучения, 3D-модель базовой машины ВВТ.

CASE-METHOD AS A FORM OF INTERACTIVE TRAINING ON MILITARY-TECHNICAL DISCIPLINES IN PREPARATION OF ARTILERY SPECIALISTS

Dmytro Chopa (Candidate of technical sciences, senior research fellow)¹
Anatoliy Derevjanchuk (Candidate of technical sciences, professor)²
*Vladyslav Dehtiarov*²
*Fedir Semenov*²

¹ *National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovsky, Kyiv, Ukraine*
² *Sumy State University, Sumy, Ukraine*

The training of military specialists in a special period in a short time and with the provision of the necessary level determines the task of finding new teaching methods. The article deals with the use of case-method in military educational institutions during the study of military-technical disciplines. The authors identify one of the main problems - the quality of training a military specialist. The urgency and perspective of using case-method during the study of military-technical disciplines is emphasized. The purpose of this article is to analyze the development and use of a case-method in the system of military specialists training. The authors consider the approach to developing and using the case-method in the learning process. It is determined that the combination of traditional and interactive learning methods will increase the level of theoretical knowledge and practical skills of students in the analysis of certain situations.

The use of these methods makes students think independently, seek information, find the right answers to questions that arise. At the end, formulated directions for further research on implementation of the ks-method

Key words: interactive methods, case method, learning technology, 3D model of the base machine of the weapon.

References

1. Verba, V., Sydorenko O. (2001). Metodичне наповнення курсу «Проєктний аналіз» [Methodical content of the course "Project Analysis"]. Sytuatsiina metodyka navchannia: ukrainskyi dosvid. Tsentr innovatsii ta rozvytku, 165-170.
2. Dolgorukov A. Case-study method as modern technology of vocational training. Available at: http://www.vshu.ru/lections.php?Tab_id=3&a=info&id=260.
3. Zhyhylei, Y. M. (2012). Formyrovanye professyonalnykh kompetentsyi s pomoshchiu keismetoda v vysshem obrazovanii [Formation of professional competencies using the case-method in higher education]. Prepodavatel KhKhI vek, 29-36.
4. Malysheva M.A. (2011). Sovremennye tekhnolohyy obucheniya y ykh rol v obrazovatelnom protsesse [Modern technologies of teaching and their role in the educational process]. Sovremennyye tekhnolohyy obucheniya v vuze (opyt NYU VShЭ v Sankt-Peterburhe). – SPb, 6-25.
5. Basics of the case-method. Available at: http://www.pprog.ru/Osnovi_%20keis-metoda.doc.
6. Pohrebelnaia N. Y. (2008). Keis-metod kak uslovye formyrovaniya yssledovatel'skykh sposobnosti studentov vuza [Case-method as a condition for the formation of research abilities of university students]. Nauka y shkola, 73.
7. Surmin Yu. P. (2005). Metod analizu sytuatsii (Case study) ta yoho navchalni mozhlyvosti. Hlobalizatsiia i Bolonskyi protses: problemy i tekhnolohii [Case-study method and its educational capabilities. Globalization and the Bologna process: problems and technologies], 71-82.
8. Surmyn Yu.P.(2002). Sytuatsyonnyi analiz, yly Anatomya Keis-metoda [Situational Analysis, or Case Method Anatomy]. Tsentr ynnovatsyi y razvytiya, 41-56.
9. A. Derevyanchuk. Pidxid do stvorennia i zastosuvannya kejs – metodu pry vyvchenni vijskovo – tekhnichnykh dyscyplin / A. Derevyanchuk // Vijskova osvita. Zbirnyk naukovykh prac nacionalnogo universytetu oborony Ukrainy. – K, 2018. – №1(37). – S.92 – 101.

ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ В СИСТЕМІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ПОЛЬОТІВ ДЕРЖАВНОЇ АВІАЦІЇ УКРАЇНИ

На даний час командир авіаційної частини приймає рішення на проведення польотів в умовах невизначеності. Відсутність повної вхідної інформації змушує його спиратись на власний досвід та інтуїцію. При цьому існуюча нормативна база не вимагає від особи, яка приймає рішення, проведення оцінювання ризиків щодо реалізації прийнятого рішення для забезпечення безпеки польотів. Як наслідок, якість рішення цілком залежить від компетентності і досвіду особи, яка його приймає. В статті розглядається можливість імплементації підходів теорії ризиків до системи забезпечення безпеки польотів державної авіації. Запропоновано алгоритм прийняття рішення на основі оцінювання ризику. Проведено аналіз методів, що застосовуються в цивільній авіації для оцінювання ризику. Розглянуто доцільність їх застосування для умов діяльності державної авіації. Для вирішення задач оцінювання ризику безпеки польотів державної авіації України запропоновано використовувати поєднання методів Байєсівського аналізування, методу Показників (індексів) ризику та Матрицю “наслідок/ймовірність” розмірністю 5x5.

Ключові слова: забезпечення безпеки польотів; теорія ризиків; державна авіація.

Вступ

Питання вдосконалення існуючої системи забезпечення безпеки польотів (БзП) завжди мали пріоритет у діяльності авіації, і державна авіація не є виключенням.

Постановка проблеми. На даний час оцінка рівня безпеки польотів в державній авіації України не повною мірою відповідає вимогам сучасності та здійснюється з використанням підходів, що засновані ще у 80-х роках минулого сторіччя. На відміну від України, в країнах НАТО стандарти та правила, що регламентують забезпечення БзП, засновані на підходах управління ризиком (УР).

Аналіз останніх досліджень в галузі оцінювання БзП державної авіації України та деяких країн – членів НАТО показує, що підходи теорії ризиків широко використовуються у провідних країнах світу. На даний час міжнародні авіаційні організації, включаючи Міжнародну організацію цивільної авіації (ICAO), Міжнародну асоціацію повітряного транспорту (IATA), Європейську організацію з безпеки повітряної навігації (EUROCONTROL), Всесвітній фонд безпеки польотів (FSF), приділяють підвищену увагу питанням УР БзП. Напрацювання цих організацій лягли в основу сучасних нормативних документів військово-повітряних сил провідних країн світу [1,2,3].

На сьогоднішній день, у нормативних документах, що визначають організацію льотної роботи в державній авіації України методика визначення або розрахунку існуючих ризиків в сфері БзП не існує. Поняття “ризик” взагалі відсутнє. Командир приймає рішення спираючись виключно на власний досвід та інтуїцію. Це, в

свою чергу, негативно позначається на якості процесів прийняття рішень з питань БзП.

Для вдосконалення системи забезпечення БзП державної авіації України, приведення її до вимог стандартів НАТО (STANAG) та застосування для оцінювання ефективності її функціонування наукових методів загального оцінювання ризиків, пропонується розглянути можливість адаптації положень теорії управління ризиками.

Мета статті полягає в виборі придатного методичного апарату оцінювання ефективності забезпечення безпеки польотів для державної авіації України на основі аналізу існуючих світових підходів.

Виклад основного матеріалу дослідження

1. Загальні підходи теорій ризиків.

Повітряним кодексом України визначається, що безпека польотів це стан, за якого ризик шкоди чи ушкодження обмежений до прийняттого рівня [4]. В Україні діє низка національних та міжнародних стандартів що визначають питання управління ризиком [5-7]. Концепція УР, що зазначена в цих документах, широко застосовуються у різних сферах: в економіці, виробництві, сільському господарстві, атомній енергетиці тощо. Методи управління ризиками зайняли особливе місце в підходах щодо оцінювання ризику в питаннях БзП [8].

У міжнародному стандарті ISO 31000 “Risk management – Guidelines” [5] дається основне визначення ризику як впливу невизначеності на цілі. Крім того, наводиться визначення, що ризик – це комбінація наслідків подій (включаючи зміни в

обставинах) та пов'язаної з ними ймовірності подій:

$$R = \{P_i, H_i\}, \quad (1)$$

де P_i – ймовірність виникнення i -ї події, H_i – середній збиток (тяжкість) від i -ї події.

Ризик в області БЗП визначено як передбачувана ймовірність і серйозність наслідків або результатів небезпеки [3]. Математичною інтерпретацією підходу ІСАО є визначення ризику “першого рівня” за класифікацією Каплана-Гарріка, в рамках якого пропонується розглянути набір результатів або “сценаріїв” реалізації можливих несприятливих подій (проявів небезпеки). В роботі Каплана-Гарріка вводиться поняття трійки (triplet) [9]:

$$R = \{S_i, P_i, x_i\}, \quad (2)$$

де S_i - сценарій розвитку несприятливої події (реалізації небезпеки); P_i - ймовірність реалізації даного сценарію; x_i - наслідки реалізації сценарію або міра оцінки серйозності наслідків реалізації сценарію; $i = 1, N$.

Виходячи з (2), небезпеку можна визначити як набір пар $H = \{S_i, x_i\}$ Фізичний сенс даного визначення полягає в тому, що одній небезпеці відповідає кілька можливих сценаріїв її розвитку (S_i) і наслідків (x_i).

Результати реалізації процесу УР допомагають командирю (особі, яка приймає рішення, – ОПР) прийняти виважене рішення в умовах невизначеності.

2. Аналізування ризику

Загальне оцінювання ризику – це та частина управління ризиком, яка дає можливість мати командирю прийняття рішення в умовах визначення негативних (або небезпечних) факторів що впливають (можуть вплинути) на виконання поставленого завдання та їх наслідки. Це логічний процес зважування потенційних витрат (втрат) через ризики у порівнянні з очікуваними вигодами (метою у поставленому завданні). Під час загального оцінювання ризику намагаються відповісти на питання:

що може трапитись і чому?

якими можуть бути наслідки?

якою є ймовірність їх виникнення у майбутньому?

чи існують чинники, що пом'якшують наслідки ризику або знижують ймовірність його настання?

чи є рівень ризику допустимим або прийнятним і чи треба буде його враховувати у майбутньому?

Алгоритм прийняття рішення під час оцінювання ризику наведено на рисунку 1.

Під час аналізу ризику ОПР визначає чинники, що впливають на наслідки і ймовірність. Подія може мати багато наслідків та навпаки – до однакових наслідків можуть призвести різні події.

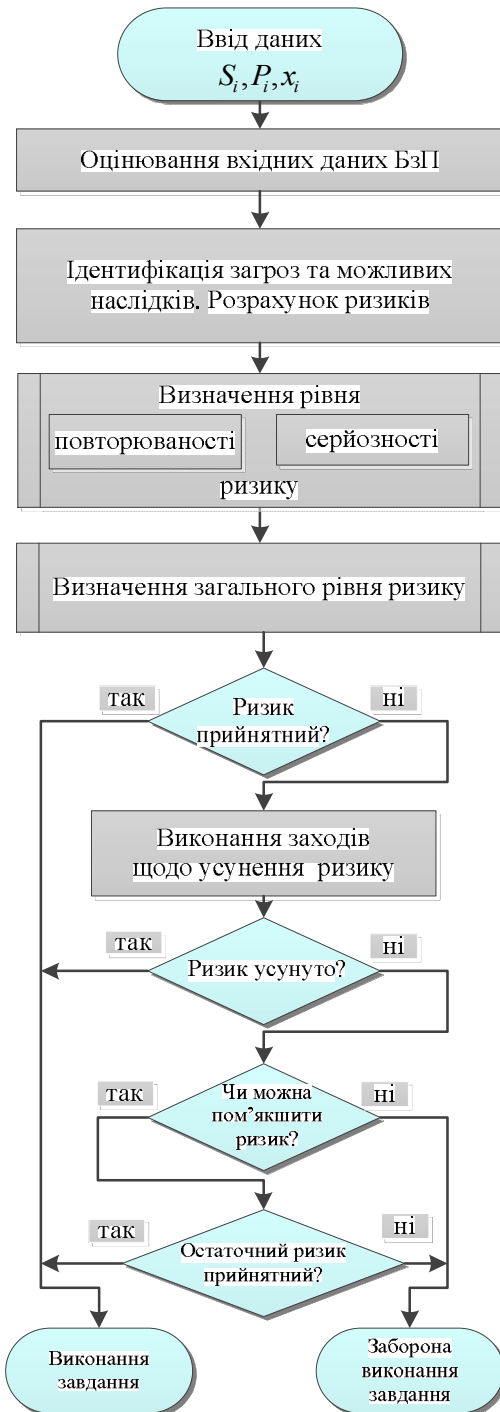


Рис. 1. Алгоритм прийняття рішення під час оцінювання ризику

Аналізування ризику зазвичай передбачає кількісне оцінювання низки потенційних наслідків, які можуть виникати за настанням події, а також пов'язаних з ними ймовірностей, з тим щоби виміряти рівень ризику у конкретних одиницях.

Наслідки можуть оцінюватися як якісно, так і кількісно (в тих випадках, коли збитки можна підрахувати в грошовому еквіваленті). Крім того, наслідки впливів може бути:

незначні, але з великою ймовірністю;

значні, але з малою ймовірністю;

проміжний випадок.

Для кількісного оцінювання ймовірності зазвичай використовують три підходи, які можна використовувати окремо чи спільно:

1. Статистичний метод. Використання відповідних хронологічних даних, щоб ідентифікувати події чи ситуації, які виникали у минулому, і завдяки цьому мати змогу екстраполювати ймовірність їх виникнення у майбутньому. Використання цього підходу доцільно виконувати при оцінюванні ризиків для безпеки польотів в безпеці польотів ДА України. Для цього можуть бути застосовані показники що пов'язані з кількістю авіаційних подій, інцидентів, небезпечних факторів тощо.

2. Метод прогнозування. Використання прогнозних методів, наприклад, аналізування дерева відмов і дерева подій. Якщо хронологічних даних немає чи їх адекватність викликає сумнів, то ймовірність доцільно визначати, аналізуючи модель авіаційної системи (або системи забезпечення БзП), а також пов'язані з ними відмови чи справні стани.

3. Експертний метод. На практиці застосовується низька методів опрацювання експертних суджень, такі як: метод Делфі, методи парних порівнянь, ранжування за категоріями та експертного оцінювання абсолютної ймовірності.

Згідно із загальноприйнятим підходом [6] ризики розділяють на три діапазони:

неприйнятний рівень – верхній діапазон, у якому рівень ризику розглядають як недопустимий незалежно від вигоди що може бути внаслідок діяльності. Необхідний терміновий вплив на ризик, щодо його зменшення незалежно від витрат;

зادовільний рівень – середній діапазон, у якому витрати на компенсування ризику збалансовано відповідно до потенційних наслідків;

прийнятний рівень – нижній діапазон, у якому рівень ризику розглядають як незначний або настільки малий, що жодних заходів з впливу на ризик не потрібно.

3. Підходи до моделювання ризику в області безпеки польотів

У ДСТУ ІЕС/ISO 31010:2013 визначено близько 30 різноманітних методів загального оцінювання ризиків. Існуючі методи і математичні моделі, які використовуються для оцінки ризику БзП в цивільній авіації, умовно можна розділити на чотири групи [10]:

1) моделі ризику зіткнення, які використовуються при плануванні повітряного руху;

2) моделі ризику відповідальності перед третіми особами, що використовуються для визначення небезпечних зон навколо аеродромів;

3) моделі помилок персоналу;

4) причинно-наслідкові або каузальні моделі.

Математичні моделі першої та другої груп для вирішення завдань оцінювання ризиків у державній авіації не підходять. Вони застосовуються для визначення мінімумів

ешелонування при плануванні повітряного простору.

Класичний підхід до кількісної оцінки помилок дій персоналу ґрунтується на оцінці ймовірності помилки, значення якої змінюється залежно від різних умов і обставин. Застосування такого підходу, як правило, вимагає проводити аналіз завдань у поєднанні з методами “аналізу дерева несправностей” (FTA) і “аналізу дерева подій” (ETA) для визначення того, в яких ситуаціях виникнення помилки персоналу є найбільш значущим. Крім цього, моделі третьої групи дозволяють враховувати вплив лише однієї узагальненої групи небезпек (“людський фактор”), і при цьому в рамках однієї задачі тільки для одного типу авіаційного персоналу (диспетчер, пілот тощо).

Для оцінювання ризику найбільш застосовуваними є наступні методи: Аналізування небезпечних чинників і критичні точки контролю (НАССР), Структурований метод “Що – якщо” (SWIFT), Аналізування першопричин, Аналізування видів і наслідків відмов та метод Показників (індикаторів) ризику. Проте, на думку авторів, для вирішення задач оцінювання ризику безпеки польотів державної авіації України, як основні доцільно використовувати статистичні причинно-наслідкові методи. До яких відносяться: Марковське аналізування, Імітаційне моделювання за методом Монте-Карло та Байєсівське аналізування. Як додаткові, будуть корисні методи Показників ризику та Матриця “наслідок/ймовірність”.

На відміну від інших методів, статистичні – засновані на опрацюванні вхідних даних про події, що відбулися в *конкретній авіаційній системі* і мають незначну ступінь невизначеності, а головне – уможливають отримання кількісних вихідних даних.

Основою методу марковського аналізування є концепція “станів” і переходів між ними у часі з урахуванням ймовірності переходу між станами. Обмеженнями застосування даного методу є:

основа методу ґрунтується на припущенні про наявність лише двох можливих станів елементів системи (відмова і відновлення), що далеко не завжди дозволяє коректно відобразити реальні процеси;

використовується припущення, що всі розглянуті події статистично незалежні, тобто майбутні стани не залежать від минулих станів, за винятком стану, який передує безпосередньо;

потребує знання всіх імовірностей змінення стану.

Імітаційне моделювання за методом Монте-Карло – це засіб оцінювання впливу невизначеності на систему шляхом визначення математичної моделі або алгоритму системи, що досліджується, та виконання певної кількості (в деяких випадках до 10 000) обчислень з вхідними даними, які являють собою випадкові змінні. Обмеженнями застосування даного методу є:

точність рішень залежить від кількості імітаційних моделювань. Моделювання авіаційної системи ДА України є процесом, який складно підлягає формалізуванню через вплив на процеси його функціонування великої кількості факторів. Ймовірність прояву цих факторів достовірно визначити неможливо;

складність побудови великорозмірних моделей; метод має невелику ступень розрізнення між подіями з серйозними наслідками та малоїмовірними подіями і, тому, не дає змогу відображати готовність організації до ризику.

Метод мереж Байєса передбачає використання графічної моделі для зображення низки змінних та їхніх імовірнісних зв'язків. Цей метод знайшов широке застосування завдяки тому, що:

існує пакет прикладних програм для числового аналізу;

- потрібно знати тільки апіорні дані;
- логічні виведення легкі для розуміння;
- необхідно застосовувати лише правило Байєса.

У Байєсівській статистиці параметри розподілу є випадковими змінними на відміну від класичної, де параметри розподілу постійні. Загальний вигляд теореми Байєса:

$$P(A/B) = \frac{P(A)P(B/A)}{\sum_i P(B/E_i)P(E_i)}, \quad (3)$$

де $P(A/B)$ – імовірність події А за умови, що виникла подія В,

$P(A)$ – імовірність події А,

E_i – і-та подія.

Байєсівську ймовірність можна розглядати як ступень довіри особи до виникнення певної події – на відміну від класичного підходу, який базується на матеріальному свідченні подій. Він потребує знання множини умовних ймовірностей, які зазвичай визначаються на підставі експертних висновків. Обробку експертних висновків доцільно проводити з використанням підходів теорії нечітких множин.

Показники (індекси) ризику – це напівкількісна міра ризику, яка є кількісною оцінкою, отриманою з використанням підходу бальних оцінок на основі порядкових шкал. Індекси ризику можна застосовувати для впорядкування серії ризиків, використовуючи подібні критерії з тим, щоб ризику можна було порівнювати. Бальні оцінки застосовують для кожного складника ризику.

Матриця наслідків/ймовірностей – це засіб поєднання якісних або напівкількісних оцінок наслідків і ймовірностей для отримання рівня ризику або ранжування ризику. Форма матриці визначається залежно від ступеня деталізації показників оцінювання ризику. Наприклад, ІСАО [3] як орієнтир представляє ранжування що наведено у таблицях 1-4.

Таблиця 1

Таблиця рівня ймовірності настання ризику БЗП

Характеристика ймовірності	Опис ступеня ймовірності	Рівень
Часто	Може статися в будь-який момент	5
Періодично	Ймовірно, трапляється іноді	4
Рідко	Малоїмовірно, але це можливо (траплялося рідко)	3
Неймовірно	Дуже малоїмовірно, що це відбудеться (невідомо, що це сталося)	2
Майже не можливо	Майже немислимо, що подія відбудеться	1

Таблиця 2

Таблиця рівня серйозності ризику БЗП

Характеристика серйозності	Значення	Рівень
Катастрофічний	<ul style="list-style-type: none"> • Зруйновано літальний апарат/обладнання • Наявні людські жертви 	А
Небезпечний	<ul style="list-style-type: none"> • Значне зниження безпеки польотів • У людей наявні серйозні травми • Літальний апарат/обладнання має серйозні пошкодження (аварія) 	В
Значний	<ul style="list-style-type: none"> • Значне зниження рівня безпеки, • У людей наявні несерйозні травми • Серйозний інцидент 	С
Незначний	<ul style="list-style-type: none"> • Неприємність • Експлуатаційні обмеження • Використання надзвичайних процедур • Інцидент 	Д
Несуттєвий	<ul style="list-style-type: none"> • Незначні наслідки 	Е

Матриця ризиків БЗП

Ризик БЗП		Характеристика серйозності				
Характеристика ймовірності		Катастрофічний А	Значний В	Значний С	Незначний D	Несуттєвий Е
Часто	5	5A	5B	5C	5D	5E
Періодично	4	4A	4B	4C	4D	4E
Рідко	3	3A	3B	3C	3D	3E
Неймовірно	2	2A	2B	2C	2D	2E
Майже не можливо	1	1A	1B	1C	1D	1E

Таблиця 4

Таблиця діапазону ризику БЗП

Індекс ризику	Діапазон ризику	Заходи, що рекомендовано виконати
5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	Неприйнятний	Негайно вживати заходи для зменшення ризику або припинення діяльності. Посилені профілактичні заходи для зниження індексу ризику БЗП до допустимого (задовільного, прийнятного).
5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D, 2A, 2B, 2C, 1A, 1B	Задовільний	Можуть прийматись управлінські рішення на зниження ризику БЗП.
3E, 2D, 2E, 1C, 1D, 1E	Прийнятний	Подальшого зниження ризику БЗП не потрібно.

Перевагами матриці наслідків/ймовірностей є відносна простота у застосуванні та можливість швидко ранжувати ризики за різними рівнями важливості. Проте, існують труднощі з однозначним визначенням шкал рівнів; застосування дуже суб'єктивне, є тенденція до значних розбіжностей суджень осіб, які проводять оцінювання; ризики неможливо агрегувати (тобто неможливо встановити, що конкретна кількість низьких ризиків, ідентифікованих декілька разів, є еквівалентом середнього ризику); завдає труднощів поєднання чи порівнювання рівнів ризику для різних категорій наслідків.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Впровадження підходів теорії управління ризиками в діяльність державної авіації України:

сприятиме прийняттю командиром виважених рішень в умовах невизначеності з врахуванням можливих варіантів розвитку майбутніх подій чи обставин. Це, в свою чергу, позитивно

позначиться на процесах прийняття рішень з питань безпеки польотів;

сприятиме створенню середовища, в якому весь авіаційний персонал буде навчений і мотивований для управління ризиками в усій своїй діяльності;

наблизить військову авіацію до розуміння стандартів НАТО з питань БЗП та їх впровадження у повсякденну діяльність авіаційних військових частин.

Для вирішення задач оцінювання ризику безпеки польотів державної авіації України доцільно використовувати поєднання методів Байєсівського аналізування, методу Показників (індексів) ризику та Матрицю "наслідок/ймовірність" розмірністю 5 x 5.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку, на думку авторів, полягають у розробленні математичної моделі авіаційної системи суб'єкта авіаційної діяльності державної авіації України та, з використанням зазначених методів, проведення розрахунків ризиків БЗП в існуючих умовах.

Література

1. NATO STANAG 7106, FLIGHT SAFETY, March 2007, AFSP-1(A). 2. Flight safety for the Canadian Armed Forces. A-GA-135-001/AA-001. 6 July 2015. 3. Safety Management Manual Doc 9859 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://www.unitingaviation.com/publications/9859/\(21.01.2019 p.\)](https://www.unitingaviation.com/publications/9859/(21.01.2019 p.)) 4. Повітряний Кодекс України. Указ Президента України № 3393–VI від 19.05.2011. 5. Міжнародний стандарт ISO 31000:2018 "Risk management – Guidelines". 6. Національний

стандарт України ДСТУ IES/ISO 31010:2013 "Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику". 7. Національний стандарт України ДСТУ ISO Gude 73:2012 "Риск менеджмент. Терміни та визначення". 8. Gerd Els, Safety Assessment Methodologies and Application for the Deployment of Laptops in Production System Environment.[Електронний ресурс] // – Режим доступу: <https://www.giac.org/paper/gsec/4219/safety-assessments-methodologies-applica->

tion-deployment-laptops-production-system/106765 (21.01.2019.) 9. Kaplan S., Garric B. On the Quantitative Definition of Risk. Risk Analysis. Vol.1, no. 1, 1981. Pp.

11-27. 10. Netjasov F., Janic M. A Review of Research on Risk and Safety Modeling in Civil Aviation. Journal of Air Transport Management. Vol.14, issue 4, 2008, Pp. 213-220.

ОЦЕНИВАНИЕ РИСКА В СИСТЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ АВИАЦИИ

Алексей Ростиславович Мартынюк (кандидат технических наук)

Олег Витальевич Радько (кандидат технических наук, с.н.с.)

Евгений Владимирович Гончаренко

Национальный университет обороны Украины имени Ивана Черняховского, Киев, Украина

В данное время командир авиационной части принимает решение на проведение полетов в условиях неопределенности. Отсутствие полной входной информации вынуждает его опираться на собственный опыт и интуицию. При этом существующая нормативная база не требует от лица, принимающего решение, проведения оценивания рисков относительно реализации принятого решения для обеспечения безопасности полетов. И как следствие, качество решения полностью зависит от компетентности и опыта лица, которое его принимает. В статье рассматривается возможность имплементации подходов теории рисков к системе обеспечения безопасности полетов государственной авиации. Предложен алгоритм принятия решения на основании оценивания риска. Проведен анализ методов, которые применяются в гражданской авиации для оценивания риска. Рассмотрена целесообразность их применения для условий деятельности государственной авиации. Для решения задач оценивания риска безопасности полетов государственной авиации Украины предложено использовать сочетание методов Байесовского анализа, метода Показателей (индексов) риска и Матрицу "следствие/вероятность" размерностью 5x5.

Ключевые слова: *обеспечение безопасности полётов; теория рисков; государственная авиация.*

THE RISK ASSESSMENT IN THE STATE AVIATION SAFETY PERFORMANCE SYSTEM

Oleksii Martyniuk (Candidate of technical sciences)

Oleh Radko (Candidate of technical sciences, associated professor)

Yevhen Honcharenko

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

The commander of the aviation unit makes a decision to conduct flights in conditions of uncertainty. Lack of full input information makes him rely on his own experience and intuition. In this case, the existing regulatory framework does not require the decision maker to carry out risk assessment in relation to the implementation of the decision on the safety of flights. And as a result, quality of decision fully depends on a competence and experience of decision maker. The article considers the possibility of implementation of the theory of risks approaches in the system of ensuring safety of flights of state aviation. A decision-making algorithm based on risk assessment is proposed. The analysis of methods used in civil aviation for risk assessment is carried out. The expediency of their application for conditions of state aviation activity is considered. In order to solve the tasks of assessing the safety risks of state aviation of Ukraine it is proposed to use a combination of Bayesian analysis method, the method of Risk Indicators and the 5x5 hazard/frequency matrix method.

Key words: *safety performance; theory of risks; state aviation.*

References

1. NATO STANAG 7106, FLIGHT SAFETY, March 2007, AFSP-1(A). 2. Flight safety for the Canadian Armed Forces. A-GA-135-001/AA-001. 6 July 2015. 3. Safety Management Manual Doc 9859, Forth edition 2018, available at: <https://www.unitingaviation.com/publications/9859/> (21.01.2019) 4. Povitrianyi Kodeks Ukrainy. Ukaz Prezydenta Ukrainy № 3393-VI vid 19.05.2011. 5. ISO 31000:2018 "Risk management – Guidelines" available at: <https://www.iso.org/standard/65694.html>. 6. Natsionalnyi standart Ukrainy DSTU IES/ISO 31010:2013 "Keruvannia ryzykom. Metody zahalnoho otsiniuvannia ryzyku". 7. Natsionalnyi standart Ukrainy

DSTU ISO Gude 73:2012 "Rysk menedzhment. Terminy ta vyznachennia". 8. Gerd Els, Safety Assessment Methodologies and Application for the Deployment of Laptops in Production System Environment, available at: <https://www.giac.org/paper/gsec/4219/safety-assessments-methodologies-application-deployment-laptops-production-system/106765> (21.01.2019) 9. Kaplan S., Garric B. On the Quantitative Definition of Risk. Risk Analysis. Vol.1, no. 1, 1981. Pp. 11-27. 10. Netjasov F., Janic M. A Review of Research on Risk and Safety Modeling in Civil Aviation. Journal of Air Transport Management. Vol.14, issue 4, 2008, Pp. 213-220.

*Єфанова Катерина Олександрівна
Бригадир Сергій Петрович
Сальник Сергій Васильович (кандидат технічних наук)*

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації, Київ, Україна

МЕТОД ГІБРИДНОЇ ПОБУДОВИ МАРШРУТІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

В статті розроблено метод побудови маршрутів передачі даних шляхом вибору метрик параметрів даних з урахуванням характеристичних особливостей застосування мереж спеціального призначення. Новизна методу полягає у введенні ієрархії процесу прийняття рішення з побудови маршруту передачі даних з метою забезпечення заданої якості обслуговування певних типів трафіка при різних умовах функціонування телекомунікаційних мереж з використанням гібридної структури побудови методу. Метод дозволяє побудувати маршрути заданої якості, скоротити об'єми службового трафіка, збільшити пропускну спроможність інформаційного напрямку при зменшенні складності побудови методу.

Метою даної статті є аналіз використання методу гібридної побудови маршрутів в телекомунікаційних мережах. Автори розглядають підхід щодо використання методу в телекомунікаційних мережах спеціального призначення, що дозволить підвищити показники ефективності побудови маршрутів передачі даних вузлової системи управління в телекомунікаційних мережах військового призначення.

У ході подальших досліджень буде розроблено метод взаємодії та зв'язності елементів підсистеми передачі потоків даних в телекомунікаційних мережах спеціального призначення.

***Ключові слова:** військове призначення, телекомунікаційні мережі, управління потоками даних, маршрути передачі даних, гібридна структура.*

Вступ

На сьогодні у телекомунікаційній сфері багато уваги приділяється розвитку мобільних радіомереж (MR), які відносяться до класу MANET (*Mobile Ad-Hoc Networks*), які завдяки своїм особливостям, знаходять широке застосування при побудові безпроводових мереж зв'язку військового призначення (за умов де побудова мережевої інфраструктури є ускладненою, в ході проведення динамічних, високманеврених бойових дій або військових операцій, тощо). Мережі даного класу являють собою сукупність автономних мобільних радіовузлів з динамічною топологією, об'єднаних між собою через радіоканали без будь-якої попередньо розгорнутої мережевої інфраструктури [1-3].

Постановка проблеми. Основними особливостями побудови та застосування MR є: мобільність вузлів; динамічна топологія; децентралізоване управління MR; спільний доступ вузлів до середовища передачі даних; масштабованість; збір значної кількості інформації про стан мережі на різних рівнях моделі OSI. Основною відмінністю MR від класичних радіомереж є відсутність фіксованої мережевої інфраструктури і, як наслідок, фіксованих маршрутів передачі інформації, що потребує використання нових підходів до управління MR та системами, які забезпечують її функціонування [1-3].

В порівнянні з проводовими мережами зв'язку, MR характеризуються частими і непередбачуваними змінами топології

радіомережі, відсутністю постійних маршрутів передачі даних, а також окремих мережевих пристроїв (маршрутизаторів), які б виконували цю функцію, так як кожен вузол MR виконує роль кінцевого пристрою і маршрутизатора одночасно. Разом з тим, у порівнянні зі стільниковими мережами зв'язку, де доступ до мережі здійснюється через базову станцію, в MR використовується багатострибковий (multihop) підхід до передачі даних у радіомережі. Зазначені особливості MR призводять до того, що маршрутизація потоків даних стає першочерговим завданням, яке необхідно вирішити при проектуванні MR як цивільного, так і військового призначення [4].

Аналіз сучасних методів побудови маршрутів передачі даних вказує на те що, вони здебільшого пристосовані для стаціонарних або комп'ютерних мереж передачі даних. Дані методи призначені для рішення завдань виходячи із мети для якої вони були створені. Ці методи відрізняються один від одного цільовими функціями, множиною параметрів даних, характеристичними особливостями середовища застосування, характеристиками та інше. В наслідок чого дані методи не задовольняють умовам та вимогам застосування в MR військового призначення, а саме: врахування характеристичних особливостей функціонування MR; інтелектуалізація процесу управління; робота в режимі реального часу; невисока обчислювальна складність; можливість боротьби з перевантаженнями; відсутність

зацикленних маршрутів; самонавчання; збільшення швидкості навчання; прогнозування подій; тощо. Враховуючи зазначене, **наукове завдання**, пов'язане з розробкою метода побудови маршрутів передачі даних в телекомунікаційних мережах військового призначення для підвищення функціонування як вузлової системи управління (СУ) так і МР зокрема, є актуальним сьогодні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З розвитком телекомунікаційних систем з'являється велика кількість літератури та матеріалів, що описують роботу та принципи маршрутизації потоків даних.

Так, вагомий внесок у розвиток маршрутизації внесли роботи [5,6,8]. В них описується основні принципи управління трафіком і якість обслуговування в мережі Інтернет.

У роботі [1,2] автор описує проблеми що стосуються роботи протоколів маршрутизації в мобільних радіомережах.

Роботи [10,13,14] присвячені ефективності управлінню ресурсами інформаційно-телекомунікаційною мережею на основі програмного конфігурування мереж.

Метою статті є підвищення показників ефективності побудови маршрутів передачі даних вузлової системи управління в телекомунікаційних мережах військового призначення.

Виклад основного матеріалу

До основних факторів які впливають на якість функціонування телекомунікаційних мережах та характеристики якості обслуговування цих мереж, відноситься: поява черг мережевого трафіка; поява затримок передачі пакетів мережею; пульсація вхідного трафіку; втрата пакетів; переповнення буфера комутатора або маршрутизатора; тощо. Черги створюються на тих проміжках, на яких інтенсивність надходження пакетів перевершує інтенсивність обслуговування. Перевантаження ресурсів може призвести до зменшення пропускнуєї спроможності мережі, у разі коли, мережею передаються пакети повідомлень, а корисна швидкість передачі даних виявляється рівною нулю. Це відбувається в тому випадку, коли затримка доставки пакетів перевищує встановлений поріг, і пакети по тайм-ауту відкидаються вузлом призначення, як застарілі. У разі, якщо протоколи, які працюють у мережі, використовують надійні процедури передачі даних на основі квітування та повторної передачі втрачених пакетів, то процес перевантаження мережі буде наростати ще більше [4-6].

На відміну від стаціонарних мереж зв'язку, де мережева топологія залишається незмінною протягом тривалого проміжку часу, вузли МР не мають жодної інформації про топологію радіомережі, тому повинні самі виявити її і побудувати маршрути в разі необхідності передачі даних. В МР, як і в стаціонарних мережах зв'язку, процес маршрутизації реалізується з допомогою методів, які являють собою сукупність семантичних і синтаксичних правил, що визначають процес побудови та підтримання маршрутів передачі між відправником та адресатом в МР і забезпечують ефективне використання мережевих ресурсів при заданій якості обслуговування користувачів [4,7].

З метою вибору архітектури побудови методу маршрутів передачі даних, проведемо короткий

аналіз сучасних методів управління потоками даних:

1. AODV (*Ad hoc On-Demand Distance Vector*) – протокол динамічної маршрутизації для мобільних ad-hoc мереж (MANET) та інших бездротових мереж. AODV придатний для маршрутизації як unicast, так і multicast пакетів. AODV є реактивним протоколом маршрутизації, тобто встановлює маршрут до адресата за вимогою. На відміну від класичних протоколів маршрутизації інтернету є превентивними, тобто знаходить шляхи маршрутизації незалежно від використання маршрутів. Як впливає з назви, для обчислення маршрутів використовується дистанційно-векторний алгоритм маршрутизації. У AODV за допомогою застосування порядкових номерів при оновленнях маршруту виключена можливість виникнення проблеми «рахунку до нескінченності», притаманної іншим протоколам, які використовують цей алгоритм маршрутизації.

2. DSR (*Dynamic Source Routing*) – протокол динамічної маршрутизації для мереж MANET з топологією mesh. Також формує маршрут на-вимогу, за допомогою передачі broadcast-запиту. Однак, він використовує явну маршрутизацію, не покладаючись на таблиці маршрутизації на кожному проміжному пристрої. Крім того, в DSR було внесено послідовні конкретизації, включаючи DSR-Flow (гібрид явною маршрутизацією і маршрутизацією за таблицями). В даному протоколі маршрут встановлюється тільки, коли він потрібен і отже потреба в пошуку шляхів до всіх інших вузлів в мережі як робиться в підходах з формуванням маршрутів за допомогою таблиць відсутня. Недолік протоколу полягає в тому, що механізм обслуговування маршруту в місцевому масштабі не відновлює розірвані з'єднання. Застаріла інформація з кеша маршруту може також привести до невзгодженості під час фази реконструкції маршруту. Продуктивність DSR погіршується зі зростаючою рухливістю. Крім того, значні витрати маршрутизації з'являються через маршрутизації від джерела, що використовується в DSR. Ці витрати прямо пропорційні довжині шляху.

3. GOR (*Global On-Demand Routing protocol*) – гібридний метод, який передбачає наявність ідентифікаційного номера кожного вузла та координат його розташування в мережі, а також фіксованого радіусу передачі для кожного вузла. Для пошуку оптимальних маршрутів використовується алгоритм Дійкстри. Використовуючи координати місця розташування кожного вузла, визначається центральний вузол мережі, який розпочинає зондування з метою створення таблиці локації для кожного вузла. На основі цієї таблиці кожен вузол зможе знайти маршрути передачі до будь-якого адресата. GOR не передбачає негайного оновлення маршрутних таблиць у результаті будь-якої зміни вузлами їх статусу. Натомість, протоколом приймаються до уваги тільки ті зміни, які призводять до суттєвої зміни топології мережі, або якщо відстань між вузлами стає більшою, ніж радіус передачі. Недоліком GOR є: наявність модуля GPS у складі мобільного вузла, якій ускладнює його структуру [4].

4. OLSR – це IP адреса протоколу маршрутизації, оптимізоване для мобільних

однорангових мереж, які також можуть бути використані на інших бездротових систем, що самоорганізуються. OLSR-це протокол, який використовує топології контролю повідомлення а потім поширює відомості про стан зв'язку на всій мобільного тимчасової мережі. Окремі вузли використовують ці відомості про топологію для обчислення призначень наступного переходу для всіх вузлів мережі з використанням найкоротших шляхів пересилання переходу. Так як маршрутизація стану зв'язку вимагає, щоб база даних топології була синхронізована по мережі, то це вимагає ресурсної завантаженості для реалізації надійного алгоритму. Такий алгоритм дуже важко спроектувати для спеціальних бездротових мереж, тому OLSR не обтяжує себе надійністю; він просто заповнює дані топології досить часто, щоб переконатися, що база даних не залишається несинхронізованою протягом тривалих періодів часу.

5. OON (*OrderOne MANET*) – являє собою алгоритм для комп'ютерів, спілкуючись з цифровим радіо в мережі. OON здатен обслуговувати обробляти тисячі вузлів, де більшість інших протоколів обробляють менше ста. OON використовує ієрархічні алгоритми, щоб мінімізувати загальну кількість передач, необхідних для маршрутизації. Основна ідея полягає в тому, що мережа організовується в дерево. Вузли зустрічаються в корені дерева, щоб встановити початковий маршрут. Всі вузли висувають маршрут до себе до кореня дерева. Тому вузол, якому потрібно з'єднання, може відправити запит до кореня дерева і завжди знаходити маршрут. Протокол використовує алгоритм Дейкстри для постійної оптимізації та збереження маршруту. У міру того, як мережа рухається і змінюється, шлях постійно налаштовується. Система може використовувати вузли з невеликим об'ємом пам'яті. Недоліками OON є: наявність ключових вузлів, що робить мережу в певній мірі централізованою, а вихід їх з ладу призводить до необхідності реконфігурування всієї мережі; неможливість забезпечення аутентифікації користувачів та безпеки передачі даних [8-10].

6. ZRP (*Zone Routing Protocol*) – протокол ZRP є протоколом зональної маршрутизації, який складається з проактивного (за допомогою постійної підтримки таблиць маршрутизації) і реактивного (відкриття маршруту відбувається тільки за запитами) підходів до маршрутизації. Знання локальної топології передбачає використання всередині зони проактивного підходу до маршрутизації. Розбиття на зони відбувається у результаті об'єднання вузлів за кількістю переходів (хопов) з іншими сусідніми вузлами. При зональному розбитті немає чітких меж, вузли не мають чіткої належності до зони, вони практично одночасно знаходяться в декількох зонах. Можна зробити висновок, що зони можуть легко перекривати одна іншу. ZRP передбачає використання реактивного походу для міжзональної маршрутизації модуль IARP - протокол маршрутизації між зонами. Він включає в себе проактивну частину для проходження маршруту всередині зони. Кожен вузол всередині зони збирає інформацію про найкоротший маршрут до своїх сусідів. Цей мінімальний маршрут повинен

бути менше ніж радіус зони для запобігання петлі. Недоліками ZRP є: неможливість локального відновлення маршруту в разі його втрати [8,11].

7. OpenFlow – протокол управління процесом обробки даних, які передаються по мережі маршрутизаторами і комутаторами. Використовується для управління мережевими комутаторами і маршрутизаторами з центрального пристрою - контролера мережі (наприклад, з сервера або навіть персонального комп'ютера). Це управління заміною або доповнює працюючу на комутаторі (маршрутизаторі) вбудовану програму, яка здійснює побудова маршруту, створення карти комутації і т. д. Контролер використовується для управління таблицями потоків комутаторів, на підставі яких приймається рішення про передачу прийнятого пакета на конкретний порт комутатора. Комутатор встановлює захищений канал із контролером, за допомогою якого контролер реалізує свої керівні функції. Таким чином в мережі формуються прямі мережеві з'єднання з мінімальними затримками передачі даних і необхідними параметрами. Взаємодія між комутаторами та контролером забезпечується за допомогою повідомлень протоколу OpenFlow. Контролер отримує інформацію про зміну станів елементів у мережі, на основі якої він конфігурує мережне обладнання, керує мережною інфраструктурою та потоками даних у мережі.

В основу існуючих на сьогодні методів в телекомунікаційних мережах покладені принципи функціонування аналогічних методів розроблених для комп'ютерних та провідових мереж зв'язку з метою підтримки якості обслуговування мереж в яких вони застосовуються. Вибір архітектури побудови кожного окремого методу буде залежати від умов функціонування мережі та вимог до передачі того чи іншого типу трафіка. Так, при низькій динаміці зміни мережевої топології більш ефективними є таблично-орієнтовані методи, а з ростом динаміки топології мережі перевагу отримують зондові методи. Зазначену невідповідність намагаються вирішувати гібридні методи, які об'єднали в собі переваги таблично-орієнтованих та зондових. Крім того, на вибір конкретного методу будуть впливати вимоги, які накладаються з боку мережі чи необхідність ефективного використання вузлових та мережних ресурсів [12,13].

В цілому, сучасні вузлові системи управління (СУ) здебільшого використовують методи побудови маршрутів передачі даних, які не враховують особливостей функціонування телекомунікаційної мережі військового призначення. Тому доцільно висунути до методів які розробляються множини **вимог**:

- наявність технології прийняття рішень, самонавчання, інтелектуалізації тощо;
- врахування особливостей функціонування мереж;
- можливість проведення аналізу трафіка та характеристик передаваної мережі;
- бути оптимальними при визначенні критеріїв оцінки (наприклад: кількість ретрансляцій для МР, час доставки пакетів, мінімальна відстань, швидкість передачі даних);
- врахування обмежень (наприклад обмеженість: енергоресурсу, потужності вузлів, тощо);

- застосування при непередбачуваній, нечіткій мережевій активності;
- можливість як автономного так і кооперованого функціонування;
- забезпечувати необхідну якість обслуговування (QoS) різних типів трафіка.

Очевидно, що сучасні методи побудови маршрутів передачі даних при використанні зазначених алгоритмів збільшують математичну складність та ускладнюють мережеві пристрої. Тому виходячи із мети розробки методу та з урахуванням зазначених вимог буде запропонована гібридна структури методу побудови маршрутів передачі даних.

Метод гібридної побудови маршрутів передачі даних в мережах військового призначення.

Позначення вихідних параметрів даних: x_1 – тип трафіка, x_2 – об'єм інформації, x_3 – розмір черг на вході вузла-адресата, x_4 – швидкість зміни розміру черги вузла-адресата, x_5 – кількість адресатів, x_6 – залишкова ємність батарей, x_6 – забезпечення безпеки інформації, x_7 – якість маршрутів між вузлами, x_8 – швидкість передачі, x_9 – довжина пакету даних, x_{10} – множина маршрутів між i -м та j -м абонентами мережі, x_{11} – мінімально допустиме значення пропускної здатності з'єднання, x_{12} – максимально допустиме значення затримки передачі в з'єднанні, x_{13} – середня швидкість передачі, x_{14} – середня затримка передачі, x_{15} – множина допустимих шляхів, x_{16} – інтенсивність відправки пакетів.

Необхідно: розробити метод побудови маршрутів передачі даних шляхом вибору метрик параметрів даних з урахуванням характеристичних особливостей застосування телекомунікаційних мереж військового призначення при задоволенні користувальницької оптимізації, вимог до якості обслуговування типу трафіка.

Суть методу полягає у введенні ієрархії процесу прийняття рішення з побудови маршруту передачі даних з метою забезпечення заданої якості обслуговування певних типів трафіка при різних умовах функціонування телекомунікаційних мереж з використанням гібридної структури побудови методу.

Етапи реалізації методу:

1. Вибір: цільової функції управління маршрутами; вимог до передачі трафіка, якості обслуговування та безпеки, в залежності від стану інформаційного напрямку.

2. Збір вузлами інформації про час існування діючого маршруту на напрямку $a - b$;

$$T_m(t) = \min(T_1(t), T_2(t), \dots, T_i(t)), i = 1, k, (1)$$

3. Квітування. Аналіз отриманих квитанцій, підрахунок часу очікування квитанцій, оновлення матриці станів маршрутів, тощо.

4. Обрахування потоків даних. Визначення потоків, що втрачені в процесі їх передавання. Ймовірність своєчасного передавання пакетів p пріоритету через канал зв'язку визначається за схемою Бернуллі:

$$P_p = \sum_{u=1}^b \left[P_{pu} \sum_{k=0}^{c_k^p} \prod_{i \in k} P_{pi} \prod_{j \in (b-k)} (1 - P_{pj}) \right], (2)$$

Ймовірність доведення пакетів за шляхом визначається:

$$P_{pp} = \prod_{\beta=1}^w P_{\beta p}, (3)$$

Визначення частки потоків, які можуть бути прийняті на обслуговування мережею та розподіл їх за шляхами доставки. Для кожного з пріоритетних потоків λ_p необхідно знайти такі λ_p^* , при яких досягається максимум добутку коефіцієнтів недовикористання пропускних здатностей каналів зв'язку:

$$\lambda_p^* = \max_{\lambda_{kp} \in \Lambda_p} \prod_{k \in N} \prod_{j \in N} \left(1 - \frac{c_{ij} + \lambda_{ij(p-1)} + \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^N \lambda_{ijp}}{k_{pij} k_{kj}} \right), (4)$$

5. Визначення загальної кількості повідомлень з потрібною якістю. Визначаємо потік, що обслуговано:

$$\lambda_{ktp}^{обс} = \lambda_{ktp} \cdot P_{ktp}, \lambda_{ktp} \in \Lambda_p, (5)$$

Кількість повідомлень, що передається в одиницю часу, визначається:

$$\Lambda_{i\hat{a}\hat{n}} = \sum_{r=1}^R \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_{ktp}^{i\hat{a}\hat{n}}}{\delta_p}, (6)$$

де, $\Lambda_{обс}$ характеризує пропускну здатність мережі.

6. Підрахунок кількості спроб передачі пакетів та кількості адресатів, визначення незалежних маршрутів.

7. Визначення величини скорочення часу життя діючого маршруту $\delta_{j-2}, \delta_{j-1}, \delta_j$.

8. Прогнозування величини скорочення часу життя діючого маршруту δ_{j+1} на основі значень $\delta_{j-2}, \delta_{j-1}, \delta_j$.

9. Підрахунок пропускної здатності маршруту визначається мінімальною пропускну спроможністю каналу, який входить до його складу:

$$s(m_{sd}) = \min_{(s,d) \in m} \{s(c_{ij})\}, (7)$$

Максимальну пропускну здатність з'єднання i -го вузла з j -м вузлом визначаємо як сумарну пропускну здатність всіх маршрутів направлено графа з вершини i в j , тобто як максимальний потік з вершини i в j :

$$S(C) = \sum_{i \in V} \sum_{j \in V} f(i, j), i \neq j, (8)$$

$$\text{де } f(i, j) \leq \min_{(i,j) \in m} \{s(c_{ij})\},$$

10. Вибір способу зондування: побудова дерева зондування; локальне зондування; направлене зондування; побудова маршруту адресатом, тощо. Розсилання зонду-запиту вузлом i . Прийом зонду-запиту проміжними вузлами (або адресатом j). Вимірювання параметрів мережі проміжними вузлами; обробка зонду запиту адресатом j . Відправка зонду-відповіді адресатом. Надсилання повідомлення вузлом з інформацією про вибраний маршрут (маршрути).

11. Визначення відповідності висунутим вимогам передачі трафіка. Прийом рішення щодо переходу на новий маршрут (вибір кількості маршрутів, типу маршрутизації та прогнозування відстрочки передачі пакетів або знищення їх).

За умови заповнення матриці інформацією про кількість успішно переданих і втрачених пакетів для кожного вузла і на кожному маршруті, рядок матриці з найменшим ваговим коефіцієнтом є статистично найбільш надійним маршрутом.

Оскільки ваговий коефіцієнт маршруту

$$\gamma_i = \sum_{j=1}^k \frac{1}{M_{ij}} = \sum_{j=1}^k \gamma_j, \text{ то чим більше число успішно}$$

переданих пакетів, тим швидше γ_i прагне до нуля, а отже тим більш статистично надійний даний маршрут.

При передачі декількох пакетів, тобто коли $V > 1$, виникає питання з вибору напрямку передачі. Для вирішення даного завдання доцільно скористатися апаратом дискретної математики, зокрема теорією розбиттів числа на складові. За допомогою теорії отримуємо функцію виду

$$\varphi(p) = \frac{1}{(1-x)(1-x^2)(1-x^3)\dots(1-x^p)}. \text{ Тоді можливо}$$

сформулювати завдання пошуку оптимальних маршрутів наступним чином – знайти таку комбінацію розподілу переданих пакетів по маршрутами, щоб ваговий коефіцієнт був мінімальним [5,6,14].

Література

1. **Миночкин А.И.** Протоколы маршрутизации в мобильных радиосетях. *Зв'язок*. 2001. № 1. С. 31–36.
2. **Миночкин А.И.** Маршрутизация в мобильных радиосетях. *Сети и телекоммуникации*. 2002. № 1. С. 42–47.
3. **Сальник В.В.** Анализ методов поддержки принятия решений в автоматизированных системах управления зв'язком військового призначення. Журнал Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба «Системи озброєння і військова техніка». 2017. № 2(50). С. 114–119.
4. **Уманець Я.Л.** Протоколы та методи маршрутизації потоків даних в перспективних мобільних радіомережах з динамічною топологією. *Системи озброєння і військова техніка. Теоретичні основи розробки систем озброєння*. 2013. № 2(34). С. 150–159.
5. **Voitenko Iu.** Multiroute cross-layer transport protocol with reliable data delivery. *Telecommunication Sciences*. 2012. Vol.3, Num.1. pp. 23–28.
6. **Bunin S.G.,** A method for data retransmission in Ad Hoc networks with impulse ultrawideband signals. *Наукові Вісті НТУУ КПІ*. 2012р. №5. С. 7-11
7. **Бовда Е.М.** Методи забезпечення якості обслуговування в сучасних телекомунікаційних мережах військового призначення. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2017. № 2(51). С. 85-94.
8. **Кучерявий Е.А.** Управление трафиком и качество

Висновки і перспективи подальших досліджень

В статті розроблено метод побудови маршрутів передачі даних шляхом вибору метрик параметрів даних з урахуванням характеристичних особливостей застосування телекомунікаційних мереж військового призначення. Новизна методу полягає у введенні ієрархії процесу прийняття рішення з побудови маршруту передачі даних з метою забезпечення заданої якості обслуговування певних типів трафіка при різних умовах функціонування телекомунікаційних мереж з використанням гібридної структури побудови методу. Метод дозволяє побудувати маршрути заданої якості, скоротити об'єми службового трафіка, збільшити пропускну спроможність інформаційного напрямку. У ході подальших досліджень буде розроблено метод взаємодії та зв'язності елементів підсистеми передачі потоків даних в телекомунікаційних мережах військового призначення.

- обслуговування в сети Интернет. *Наука и техника*. 2004. С. 336–340.
9. **Лотов А.В.** Многокритериальные задачи принятия решений. *МАКС Пресс*. 2008. 197с.
 10. **Лемешко А.В.** Разработка и исследование потоковой модели адаптивной маршрутизации в программно-конфигурируемых сетях с балансировкой загрузки. *Управление, вычислительная техника и информатика, Доклады ТУСУРа*, № 3 (29), 2013. С. 100 – 108
 11. **Левчук А.В.** Анализ эффективности алгоритмов разбиения мобильной компьютерной сети на зоны маршрутизации. *Проблеми інформатизації та управління: зб. наук. праць*. Вид. нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк». 2010. № 1(29). С. 118–121.
 12. **Лукашенко В.В.** Анализ эффективности способов разбиения сети на зоны маршрутизации. *Електроніка та системи управління*. 2010. № 1(23). С. 112–118.
 13. **Сосенушкин С.Е.** Адаптивное управление ресурсами информационно-телекоммуникационной сети на основе программного конфигурирования. *Механика и машиностроение*. Московский государственный технологический университет „СТАНКИН“. 2015. С. 479 – 484.
 14. **Бовда Е.М.** Метод управління перерозподілом навантаження в SDN мережах. *Збірник наукових праць ВПІ*. 2017. № 2. С. 6–15.

МЕТОД ГИБРИДНОГО ПОСТРОЕНИЯ МАРШРУТОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Ефанова Екатерина Александровна

Бригадир Сергей Петрович

Сальник Сергей Васильевич (кандидат технических наук)

Военный институт телекоммуникаций и информатизации, Киев, Украина

В статье разработан метод построения маршрутов передачи данных путем выбора метрик параметров данных с учетом характеристических особенностей применения сетей специального назначения. Новизна метода заключается во введении иерархии процесса принятия решения по построению маршрута передачи данных с целью обеспечения заданного качества обслуживания определенных типов трафика при различных условиях функционирования телекоммуникационных сетей с использованием гибридной структуры построения метода. Метод позволяет построить маршруты заданного качества, сократить объемы служебного трафика, увеличить пропускную способность информационного направления при уменьшении сложности построения метода.

Целью данной статьи является анализ использования метода гибридного построения маршрутов в телекоммуникационных сетях. Авторы рассматривают подход по использованию метода в телекоммуникационных сетях специального назначения, что позволит повысить показатели

эффективности построения маршрутов передачи данных узловой системы управления в телекоммуникационных сетях военного назначения.

В ходе дальнейших исследований будет разработан метод взаимодействия и связности элементов подсистемы передачи потоков данных в телекоммуникационных сетях специального назначения.

Ключевые слова: военное назначение, телекоммуникационные сети, управление потоками данных, маршруты передачи данных, гибридная структура.

A THE METHOD OF HYBRID CONSTRUCTION OF DATA TRANSMISSION ROUTES IN TELECOMMUNICATION NETWORKS OF SPECIAL PURPOSE

Kateryna Yefanova

Serhey Brigadir

Sergey Salnyk (Candidate of technical sciences)

Military institute of telecommunications and information, Kyiv, Ukraine

In the article the method of construction of data transmission routes is developed by choosing metrics of data parameters taking into account the specific features of the use of special purpose networks. The novelty of the method is the introduction of the hierarchy of the decision making process on the construction of a data transmission route in order to provide a given quality of service for certain types of traffic under different conditions of the functioning of telecommunication networks using the hybrid structure of the method construction. The method allows you to build routes of a given quality, reduce the volume of service traffic, increase the throughput of the information direction while reducing the complexity of constructing the method.

The purpose of this article is to analyze the use of hybrid route construction in telecommunication networks. The authors consider the approach to using the method in telecommunication networks of special purpose, which will increase the efficiency of construction of data transmission paths of the nodal control system in telecommunication networks of military designation. The use of these methods makes students think independently, seek information, find the right answers to questions that arise. At the end, formulated directions for further research on implementation of the ks-method

Key words: military purpose, telecommunication networks, data flow management, data transmission paths, hybrid structure.

References

- 1. Minochkin A.I.** (2001) Protokoly marshrutyzatsyy v mobilnykh radiomerezhakh [Routing Protocols in Mobile Radio Systems], *Zv'yazok*, № 1 pp. 31–36.
- 2. Minochkin A.I., Romanyuk V.A.** (2002), Marshrutyzatsya v mobilnykh radiomerezhakh, [Routing in Mobile Radio Systems Seti i telekommunikatsii], № 1. – pp. 42 – 47.
- 3. Salnik V.V., Salnik S.V., Lukina K.V., Alekseenko V.P.** (2017). Analiz metodiv pidtrymky pryvnyattva rishen v avtomatyzovanykh systemakh upravlinnya zvyazkom viyskovoho pryznachennya [Analysis of Decision Support Methods in Automated Management Systems for Military Communications] *Journal of KhUPPS them. I. Kozhedub "Armament and military equipment"*. - Kharkiv: Kharkiv National Air Force University. - № 2(50) pp. 114-119.
- 4. Umanets Y.L.** Protokoly ta metody marshrutyzatsiyi potokiv danykh v perspektyvnykh mobilnykh radiomerezhakh z dynamichnoyu topolohiyeyu [Protocols and methods of routing data flows in perspective mobile radio networks with dynamic topology] *Theoretical Foundations of the Development of Armament Systems*, № 2(34). – pp. 150 – 159.
- 5. Voitenko Iu.** Multiroute cross-layer transport protocol with reliable data delivery / Voitenko Iu. // *Telecommunication Sciences*. 2012. – Vol.3, № 1. – pp. 23–28.
- 6. Bunin S.G., Voitenko Iu.Iu., Plotnuk K.O.** (2012) Metod povtornoyi peredachi danykh v setyakh Ad Hoc s impul'snymi sverkhshirokopolosnymi signalami [A method for data retransmission in Ad Hoc networks with impulse ultrawideband signals] *Scientific News of NTUU KPI*. № 5 – pp. 7 – 11.
- 7. Bovda E.M., Salnik V.V.** Metody zabezpechennya yakosti obsluhovuvannya v suchasnykh telekommunikatsiynykh merezhakh viyskovoho pryznachennya [Methods of providing quality of service in modern telecommunication networks of military purpose], *Per Collection of scientific works*. - Kharkiv: Kharkiv National Air Force University. 2002. № 2 (51). – pp. 85 – 94.
- 8. Kucheryavyi Ye.A.** (2014). Upravlinnye trafikom i kachestvo obsluzhivaniya v seti Internet [Traffic Management and Quality of Service on the Internet] – SPb.: Science and Technoloev..P-336.
- 9. Lotov A.V., Pospelov I.I.** Mnogokriterial'nyye zadachi prinyatiya resheniy [Multicriteria decision-making problems]. – M.: MAX Press. 2008. P - 197.
- 10. Lemeshko A.V.** Razrabotka i issledovaniye potokovoy modeli adaptivnoy marshrutyzatsii v programno-konfiguriruyemykh setyakh s balansirovkoj nagruzki [Development and research of the flow model of adaptive routing in software-configured networks with load balancing], *Vimiryuvalna ta obchislyuvalna tehnik v tehnologichnih protsesah*. – 2010. – №2. – pp. 133-137.
- 11. Levchuk A.V.** Analiz efektyvnosti alhoritmov razbyenyia mobylnoy kompyuternoy sety na zony marshrutyzatsyy [Analysis of the efficiency of mobile computer network partitioning algorithms into routing zones], *Problems of informatization and management: ST. sciences. prar - K. : View. nat aviats un-that "NAU-druk"*. 2010. - № 1 (29). - pp. 118–121.
- 12. Lukashenko V.V., Levchuk A.V.** Analiz efektyvnosti sposobov razbyenyia sety na zony marshrutyzatsyy [Analysis of the efficiency of methods for partitioning the network into routing zones] *Electronics and control svstems*. - 2010. - №. 1 (23). – P. 112-118.
- 13. Sosenushkin S.E., Kruglova P.A.** Adaptivnoye upravlinnye resursami informatsionno-telekommunikatsionnoy seti na osnove programnoy konfigurirovaniya [Adaptive management of information and telecommunication network resources based on software configuration] M.: State Technological University "STANKIN". *Mechanics and mechanical engineering*. 2015. pp. 479 – 484.
- 14. Bovda E.M.** (2017) Metod upravlinnya pererozpodilom navantazhennya v SDN merezhakh [Control method by re-subdivision of the navantazhennya in SDN dependencies] *Collection of scientific works of VITI, №2*– pp. 6 – 15.

МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КОМПЛЕКТУВАННЯ ОСОБОВИМ СКЛАДОМ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ГІБРИДНОЇ ВІЙНИ (ОСОБЛИВОГО ПЕРІОДУ)

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.

Розглянуто проблему кількісної та якісної оцінки системи комплектування особовим складом збройних сил України в умовах гібридної війни (особливого періоду). Методологічний підхід аналітичної оцінки розв'язується методом вкладених скалярних зортков векторного критерію із застосуванням нелінійної схеми компромісів. Якісна оцінка здійснюється на основі вербально-числової шкали Харрінгтона.

Встановлено, що оцінка системи комплектування збройних сил особовим складом залежав від конкретних умов, які склалися з урахуванням таких чинників, як списочна чисельність особового складу; кількість штатно-посадових одиниць; індекс штату, на якому перебуває військова частини (орган військового управління); способи та принципи комплектування; наявність людських резервів; рівень військової освіти та якість підготовки, перепідготовки (підвищення кваліфікації) військовослужбовців тощо.

Ключові слова: особовий склад; система комплектування; гібридна війна.

Вступ

На сьогодні серед українських фахівців воєнної науки немає єдиних поглядів на те, яка ж система комплектування Збройних Сил України найбільш раціональна: призовна, контрактна або змішана. Проте всі вони сходяться на тому, що кожна держава вибирає систему комплектування особовим складом в залежності від загроз національній безпеці та поглядів на забезпечення національних інтересів в майбутньому [1, С. 4–5].

Аналізуючи досвід, набутий Збройними Силами України протягом періоду проведення Антитерористичної операції на територіях Донецької та Луганської областей та його удосконалення в Операції Об'єднаних Сил, можна зробити певні висновки та узагальнити фактори, від яких залежить оцінка ефективності системи комплектування Збройних Сил України та її вплив на вибір того чи іншого способу комплектування особовим складом. Правильно обраний спосіб комплектування Збройних Сил України може мати вирішальний вплив на якість виконання ними покладених завдань.

Постановка проблеми. Результати аналізу існуючих підходів до оцінювання ефективності системи комплектування Збройних Сил України свідчать, що вони не носять послідовного характеру, однобічно розкривають результати виконання окремих заходів комплектування Збройних Сил України. Недосконалість існуючих підходів та відсутність єдиної методологічної основи до оцінювання ефективності системи комплектування Збройних Сил України, унеможливує удосконалення існуючої структури системи комплектування та вибору раціонального варіанту цієї структури. Необхідність розроблення методології оцінювання ефективності системи комплектування Збройних Сил України особовим

складом в умовах гібридної війни (особливого періоду) та розроблення, на основі отриманої оцінки, обґрунтованих рекомендацій щодо вибору раціональної структури системи визначає актуальність цієї статті.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз досліджень стосовно оцінювання ефективності роботи системи комплектування особовим складом показують їх велику різноманітність та опосередкованість.

Так, вже розроблений та використовується певний методичний апарат, спрямований на підвищення ефективності управління кадрами: “Методика оцінки ефективності функціонування систем (органів) комплектування Збройних Сил України особовим складом” [2, С. 14–17], “Методика оцінювання ефективності використання кадрового потенціалу в Збройних Силах України” [3, С. 12–20], “Методичні рекомендації з порядку організації і проведення атестації військовослужбовців Збройних Сил України” [4], “Методичні рекомендації щодо рейтингової оцінки та розподілу випускників військових вищих навчальних закладів на первинні офіцерські посади” [5], “Оцінка соціально-психологічної придатності військовослужбовців сержантського та старшинського складу” [6] тощо.

Методика оцінки ефективності функціонування систем (органів) комплектування Збройних Сил України особовим складом оцінює вплив рівня підготовленості систем (органів) комплектування на ефективність їх функціонування за призначенням.

Методика оцінювання ефективності використання кадрового потенціалу в Збройних Силах України [7, С. 281–287; 8, С. 200–211] дає

змогу оцінити ефективність використання виключно кадрового потенціалу в Збройних Силах України з урахуванням ієрархічності їхньої структури та впливу кваліфікованості осіб офіцерського складу на ступінь підготовленості військового формування до застосування.

Методичні підходи, що застосовуються в решті відомих методик [9- 14] лише виключають суб'єктивізм у прийнятті кадрових рішень та підвищують ефективність управління кадровою роботою. Дослідження системи комплектування особовим складом, в якій сьогодні перебувають Збройні Сили України, існуючими методиками не враховує вимоги сьогодення та обставини гібридної війни (особливого періоду). Саме тому розробка методологічних основ оцінювання ефективності системи комплектування Збройних Сил України в умовах гібридної війни (особливого періоду) є своєчасним та актуальним завданням. Особливо зазначене життєво необхідне сьогодні, коли Збройні Сили України переходить до нарощування свого кадрового потенціалу з метою підвищення рівня їх боєздатності [15].

Мета статті полягає у визначенні методологічних основ оцінювання ефективності системи комплектування Збройних Сил України в умовах гібридної війни (особливого періоду).

Виклад основного матеріалу дослідження

Для визначення методологічних основ оцінювання ефективності системи комплектування Збройних Сил України в умовах гібридної війни (особливого періоду) слід попередньо чітко окреслити завдання системи комплектування, за якими проводитимемо оцінювання ефективності. Кожному завданню необхідно визначити один чи декілька показників, за якими сформулювати критерії його виконання. З урахуванням цих критеріїв слід визначити, яка ймовірність досягнення всього комплексу завдань. У цілому процедура визначення ефективності у випадку, коли існує більше одного критерію досягнення єдиного завдання, або коли окреслено декілька завдань, кожній з них відповідає свій критерій, має бути нормативно визначена. Адже залежно від конкретної ситуації різні результати можуть вводити в підсумкову оцінку з однаковим або диференційованим коефіцієнтом [7, С. 281–287].

У формальному вигляді функція, що описує динамічний стан (зміни у часі) оцінювання ефективності системи комплектування Збройних Сил України в умовах гібридної війни (особливого періоду), має такий вигляд:

$$\frac{dE}{dt} = F \{A(t), B(t), C(t), \dots, X(t)\}$$

де $F \{ * \}$ – функціонал, що описує ефективність системи комплектування Збройних Сил України у певний проміжок часу, що відповідає заявленому періоду гібридної війни (особливого періоду); $A(t)$, $B(t)$, $C(t)$, $\dots, X(t)$ – функції, що описують критерії досягнення цілей за якими оцінюється ефективність системи комплектування Збройних Сил України на момент часу t .

Отже, з метою оцінки ефективності ефективність системи комплектування Збройних Сил України у цілому необхідно спочатку визначитися з завданнями, які ми хочемо досягти, а потім із показниками, за якими оцінюватимемо

ефективність системи комплектування Збройних Сил України [9, С. 63–70].

Показник ефективності комплектування Збройних Сил України особовим складом $E_{\text{комп. ЗСУ}}$ характеризується якістю роботи відповідних служб персоналу і розраховується як відношення списочної чисельності особового складу S до штатної H

$$E_{\text{комп. ЗСУ}} = \frac{S}{H}, \text{ де } 0 < E_{\text{комп. ЗСУ}} \leq 1.$$

Показник ефективності комплектування Збройних Сил України особовим складом $E_{\text{комп. ЗСУ}}$ може бути розбитий на часткові показники, які оцінюють якість роботи відповідних служб персоналу та військово-організаційних структур $E_{\text{комп. ВОСт}}$ щодо організації та забезпечення якісного комплектування військових частин та підрозділів, в тому числі тих, що виконують бойові завдання у умовах гібридної війни (особливого періоду), тобто

$$E_{\text{комп. ВОСт}} = \frac{1}{2} \cdot (E_{\text{комп. БСк}} + E_{\text{комп. ЗЖД}})$$

де $E_{\text{комп. БСк}}$ – ефективність комплектування військових частин (підрозділів) бойового складу;

$E_{\text{комп. ЗЖД}}$ – ефективність комплектування військових частин (підрозділів) забезпечення життєдіяльності [14, С. 4–28].

Сутність часткових ефективностей $E_{\text{комп. БСк}}$ і $E_{\text{комп. ЗЖД}}$ дозволяє визначити ефективність комплектування особовим складом військово-організаційних структур $E_{\text{комп. ВОСт}}$.

Часткові ефективності $E_{\text{комп. БСк}}$ і $E_{\text{комп. ЗЖД}}$ розраховується таким чином:

$$E_{\text{комп. БСк}} = \frac{S_{\text{БСк}}}{H_{\text{БСк}}}, \quad E_{\text{комп. ЗЖД}} = \frac{S_{\text{ЗЖД}}}{H_{\text{ЗЖД}}}$$

де $S_{\text{БСк}}$, $S_{\text{ЗЖД}}$ – списочна чисельність особового складу військових частин (підрозділів) бойового складу та забезпечення життєдіяльності,

$H_{\text{БСк}}$, $H_{\text{ЗЖД}}$ – штатна чисельність військових частин (підрозділів) бойового складу та забезпечення життєдіяльності.

В цьому випадку показник ефективності системи комплектування Збройних Сил України особовим складом $E_{\text{комп. ВОСт}}$ матиме такий вигляд

$$E_{\text{комп. ВОСт}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{S_{\text{БСк}}}{H_{\text{БСк}}} + \frac{S_{\text{ЗЖД}}}{H_{\text{ЗЖД}}} \right)$$

Показник ефективності системи комплектування Збройних Сил України особовим складом за посадами має значення $E_{\text{комп. Кат}}$.

$$E_{\text{комп. Кат}} = \frac{1}{3} \cdot (E_{\text{комп. оф.}} + E_{\text{комп. с/с.}} + E_{\text{комп. прац.}})$$

де $E_{\text{комп. оф.}}$ – ефективність комплектування посад осіб офіцерського складу;

$E_{\text{комп. с/с.}}$ – ефективність комплектування посад осіб рядового та сержантського (старшинського) складу;

$E_{\text{комп. прац.}}$ – ефективність комплектування посад працівників.

$E_{\text{комп. л-т.}}$, $E_{\text{комп. мол. л-т.}}$ – ефективність комплектування посад генералів, полковників, підполковників, майорів, капітанів, старших лейтенантів, лейтенантів та молодших лейтенантів відповідно.

$$E_{\text{компл. оф.}} = \frac{1}{8} \cdot \left(\frac{S_{\text{ген.}}}{H_{\text{ген.}}} + \frac{S_{\text{полк.}}}{H_{\text{полк.}}} + \frac{S_{\text{підполк.}}}{H_{\text{підполк.}}} + \frac{S_{\text{майор.}}}{H_{\text{майор.}}} + \frac{S_{\text{капітан.}}}{H_{\text{капітан.}}} + \frac{S_{\text{ст. л-т.}}}{H_{\text{ст. л-т.}}} + \frac{S_{\text{л-т.}}}{H_{\text{л-т.}}} + \frac{S_{\text{мол. л-т.}}}{H_{\text{мол. л-т.}}} \right) + \frac{1}{2} \cdot (E_{\text{компл. ряд.}} + E_{\text{компл. серж.}})$$

де $E_{\text{компл. ряд.}}$ – ефективність комплектування посад рядового складу;

$E_{\text{компл. серж.}}$ – ефективність комплектування посад сержантського (старшинського) складу.

$$E_{\text{компл. с/с.}} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{S_{\text{ряд.}}}{H_{\text{ряд.}}} + \frac{S_{\text{серж.}}}{H_{\text{серж.}}} \right)$$

$$E_{\text{компл. прац.}} = \frac{S_{\text{прац.}}}{H_{\text{прац.}}}$$

У цілому показник ефективності системи комплектування Збройних Сил України особовим складом за категоріями матиме вигляд:

$$E_{\text{компл. кат.}} = \frac{1}{24} \cdot \left(\frac{S_{\text{ген.}}}{H_{\text{ген.}}} + \frac{S_{\text{полк.}}}{H_{\text{полк.}}} + \frac{S_{\text{підполк.}}}{H_{\text{підполк.}}} + \frac{S_{\text{майор.}}}{H_{\text{майор.}}} + \frac{S_{\text{капітан.}}}{H_{\text{капітан.}}} + \frac{S_{\text{ст. л-т.}}}{H_{\text{ст. л-т.}}} + \frac{S_{\text{л-т.}}}{H_{\text{л-т.}}} + \frac{S_{\text{мол. л-т.}}}{H_{\text{мол. л-т.}}} \right) + \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{S_{\text{ряд.}}}{H_{\text{ряд.}}} + \frac{S_{\text{серж.}}}{H_{\text{серж.}}} \right) + \frac{S_{\text{прац.}}}{H_{\text{прац.}}}$$

Отже, оцінка ефективності системи комплектування Збройних Сил України особовим складом залежить від значень списочної чисельності особового складу S та штатної чисельності посад H . З початком гібридної війни (особливого періоду) визначенні військові частини Збройних Сил України були переведенні на функціонування в штатах воєнного часу, певні частини змінили індекси штату. Зазначене значно привело до зменшення показника укомплектованості особовим складом, яку оперативно потрібно збільшувати та, як наслідок зменшило показник ефективності системи комплектування [13, С. 233–239; 14, С. 4–28].

Зазначимо, що середнє значення переходу між індексами становить приблизно 1 000 штатно-посадових одиниць (різниця – 10 %).

Таким чином, показник оцінки ефективності системи комплектування Збройних Сил України особовим складом залежить від переходу військової частини на індекси штату, що збільшують кількість штатно-посадових одиниць, а також від здатності системи комплектування оперативно призначити відповідний особовий склад. Укомплектованість особовим складом – це з одного боку наявний людський ресурс, а з іншого – критерій оцінки готовності військової частини до виконання завдань за призначенням. Умовно це можна представити:

90 % – військова частина оцінюється за показником “Персонал” як “готова” до виконання завдань;

80 % – як “обмежено готова”;

70 % і менше – “не готова”.

Саме тут і прослідковується певна логічна залежність від збільшення штатної чисельності і утримання показника укомплектованості в межах, що дозволяють військовій частині виконувати завдання за призначенням. Ефективне

функціонування системи комплектування розглядається як спроможність системи утримувати на необхідному рівні укомплектованість особовим складом, яка в свою чергу залежить від зміни як списочної так і штатної чисельності.

Однак, зміна у списочної чисельності та/або штатній кількості посад включає в себе ряд заходів, що характеризується своєю важливістю і передбачає відповідний комплекс управлінських рішень. Прийняття управлінського рішення ґрунтується на оцінці ситуації, яка склалася після зміни списочної та/або штатної чисельності. Відповідно до заявленої методології, процес формування оцінки ефективності системи комплектування представляється ієрархічною структурою, показано на рис. 1, де, для прикладу, $q_{пр.с/с.}$, $q_{пр.з.с/с.}$, $q_{моб.с/с.}$ – вагові коефіцієнти (критерії) комплектування посад особового та сержантського (старшинського) складу шляхом прийняття на військову службу за контрактом, призову на строкову військову службу на військову службу під час мобілізації на особливий період відповідно.

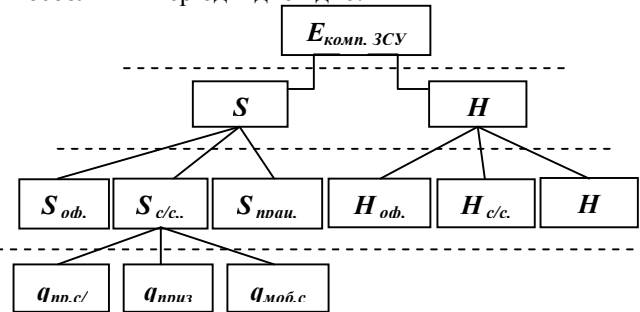


Рис. 1. Оцінки ефективності системи комплектування

З рис. 1 видно, що процес формування оцінки ефективності системи комплектування піддається декомпозиції, що приводить до ієрархічної структури властивостей її підсистем. Перший ієрархічний рівень здатний ділитися на наступні підрівні, вони на інші і так далі.

Зауважимо, що глибина поділу визначається прагненням дійти до тих підрівнів ієрархії системи комплектування, спроможності який зручно оцінювати. Спроможності, для яких існують об’єктивні вагові коефіцієнти, прийнято називати критеріями. Отримання набору критеріїв – це кінцевий підсумок ієрархічної декомпозиції системи комплектування.

Для прикладу, на рис. 2 показано m -рівневу ієрархію критеріїв. Кількість рівнів m залежить від необхідної глибини декомпозиції системи комплектування. В наведеному прикладі (рис. 1) має місце чотирьорівнева ієрархія. Властивості нижнього, першого рівня (тобто критерії $q_k^{(1)}$) можуть бути виражені в числах і є відправним пунктом для розв’язання задачі оцінки ефективності системи комплектування.

В загальному методологічному підході оцінка ефективності системи комплектування визначається ієрархічною системою векторів

$$q^{(j-1)} = \{q_i^{(j-1)}\}_{i=1}^{n^{(j-1)}}, j \in [2, m]$$

де $q^{(j-1)}$ – вектор критеріїв на $(j-1)$ -му рівні ієрархії системи комплектування, за компонентами якого оцінюються спроможності на j -му рівні;

m – кількість рівнів ієрархії системи комплектування;
 $n^{(j-1)}$ – коефіцієнти $(j-1)$ -го рівня ієрархії системи комплектування.
 Чисельні значення n коефіцієнтів $q^{(1)}$ у першого рівня ієрархії відомі – $n^{(1)} = n$ та $n^{(m)} = 1$.

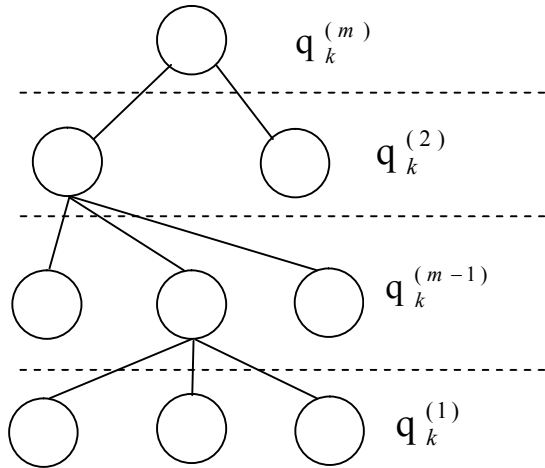


Рис. 2. m -рівнева ієрархія критеріїв

Значимість кожної з спроможностей $(j-1)$ -го рівня (S, H) при оцінці k -ної спроможності j -го рівня ($S_{оф.}, S_{с/с.}, S_{прац.}$) характеризується коефіцієнтом пріоритету, сукупність яких становить систему векторів пріоритету:

$$p_{ik}^{(j-1)} = \{p_{ik}^{(j-1)}\}_{k=1}^{n^{(j)}}, j \in [2, m]$$

Саме тут і постає завдання щодо пошуку оцінки ефективності системи комплектування.

Для аналітичної оцінки ефективності системи комплектування пропонується застосувати метод вкладених скалярних згорток [16, С. 10–21]. Композиція здійснюється за «принципом матришки»: скалярні згортки зважених компонент векторних критеріїв нижчого рівня служать компонентами векторних критеріїв вищого рівня. Скалярна згортка критеріїв, отримана на самому верхньому рівні, автоматично стає виразом для оцінки всієї ієрархічної системи в цілому [16, С. 10–21].

Алгоритм рішення задачі методом вкладених скалярних згорток представляється ітераційною послідовністю операцій зваженої скалярної згортки векторних критеріїв кожного рівня ієрархії системи комплектування знизу доверху з урахуванням векторів пріоритету на основі обраної схеми компромісів:

$$\{(q^{(j-1)}, p^{(j-1)}) \rightarrow q^{(j)}\}_{j \in [2, m]}$$

а пошук оцінки ефективності всієї системи комплектування в цілому виражається завданням визначення скалярної згортки критеріїв на верхньому рівні ієрархії системи:

$$q^* = q^{(m)}$$

При використанні рекурентної формули (1) важливим є раціональний вибір схеми компромісів. Для методу вкладених скалярних згорток адекватною є нелінійна схема компромісів, описана в [17, С. 151–178]. Встановлено, що без втрати спільності передумовою для її застосування є те, що всі

приватні критерії невід'ємні, підлягають мінімізації і є обмеженими:

$$0 \leq q_i \leq A_i, A = \{A_i\}_{i=1}^n,$$

де A – вектор обмежень.
 Тоді, відповідно до (1),

$$q_i^{(j)} = \sum_{i=1}^n p_i^{(j-1)} A_i^{(j-1)} [A_i^{(j-1)} - q_i^{(j-1)}]^{-1}.$$

Якщо критерії $(j-1)$ -го рівня нормовані за формулою $q_0 = q/A$, то вираз для оцінки k -ної спроможності системи комплектування на j -му рівні ієрархії із застосуванням нелінійної схеми компромісів має вигляд:

$$q_k^{(j)} = \sum_{i=1}^{n_k^{(j-1)}} p_{ik}^{(j-1)} [1 - q_{0ik}^{(j-1)}]^{-1}, k \in [1, n^{(j)}], j \in [2, m]$$

де $q_{0ik}^{(j-1)}$ – компоненти нормованого вектору $q_0^{(j-1)}$, які беруть участь в оцінці k -ної спроможності системи комплектування на j -му рівні ієрархії; $n_k^{(j-1)}$ – кількість рівнів ієрархії системи комплектування; $n^{(j)}$ – число оцінюваних спроможностей на j -му рівні.

Зауважимо, що визначення коефіцієнтів пріоритету p на кожному рівні ієрархії системи комплектування може бути виконано методом експертних оцінок за шкалою балів.

Експерт повинен оцінити відносний вплив кожного окремого критерію нижчого рівня ієрархії на загальну оцінку ефективності k -ної системи комплектування, альтернативи на наступному рівні в заданих умовах і співвіднести свою оцінку з відповідною точкою на шкалі, яка характеризується числом f . Допускається вибирати точки між числами або приписувати кілька критеріїв одній точці на шкалі.

Областю визначення коефіцієнтів пріоритету $p \in \Gamma_p$ є симплекс.

Таке нормування виконується, якщо коефіцієнти пріоритету визначити за формулою:

$$p_{ik}^{(j-1)} = f_{ik} / \sum_{i=1}^{n_k^{(j-1)}} f_{ik}, k \in [1, n^{(j)}], j \in [2, m]$$

де $p_{ik}^{(j-1)}$ – i -я компонента вектору пріоритету критерію на $(j-1)$ -му рівні ієрархії при розрахунку оцінки ефективності k -ної спроможності j -го рівня системи комплектування;

f_{ik} – оцінка значимості i -го спроможності $(j-1)$ -го рівня для k -ної спроможності j -го рівня системи комплектування, яка визначається експертами або особою, яка приймає рішення за шкалою балів.

Для того, щоб формула (2) відобразила ідею методу вкладених скалярних згорток відповідно до рекурентної формули (1), необхідно отриманий вираз нормування, тобто отримати відносний критерій $q_{0k}^{(j)} \in [0; 1]$, а його гранична величина була одиницею.

В роботі [18, С. 117–122] розглянуті питання такого нормування і остаточний вираз для рекурентної формули розрахунку аналітичних

оцінок спроможностей системи комплектування на всіх рівнях ієрархії набуває вигляду:

$$q_{0k}^{(j)} = 1 - \left\{ \sum_{i=1}^{n_k^{(j-1)}} p_{ik}^{(j-1)} [1 - q_{0ik}^{(j-1)}]^{-1} \right\}^{-1},$$

$$k \in [1, n^{(j)}], j \in [2, m]$$

Якісна (лінгвістична) оцінка ефективності системи комплектування виходить зі ставленням аналітичної оцінки з вербально-числовою шкалою Харрінгтона.

Загальне поняття про цю шкалу описано в [19, С. 211–220]. Шкала Харрінгтона є характеристикою ступеня вираженості критеріальної властивості і має універсальний характер. Числові значення градацій отримані на основі аналізу і обробки великого масиву статистичних даних. Вербально-числова шкала Харрінгтона представлена в таблиці 1.

Тут показано зв'язок між якісними градаціями властивостей об'єктів і відповідними нормованими кількісними оцінками Q_0 .

Таблиця 1

Опис градацій оцінки системи комплектування	Цифрове значення u_0 оцінки системи комплектування
Дуже висока	0,9 – 1,0
Висока	0,8 – 0,89
Середня	0,7 – 0,79
Низька	0,6 – 0,69
Дуже низька	≤ 0,59

Можливо сказати, що в термінах теорії нечітких множин [20, С. 87–98] вербально-числова шкала виступає як універсальна функція приналежності для переходу від числа до відповідної якісної градації і назад. Здійснюється перехід від лінгвістичної змінної (середня, висока оцінка та інші). До відповідних кількісних оцінок за шкалою балів, тобто перехід від нечітких якісних градацій до чисел і назад.

Оцінка системи комплектування за єдиною вербально-числовою шкалою Харрінгтона дає можливість вирішувати багатокритеріальні задачі, крім традиційних постановок, і в тому випадку, коли потрібно вибрати альтернативу з безлічі неоднорідних альтернатив, для яких не можна сформулювати єдину безліч кількісних критеріїв оцінки, а також для оцінки єдиної (існуючої) системи комплектування.

Розглянемо приклад. Потрібно знайти кількісну $Q_0^* = Q_0^{(4)}$ і якісну оцінку ефективності системи комплектування $E_{комп. зсу}$, яка характеризується двома подіями:

- 1) списочна чисельність S – має невідому поки оцінку $Q_{01}^{(3)}$;
- 2) штатна кількість посад H , оцінювана невідомою поки величиною $Q_{02}^{(3)}$.

Списочна чисельність S оцінюється за двома критеріями – списочна чисельність осіб офіцерського складу $Q_{01}^{(2)}$ ($S_{оф.}$) та списочна чисельність осіб рядового та сержантського (старшинського) складу $Q_{02}^{(2)}$ ($S_{с.с.}$). Аналогічним чином, штатна кількість посад H оцінюється

штатна кількість посад офіцерського складу $Q_{03}^{(2)}$ ($H_{оф.}$) і штатна кількість посад осіб рядового та сержантського (старшинського) складу $Q_{04}^{(2)}$ ($H_{с.с.}$).

Важливість списочної чисельності осіб офіцерського складу $S_{оф.}$ характеризується критерієм прийняття осіб офіцерського складу на військову службу за контрактом $Q_{011}^{(1)}$ і величиною призову офіцерського складу $Q_{021}^{(1)}$.

Важливість списочної чисельності осіб рядового та сержантського (старшинського) складу $S_{с.с.}$ оцінюється критерієм прийняття осіб рядового та сержантського (старшинського) складу на військову службу за контрактом $Q_{012}^{(1)}$, критерієм призову на військову строкову службу $Q_{022}^{(1)}$ та критерієм прийняття під час мобілізації на особливий період $Q_{032}^{(1)}$.

Аналогічно, критерії нижнього рівня для оцінки штатної кількості посад: осіб офіцерського складу за контрактом $Q_{013}^{(1)}$ та за призовом $Q_{023}^{(1)}$; осіб рядового та сержантського (старшинського) складу за контрактом $Q_{014}^{(1)}$, строкової військової служби $Q_{024}^{(1)}$ та за призовом під час мобілізації на особливий період $Q_{034}^{(1)}$.

Всі зазначені критерії нормовані і приведені до одного способу екстремізації, а саме, всі вони підлягають мінімізації. Серед критеріїв нижнього рівня є якісні критерії – оцінки категорії військовослужбовців за списком та за штатом. Ці критерії визначаються методом експертних оцінок [17, С. 151–178] і знаходяться в межах від нуля (мінімум критеріальної властивості) до одиниці (максимум). При цьому кількісні критерії нижнього рівня нормуються як відношення поточного значення критерію до гранично допустимої величини.

Критерії нижнього рівня приймають участь в оцінці властивостей вищого рівня з коефіцієнтами пріоритету $p_{ik}^{(j-1)}$, $j \in [2, m]$. Структурна схема 4-х рівневої ієрархії критеріїв для оцінюваної системи комплектування представлена на рис. 3.

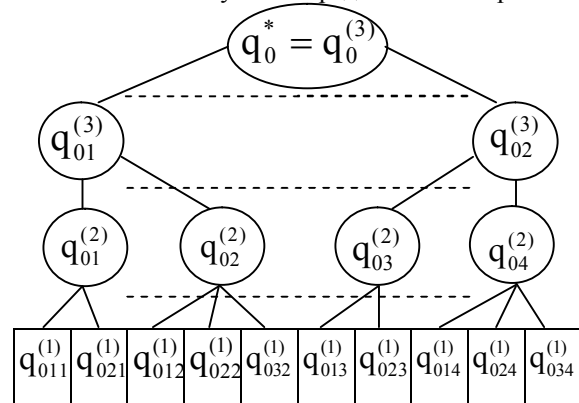


Рис. 3. 4-х рівнева ієрархія критеріїв

Задано наступні цифрові значення величини. Критерії нижнього (першого) рівня ієрархії:

$$q_{011}^{(1)}=0,82; q_{021}^{(1)}=0,18;$$

$$q_{012}^{(1)}=0,8; q_{022}^{(1)}=0,25; q_{032}^{(1)}=0,15;$$

$$q_{013}^{(1)}=0,9; q_{023}^{(1)}=0,1;$$

$$q_{014}^{(1)}=0,7; q_{024}^{(1)}=0,2; q_{034}^{(1)}=0,1.$$

Коефіцієнти пріоритету:

$$p_{11}^{(1)}=0,8; p_{21}^{(1)}=0,2;$$

$$p_{12}^{(1)}=0,7; p_{22}^{(1)}=0,1; p_{32}^{(1)}=0,2;$$

$$p_{13}^{(1)}=0,6; p_{23}^{(1)}=0,4;$$

$$p_{14}^{(1)}=0,7; p_{24}^{(1)}=0,1; p_{34}^{(1)}=0,2;$$

$$p_{11}^{(2)}=0,4; p_{21}^{(2)}=0,6;$$

$$p_{32}^{(2)}=0,6; p_{42}^{(2)}=0,4;$$

$$p_1^{(3)}=0,6; p_2^{(3)}=0,4.$$

На першому етапі композиції критеріїв, виходячи з рекурентної формули (3), отримаємо вираз для аналітичної оцінки списочної чисельності осіб офіцерського складу S_{of} . (другий рівень ієрархії):

$$q_{01}^{(2)} = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_1^{(1)}} p_{i1}^{(1)} (1 - q_{0i1}^{(1)})^{-1}}, \text{ де } n_1^{(1)} = 2.$$

Підставляючи чисельні значення, отримаємо:

$$q_{01}^{(2)} = 1 - \frac{1}{0,8 \frac{1}{1-0,82} + 0,2 \frac{1}{1-0,18}} = 0,79.$$

Зіставляючи цю аналітичну оцінку до таблиці 1, знайдемо, що ефективність такої системи комплектування якісно оцінюється як «середня».

Вираз для аналітичної оцінки списочної чисельності осіб рядового та сержантського (старшинського) складу $S_{c/c}$. (теж другий рівень ієрархії) має вигляд:

$$q_{02}^{(2)} = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_2^{(1)}} p_{i2}^{(1)} (1 - q_{0i2}^{(1)})^{-1}}, \text{ де } n_2^{(1)} = 3.$$

Підставляючи чисельні значення, отримаємо:

$$q_{02}^{(2)} = 1 - \frac{1}{0,7 \frac{1}{1-0,8} + 0,1 \frac{1}{1-0,25} + 0,2 \frac{1}{1-0,15}} = 0,74.$$

Відповідно до таблиці 1, функціонування система комплектування оцінюється також як «середня».

Аналітичний вираз важливості наявності необхідної кількості посад отримаємо за формулою:

$$q_{03}^{(2)} = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_3^{(1)}} p_{i3}^{(1)} (1 - q_{0i3}^{(1)})^{-1}}, \text{ де } n_3^{(1)} = 2.$$

Підставимо чисельні дані і отримаємо оцінку штатної чисельності посад осіб офіцерського складу H_{of} :

$$q_{03}^{(2)} = 1 - \frac{1}{0,6 \frac{1}{1-0,9} + 0,4 \frac{1}{1-0,1}} = 0,84.$$

По таблиці 1 важливість заявленої штатної чисельності посад осіб офіцерського складу оцінюється як «висока».

Штатну чисельність посад осіб рядового та сержантського (старшинського) складу $H_{c/c}$ оцінимо за формулою:

$$q_{04}^{(2)} = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_4^{(1)}} p_{i4}^{(1)} (1 - q_{0i4}^{(1)})^{-1}}, \text{ де } n_4^{(1)} = 3.$$

Розрахунок з урахуванням числових даних дає результат:

$$q_{04}^{(2)} = 1 - \frac{1}{0,7 \frac{1}{1-0,7} + 0,1 \frac{1}{1-0,2} + 0,2 \frac{1}{1-0,1}} = 0,77.$$

По таблиці Харрінгтона, побоювання з приводу посад осіб рядового та сержантського (старшинського) складу $H_{c/c}$ слід вважати середньою.

Ступінь списочної чисельності Збройних Сил України S розрахуємо за формулою:

$$q_{01}^{(3)} = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_1^{(2)}} p_{i1}^{(2)} (1 - q_{0i1}^{(2)})^{-1}}, \text{ де } n_1^{(2)} = 2.$$

Підставляючи дані, отримаємо:

$$q_{01}^{(3)} = 1 - \frac{1}{0,4 \frac{1}{1-0,79} + 0,6 \frac{1}{1-0,74}} = 0,76.$$

Згідно з таблицею 1, оцінка списочної чисельності Збройних Сил України S середня.

Ступінь штатної чисельності Збройних Сил України H визначається формулою:

$$q_{02}^{(3)} = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_2^{(2)}} p_{i2}^{(2)} (1 - q_{0i2}^{(2)})^{-1}}, \text{ де } n_2^{(2)} = 2.$$

Розрахунок дає результат:

$$q_{02}^{(3)} = 1 - \frac{1}{0,6 \frac{1}{1-0,84} + 0,4 \frac{1}{1-0,77}} = 0,81.$$

Згідно з таблицею 1, заявлена у дослідженні штатна чисельність Збройних Сил України H оцінена як висока.

І, нарешті, оцінка ефективності функціонування системи комплектування Збройних Сил України $E_{компл. ЗСУ}$, що розглядається в цілому визначимо за формулою:

$$q_0^* = q_0^{(4)} = 1 - \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_3^{(3)}} p_i^{(3)} (1 - q_{0i}^{(3)})^{-1}}, \text{ де } n_3^{(3)} = 2.$$

Після розрахунків:

$$q_0^* = q_0^{(4)} = 1 - \frac{1}{0,6 \frac{1}{1-0,76} + 0,4 \frac{1}{1-0,81}} = 0,78.$$

Згідно з таблицею Харрінгтона, оцінка ефективності функціонування системи комплектування Збройних Сил України $E_{комп. ЗСУ}$ в цілому визначається як середня.

Описаний процес в сконцентрованому вигляді представлений в таблиці 2.

Шкала Харрінгтона		Профіль ситуації						
Градация	Цифри Y_0	Критерії $Q_0^{(j)}$						
		$Q_{01}^{(2)}$	$Q_{02}^{(2)}$	$Q_{03}^{(2)}$	$Q_{04}^{(2)}$	$Q_{01}^{(3)}$	$Q_{02}^{(3)}$	$Q_0^* = Q_0^{(4)}$
Дуже висока	0,9 – 1,0							
Висока	0,8 – 0,89			0,84			0,81	
Середня	0,7 – 0,79	0,79	0,74		0,77	0,76		0,78
Низька	0,6 – 0,69							
Дуже низька	$\leq 0,59$							

Література

1. В. Лішавський. Комплектування війська: служба за контрактом плюс резерв. – “Народна Армія”, 07.07.2004. – С. 4–5. **2. Водчиць О. Г.** Методика оцінки ефективності функціонування систем (органів) комплектування Збройних Сил України особовим складом / О. Г. Водчиць, О. М. Семененко, Ю. Б. Добровольський, А. Д. Бердочник // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 3. – С. 14–17. **3. Романченко І. С.** Методика оцінювання ефективності використання кадрового потенціалу в Збройних Силах України / І. С. Романченко, В. М. Артюх // Труды академії. – 2008. – № 7 (87). – С. 12–20. **4.** Методичні рекомендації з порядку організації і проведення атеставання військовослужбовців Збройних Сил України Затверджені директором Департаменту кадрової політики Міністерства оборони України від 19.04.2017 № 328 (зі змінами від 12.10.2018 № 226/4907). **5.** Методичні рекомендації щодо рейтингової оцінки та розподілу випускників військових вищих навчальних закладів на первинні офіцерські посади : затверджені розпорядженням начальника Головного управління кадрової політики МО України від 4 жовт. 2002 р. № 150/НМЦ/379. – К.: НАОУ, 2002. – 28 с. **6. Кокун О.М.,** Пішко І.О., Лозінська Н.С., Павлік В.В. Оцінка соціально-психологічної придатності військовослужбовців сержантського та старшинського складу: Методичний посібник. – К.: НДЦ ГП ЗСУ, 2013. – 113 с. **7. Устименко О. В.** Оцінка ефективності функціонування системи кадрового менеджменту в Збройних Силах України / О. В. Устименко // Зб. наук. пр. “Труди ун-ту”. – 2010. – № 2(95). – С. 281–287. **8. Богунов С. О.** Підходи до управління кар’єрою офіцерського складу / С. О. Богунов, Ю. М. Герман, О. Ю. Сакун, Б. Н. Шупель // Військ. освіта : зб. наук. праць. – 2002. – № 10. – С. 200–211. **9. Устименко О.** Оцінка ефективності системи кадрового менеджменту в Збройних Силах України / О. Устименко // Вісник Національної академії державного управління при

Запропонований підхід дає можливість формалізовано опрацювати різні сценарії прийняття управлінських рішень для збільшення ефективності системи комплектування Збройних Сил України з різними числовими показниками як списочної так і штатної чисельності, що найбільш притаманне функціонуванню системи комплектування в умовах гібридної війни (особливого періоду).

Висновки і перспективи подальших досліджень

Використавши запропоновану методологію, ми можемо оцінити ефективність системи комплектування Збройних Сил України в розрізі збереження їх боєздатності та оцінити переваги й недоліки системи комплектування особовим складом. Подальше удосконалення запропонованої методології можливе в напрямі оцінки ефективності системи комплектування Збройних Сил України в інших розрізах, як то з урахуванням змін організаційно-штатної структури, джерел комплектування Збройних Сил тощо.

Президентів України. – 2010. – № 3. – С. 63–70. **10.** Указ Президента України від 1 лютого 2012 року № 45/2012 “Про Стратегію державної кадрової політики на 2012 – 2020 роки”. **11.** Звіт (заключний) про науково-дослідну роботу “Аналіз факторів, що впливають на стан кадрової політики в Збройних Силах України”, шифр “Крок”. – К.: НМЦ КП МО України, 2010. – 74 с. **12.** Звіт (заключний) про науково-дослідну роботу “Обґрунтування критеріїв оцінки якості та моніторингу розвитку кадрової політики в Збройних Силах України”, шифр “Каскад СКМ”. – К.: НМЦ КП МОУ, 2009. – 138 с. **13. Кінь О.В.** Аналіз тенденцій реформування збройних сил провідних і суміжних з Україною держав та визначення напрямів розвитку Збройних Сил України / О.В. Кінь, О.Б. Захаров, Н.В. Гончарова // Системи озброєння і військова техніка. – 2007. – № 1(9). – С. 233–239. **14.** Кадрова політика в Збройних Силах України: історія, досвід, методологія: монографія / за ред. О.В. Яцино, О.В. Коля. – К.: ДКП МО України, НМЦ КП МО України, 2011. – 239 с. **15.** Постанова Кабінету Міністрів України “Про затвердження структури військового резерву людських ресурсів” від 12.11.2014 р. № 607 (зі змінами). **16. Воронін А. М.** Вкладені скалярні згортки векторного критерію // Проблеми управління та інформатики. – 2003. – № 5. – С. 10–21. **17. Воронін А. М.,** Зіатдінов Ю. К. Теорія і практика багатокритеріальних рішень: Моделі, методи, реалізація. – Lambert Academic Publishing, 2013. – 305 с. **18. Воронін А. М.** Декомпозиція і композиція властивостей альтернатив в багатокритеріальних задачах прийняття рішень // Кібернетика і системний аналіз. – 2009. – № 1. – С. 117–122. **19. Литвак Б. Г.** Експертні технології в управлінні. – М.: Справа, 2004. – 400 с. **20. Заде Л.** Поняття лінгвістичної змінної і його застосування до прийняття наближених рішень. – М.: Світ, 1976. – 165 с.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКТОВАНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ГИБРИДНЫХ ВОЕН (СПАЦИАЛЬНОГО ПЕРИОДА)

Николай Петрович Думенко (кандидат военных наук)

Генеральный штаб Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

Исторический и современный опыт свидетельствует, что только наличие развитого оборонного сектора и его главной составляющей - вооруженных сил, их готовность к наращиванию

были и будут сдерживающим фактором от любых посягательств извне и основой для проведения политики в защиту национальных интересов любого государства мира.

Рассмотрена проблема количественной и качественной оценки системы комплектования личным составом вооруженных сил Украины в условиях гибридной войны (особого периода). Методологический подход аналитической оценки решается методом вложенных скалярных сверток векторного критерия с применением нелинейной схемы компромиссов. Качественная оценка осуществляется на основе вербально-числовой шкалы Харрингтона.

Установлено, что оценка системы комплектования вооруженных сил личным составом зависит от конкретных условий, сложившихся с учетом таких факторов, как списочная численность личного состава; количество штатно-должностных единиц; индекс штата, на котором находится военная часть (орган военного управления); способы и принципы комплектования; наличие людских резервов; уровень военного образования и качество подготовки, переподготовки (повышения квалификации) военнослужащих и тому подобное.

Ключевые слова: личный состав, система комплектования, гибридная война.

METHODOLOGICAL BASES OF ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE SYSTEM OF COMPOSITION BY A SPECIAL COMPLEX OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE IN HYBRID CONDITIONS WAR (SPECIAL PERIOD)

Mykola Dumenko (Candidate of military sciences)

General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Historical and current experience shows that only the presence of a developed defense sector and its main component – the armed forces, their readiness to build up were and will be a deterrent to any outside encroachment and the basis for policy to protect the national interests of any country in the world.

The problem of quantitative and qualitative estimation of the personnel acquisition system of Ukraine's armed forces in the conditions of hybrid war (special period) is considered. The methodological approach of analytical estimation is solved by the method of embedded scalar combinations of the vector criterion using a nonlinear compromise scheme. Qualitative assessment is based on the Harrington verbal-numerical scale.

It was established that the assessment of the personnel acquisition system of the armed forces depended on specific conditions, which developed taking into account factors such as the numerical strength of the personnel; number of full-time units; the state of the state where the military unit is located (the military administration); methods and principles of manning; availability of human reserves; the level of military education and the quality of training, retraining (advanced training) of servicemen, etc.

Key words: personnel structure, manning system, hybrid war.

References

1. V. Lishavskiy. Komplektuvannya vlyaska: sluzhba za kontraktom plus rezerv. – “Narodna Armlyia”, 07.07.2004. – S. 4–5.
2. Vodchits O. G. Metodika otslnki effektivnosti funktsionuvannya sistem (organlv) komplektuvannya Zbroynih Sil UkraYini osobovim skladom / O. G. Vodchits, O. M. Semenenko, Yu. B. Dobrovolskiy, A. D. Berdochnik // Nauka i tehnika Povltryanih Sil Zbroynih Sil UkraYini. – 2014. – # 3. – S. 14–17.
3. Romanchenko I. S. Metodika otslnyuvannya effektivnosti vikoristannya kadrovogo potentslalu v Zbroynih Silah UkraYini / I. S. Romanchenko, V. M. Artyuh // Trudi akademIYi. – 2008. – # 7 (87). – S. 12–20.
4. Metodichni rekomendatsIYi z porjadku organizatsIYi I provedennya atestuvannya vlyskovosluzhbovtiv Zbroynih Sil UkraYini ZatverdzeniI direktorom Departamentu kadrovoYi poltiki Mlnsterstva oboroni UkraYini vld 19.04.2017 # 328 (zl zmlnami vld 12.10.2018 # 226/4907).
5. Metodichni rekomendatsIYi schodo reytingovoYi otslnki ta rozpodllu vipuskniklv vlyskovih vischih navchalnih zakladlv na pervinni ofltsterski posadi : zatverdzeniI rozporjadzhennyam nachalnika Golovnoho upravlnnya kadrovoYi poltiki MO UkraYini vld 4 zhovt. 2002 r. # 150/NMTs/379. – K. : NAOU, 2002. – 28 s.
6. Kokun O.M., Plshko I.O., Lozlnska N.S., Pavllk V.V. Otslnka sotslalnno-psihologlchnoYi pridatnosti vlyskovosluzhbovtiv serzhantskogo ta starshinskogo skladu: Metodichniy poslbnik. – K.: NDTs GP ZSU, 2013. – 113 s.
7. Ustimenko O. V. Otslnka effektivnosti funktsionuvannya sistemi kadrovogo menedzhmentu v Zbroynih Silah UkraYini / O. V. Ustimenko // Zb. nauk. pr. "Trudi un-tu". – 2010. – # 2(95). – S. 281–287.
8. Bogunov S. O. Pldhodi do upravlnnya kar'Eroyu ofltsterskogo skladu / S. O. Bogunov, Yu. M. German, O. Yu. Sakun, B. N. Shupel // Vlysk. osvltka : zb. nauk. prats. – 2002. – # 10. – S. 200–211.
9. Ustimenko O. Otslnka effektivnosti sistemi kadrovogo menedzhmentu v Zbroynih Silah UkraYini / O. Ustimenko // Vlsnik NatslonalnoYi akademIYi derzhavnogo upravlnnya pri PrezidentovI UkraYini. – 2010. – # 3. – S. 63–70.
10. Ukaz Prezidenta UkraYini vld 1 lyutogo 2012 roku # 45/2012 “Pro Strategiyu derzhavnoYi kadrovoYi poltiki na 2012 – 2020 roki”.
11. Zvlft (zaklyuchniy) pro naukovu-doslIdnu robotu “Anallz faktorlv, scho vplivayut na stan kadrovoYi poltiki v Zbroynih Silah UkraYini”, shifr “Krok”. – K.: NMTs KP MO UkraYini, 2010. – 74 s.
12. Zvlft (zaklyuchniy) pro naukovu-doslIdnu robotu “Obgruntuvannya kriterIYiv otslnki yakosti ta monltoringu rozvitku kadrovoYi poltiki v Zbroynih Silah UkraYini”, shifr “Kaskad SKM”. – K.: NMTs KP MOU, 2009. – 138 s.
13. Kln O.V. Anallz tendentsiy reformuvannya zbroynih sil provldnih I sumlzhnih z UkraYinoyu derzhav ta viznachennya napryamlv rozvitku Zbroynih Sil UkraYini / O.V. Kln, O.B. Zaharov, N.V. Goncharova // Sistemi ozbroEnnya I vlyskova tehnika. – 2007. – # 1(9). – S. 233–239.
14. Kadrova poltika v Zbroynih Silah UkraYini: IstorIya, dosvld, metodologIya: monografiya / za red. O.V. Yatsino, O.V. Konya. – K.: DKP MO UkraYini, NMTs KP MO UkraYini, 2011. – 239 s.
15. Postanova Kabinetu MlnIstrlv UkraYini "Pro zatverdzhennya strukturi vlyskovogo rezervu lyudskih resurslv" vld 12.11.2014 r. # 607 (zl zmlnami).
16. Voronln A. M. Vkladenl skalyarnl zgotrtki vektornogo kriterIyu // Problemi upravlnnya ta Informatiki. – 2003. – # 5. – S. 10–21.
17. Voronln A. M., Zlatldnov Yu. K. Teoriya I praktika bagatokriterlnlnih rlshen: Modell, metodi, reallzatsIya. – Lambert Academic Publishing, 2013. – 305 s.
18. Voronln A. M. DekompozitsIya I kompozitsIya vlastivostey alternativ v bagatokriterlnlnih zadachah priynyattya rlshen // Klbernetika I sistemniy anallz. – 2009. – # 1. – S. 117–122.
19. Litvak B. G. Ekspertnl tehnologIYi v upravlnnl. – M. : Sprava, 2004. – 400 s.
20. Zade L. Ponyattya lngvlstichnoYi zmlnoYi I yogo zastosuвання do priynyattya nablizhenih rlshen. – M. : SvIt, 1976. – 165

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ТЕОРІЇ КВАЛІМЕТРИЧНИХ ВИМІРЮВАНЬ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ГОТОВНОСТІ ЗБРОЙНИХ СИЛ ДЕРЖАВИ ДО ВІДСІЧІ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

Набуття ЗС України необхідних спроможностей для гарантованого виконання свого конституційного обов'язку потребує наукових досліджень напрямів і конкретних заходів щодо оцінювання стану їх розвитку та готовності до застосування. Зазначене визначає актуальність та необхідність вивчення цього питання.

З огляду на це в статті розглянуто зміст диференційного методу теорії кваліметричних вимірювань та наведено обґрунтування можливості його використання для оцінювання готовності збройних сил держави до відсічі збройної агресії та подальшого їх розвитку.

Метою даної статті є наведення переваг у використанні методів теорії кваліметричних вимірювань для представлення якісних показників готовності ЗС держави кількісними значеннями.

Результати наведеного в статті дослідження можуть бути використаними вищим воєнно-політичним керівництвом країни під час прийняття рішень щодо подальшого розвитку ЗС України, їх підготовки до застосування, а також в навчальному процесі Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського

Ключові слова: *збройні сили, показники оцінювання, теорія кваліметричних вимірювань, абсолютний показник якості, диференційний метод, оборонні витрати, чисельність Збройних Сил, озброєння та військова техніка.*

Вступ

Оцінювання впливу значень показників, які безпосередньо або опосередковано відображають готовність ЗС держави до відсічі збройної агресії, потребує розроблення нових або використання (пристосування для цієї мети) вже відомих сучасній науці методів вимірювання.

Постановка проблеми. Під готовністю ЗС держави до відсічі збройної агресії пропонується розуміти їх спроможність виконати визначені завдання за умов відповідності встановленим стандартам їх ресурсного забезпечення та підготовки.

За академічним тлумачним словником української мови "готовність – це стан, в якому об'єкт придатний для використання або споживання, приготовлений, який вже склався, набув досвіду, досяг майстерності, тощо." [1].

Wikipedia [2] трактує бойову готовність як "визначений стан збройних сил, який характеризує їх здатність організовано, у визначені строки розпочати воєнні дії і успішно виконувати поставлені бойові завдання".

Тобто, ці визначення дають підстави стверджувати, що готовність – це сукупність власних характеристик продукції (об'єкта), які стосуються її здатності задовольняти встановлені і передбачені потреби, що в кваліметрії називається якістю продукції. [3, 4].

Отже, маємо формальні підстави застосувати кваліметричні вимірювання для отримання числових оцінок готовності Збройних Сил України до відсічі збройної агресії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій будівництва та розвитку ЗС України, проведених протягом 2010-2018 років свідчить, що більшість з них були спрямовані на будівництво та розвиток, перш за все, структурних складових ЗС, а не на розвиток ЗС України в цілому як стратегічного угруповання військ (сил) на території держави, якими вони фактично є.

Дослідження розвитку структурних складових ЗС України проведених вітчизняними вченими Руснаком І.С., Телелимом В.М., Загоркою О.М., Затинайко О.П., Пундою Ю.В., Фроловим В.С., Денежкіним М.М. дозволяють, але з певними застереженнями, застосовувати їх для обґрунтування напрямів розвитку ЗС України в цілому.

Дослідження, проведені В.П.Мотало, стосуються методології та проблематики кількісного оцінювання якості продукції для розширення можливостей кваліметрії щодо достовірності та точності отриманих оцінок якості продукції.

Метою статті є обґрунтування можливості застосування методів теорії кваліметричних вимірювань для оцінювання готовності ЗС до відсічі збройної агресії.

Виклад основного матеріалу дослідження

Метою будь-якого вимірювання є отримання кількісної достовірної інформації або якісної оцінки стосовно об'єкта вимірювання. Якщо в

якості об'єкта вимірювання виступають ЗС держави, то необхідність отримання такої достовірної інформації існує постійно. В статті розглянуто результати дослідження можливості використання методів теорії кваліметрії (кваліметрія походить від латинської (*quales* – який за якістю) та грецької (*μέτρον* – вимірюю) для вимірювання кількісних значень показників готовності ЗС до відсічі збройної агресії.

За своєю сутністю кваліметричні вимірювання – це вимірювання, які дають змогу отримати числову оцінку якості досліджуваної продукції, а саме – рівень її якості. Кваліметрія здійснює оцінювання шляхом порівняння фізичних, економічних, естетичних та інших показників з еталонами. У метрології також є еталони, стандарти, але вони, як правило, стабільні й історично незмінні (метр, кілограм та ін), а кваліметричні еталони можуть змінюватись, вони є функцією часу, природного і соціального середовища.

У зв'язку з широкою сферою застосування кваліметрії сьогодні її вважають дисципліною, що вивчає проблему оцінювання якості будь-яких об'єктів, предметів і процесів. При цьому забезпечення якості і технологій якості різної продукції є основним напрямком використання методів кваліметрії. Таким чином, кваліметрія як наука об'єднує кількісні методи оцінки якості, що використовуються для обґрунтування управлінських рішень та суміжних з ними питань управлінської діяльності [4].

Стосовно ЗС держави кваліметрія має здійснювати кваліметричні оцінки вимірюванням і порівнянням числових значень показників, які безпосередньо або опосередковано відображають готовність ЗС держави до відсічі збройної агресії. Крім того, за умови відповідності значень зазначених показників нормативним або еталонним виникає реальна можливість: отримати синергетичний ефект готовності ЗС до відсічі збройної агресії та обґрунтувати управлінські рішення щодо напрямів їх розвитку.

Метою статті є обґрунтування можливості застосування методів теорії кваліметричних вимірювань для оцінювання готовності ЗС до відсічі збройної агресії.

Викладення основного матеріалу. На відміну від класичної метрології, теорія якої є достатньо розробленою [6-8], теорія кваліметрії через специфічність об'єкту дослідження розвинута недостатньо. Тому подальший розвиток теоретичних основ кваліметрії для кількісного вимірювання стану готовності та подальшого обґрунтування конкретних напрямів розвитку ЗС України є новим і актуальним науково-практичним завданням.

Перевага у використанні методів теорії кваліметричних вимірювань обґрунтовується, в першу чергу, можливістю представлення якісних показників готовності ЗС держави кількісними значеннями. Теоретично кваліметричні вимірювання складаються із двох основних етапів [9]:

вимірювання різних показників (властивостей) продукції – механічних, просторових, електричних, магнітних, теплових, хімічного складу тощо;

оцінювання рівня якості продукції на основі проведених вимірювань значень різних показників (властивостей).

Загалом перший етап кваліметричних вимірювань є суто технологічною частиною; другий етап є опрацюванням отриманих результатів з метою визначення рівня якості досліджуваної продукції. Такий підхід до кваліметричних вимірювань з позиції теорії вимірювань дозволяє вважати їх одним із видів непрямих вимірювань, а кваліметрію – одним із розділів метрології [10].

Відповідно до мети проведеного дослідження зміст кожного із етапів кваліметричного вимірювання для ЗС держави було інтерпретовано наступним чином:

перший, вимірювання кількісних значень різних показників, які на стратегічному рівні безпосередньо і критично визначають та впливають на готовність ЗС до відсічі збройної агресії, а саме: бюджетне фінансування; чисельність; організаційна структура (види, роди військ); професійна підготовка особового складу (загальноосвітній рівень, класність фахівців, співвідношення чисельності офіцерів і солдат); кількість (відсоток) готових частин в ЗС держави; кількість основних видів озброєння та військової техніки; відсоток справного ОВТ; кількість запасів матеріальних засобів тощо;

другий, оцінювання готовності ЗС до відсічі збройної агресії за результатами вимірювань значень кожного з перерахованих вище або вибраних одиничних показників, які її визначають (характеризують).

Відомі два основних методи оцінювання достовірної інформації стосовно об'єкта вимірювання – диференційний і комплексний.

Диференційним називають метод, який ґрунтується на використанні одиничних показників стану готовності ЗС до застосування. При цьому одиничним вважають показник, що характеризує одну із властивостей готовності ЗС, наприклад укомплектованість особовим складом тощо. Одиничні показники готовності ЗС до застосування у свою чергу поділяються на абсолютні та відносні.

Абсолютний показник готовності ЗС P_i ($i=1, 2, \dots, n$, де n –число показників) чисельно дорівнює значенню i -ої властивості p_i показника i виражається у її одиницях вимірювання. Отже, у процедурі оцінювання готовності ЗС до застосування він є безпосередньо вимірюваною величиною, а для оцінюваної стану готовності ЗС такого як “достатня-недостатня” отримане значення показника P_i порівнюють із базовим (еталонним) значенням цього показника $P_{b,i}$, тобто із значенням показника готовності ЗС, прийнятим за основу під час порівняльного оцінювання. В цілому співвідношення між показниками P_i та $P_{b,i}$

залежно від виду оцінюваної готовності ЗС виражається формулами $P_i \leq P_{b,i}$ або $P_i \geq P_{b,i}$.

Однак вказані співвідношення не дають чіткої відповіді щодо рівня готовності ЗС, тобто наскільки він “задовольняє” або “незадовольняє” цю вимогу, тому у кваліметрії користуються відносним показником готовності ЗС K_i , який визначають як

$$K_i = \frac{P_i}{P_{b,i}} \quad \text{у випадку } P_i \leq P_{b,i} \quad (1)$$

$$K_i = \frac{P_{b,i}}{P_i} \quad \text{у випадку } P_i \geq P_{b,i}$$

Значення одиничних відносних показників готовності ЗС K_i завжди лежать у межах $0 \leq K_i \leq 1$, але залежно від фактичного значення абсолютного показника готовності ЗС P_i , числове значення відносного показника K_i змінюється по-різному, що дозволяє виділити дві групи таких показників.

Перша група, коли до підвищення рівня готовності ЗС призводить збільшення значення одиничного оцінюваного абсолютного показника готовності P_i , відповідно, до збільшення одиничного відносного показника готовності K_i , тобто має виконуватись умова $K_i \rightarrow 1$.

У другій групі навпаки: коли до підвищення рівня готовності ЗС призводить зменшення значення одиничного оцінюваного абсолютного показника готовності P_i , відповідно, зменшення одиничного відносного показника готовності K_i , тобто має виконуватись умова $K_i \rightarrow 0$.

Наприклад, у випадку оцінювання готовності ЗС до застосування до першої групи одиничних абсолютних показників можна віднести кількість готових до застосування за призначенням військових частин, а до другої – кількість неготових або обмежено готових військових частин.

Отже, під час реалізації диференційного методу оцінювання готовності ЗС до застосування

здійснюється роздільне порівняння абсолютних показників з їх базовими (еталонними) значеннями, що є перевагою цього методу. Однак вважається недоліком цього методу неврахування рівня впливу окремих абсолютних показників на загальний стан готовності ЗС, тобто їх вагомості, особливо коли цих показників багато.

Більш досконалим методом оцінювання готовності ЗС вважається комплексний метод, який ґрунтується на використанні комплексних показників готовності, що одночасно характеризують декілька властивостей абсолютних показників готовності. Однак усереднення одиничних показників різної природи без індивідуального порівняння однорідних показників є його недоліком [10].

З огляду на це, метод комплексного оцінювання готовності ЗС до застосування в цьому дослідженні не розглядався.

Висновки і перспективи подальших досліджень

Методи теорії кваліметричних вимірювань надають можливість з достатнім ступенем об'єктивності оцінювати готовність ЗС до застосування за результатами вимірювань широкого спектру показників, на підставі значень яких існує можливість рекомендувати конкретні напрями подальшого розвитку ЗС України.

Використання методу теорії кваліметричних вимірювань спільно з даними інформаційно-аналітичної системи підтримки оборонного планування “Ресурс” дозволяє оцінювати за окремими абсолютними показниками готовність ЗС України до відсічі збройної агресії та використовувати отримані результати при плануванні заходів утримання та розвитку Збройних Сил України.

Безпосереднє застосування диференційного методу теорії кваліметричних вимірювань дозволяє здійснювати роздільне порівняння окремих показників (абсолютних) з їх базовими (еталонними) значеннями, що є його перевагою.

Література

1. Академічний глумачний словник української мови URL.: www.sum.in.ua/s/ghotovnistj. 2. Wikipedia URL.: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Бойова_готовність. 3. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення: ДСТУ 2925-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – Київ: Держстандарт України, 1995, – 27 с. – (Державний стандарт України). 4. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів: ДСТУ ISO 9000: 2007. – [Чинний від 2008-01-01]. – Київ: Держстандарт України, 2008, – 35 с. – (Державний стандарт України). 5. Мотало В.П., Мотало А.В., Стадник Б.І. Метрологія, кваліметрія та кваліметричні вимірювання: теорія і практика / Мотало В.П., Мотало А.В., Стадник Б.І. // URL::: www.irbis-nbuv.gov.ua/.../cgjirbis_64.exe?.. 6. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: Учебник для вузов /Шишкин

И.Ф./ – М.: Издательство стандартов, 1991. – 471 с. 7. Пфанцагль И. Теория измерений / Пфанцагль И.; Пер. с англ. В.Б. Кузьмина/. – М.: Мир, 1976. – 166 с.. 8. Мотало В.П. Система оцінювання якості продукції з використанням віртуальної міри якості /Стадник Б.І, Мотало В.П., Мотало А.В. // Стандартизація, сертифікація, якість. – 2009. - № 2. – С. 48-55.. 9. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення: ДСТУ 2925-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 27 с. – (Державний стандарт України). 10. Мотало В.П., Мотало А.В. Аналіз основних проблем теорії кваліметричних вимірювань / Мотало В.П., Мотало А.В. // Стандартизація, сертифікація, якість, 2011. – № 1. – С. 60-64. .

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРИИ КВАЛИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ ГОСУДАРСТВА К ОТРАЖЕНИЮ АГРЕССИИ

Олег Николаевич Остапец

Генеральный штаб Вооруженных Сил Украины, Киев, Украина

Приобретение ВС Украины необходимых возможностей для гарантированного выполнения своих конституционных обязанностей требует научных исследований направлений и конкретных мероприятий по оценке состояния их развития и готовности к применению. Это определяет актуальность и необходимость изучения этого вопроса.

Учитывая это в статье рассмотрены содержание дифференциального метода теории квалиметрических измерений и приведено обоснование возможности его использования для оценки готовности вооруженных сил государства к отражению вооруженной агрессии и дальнейшего их развития.

Целью данной статьи является наведение преимуществ в использовании методов теории квалиметрических измерений для представления качественных показателей готовности ВС государства количественными значениями.

Результаты приведенного в статье исследования могут быть использованы высшим военно-политическим руководством страны при принятии решений относительно дальнейшего развития ВС Украины, их подготовки к применению, а также в учебном процессе Национального университета обороны Украины имени Ивана Черныховского

Ключевые слова: *вооруженные силы, показатели оценки, теория квалиметрических измерений, абсолютный показатель качества, дифференциальный метод, оборонные расходы, численность вооруженных сил, вооружение и военная техника.*

USE OF METHODS OF QUALIMETRIC MEASUREMENT THEORY FOR PREPARATION EVALUATION ARMED FORCES OF THE STATE TO THE ARRANGEMENT OF ARMED FORCES

Oleg Ostapets

General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Acquisition of the Armed Forces of Ukraine necessary capacities for the guaranteed fulfillment of its constitutional duty requires scientific research of directions and concrete measures for assessing their state of development and readiness for use. The above determines the relevance and necessity of studying this issue.

In view of this, in the article the content of the differential method of the theory of qualimetric measurements is considered and the justification of the possibility of its use for assessing the readiness of the armed forces of the state to withstand armed aggression and their further development is presented.

The purpose of this article is to give preference to the use of methods of the theory of qualimetric measurements in order to represent the qualitative indicators of the readiness of the Armed Forces of the country by quantitative values.

The results of the research presented in this article can be used by the highest military-political leadership of the country when making decisions on the further development of the Armed Forces of Ukraine, their preparation for use, as well as in the educational process of the National University of Defense of Ukraine named after Ivan Chernyakhovsky

Key words: *armed forces, evaluation indicators, theory of qualimetric measurements, absolute quality index, differential method, defense expenditures, number of Armed Forces, armament and military equipment.*

References

1. Academic Explanatory Dictionary of the Ukrainian language URL: www.sum.in.ua/s/ghotovnistj ..
2. Wikipedia URL: https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Fighting_foot.
3. Product quality. Quality assessment. Terms and definitions: DSTU 2925-94. - [Effective from 01/01/1996]. - Kyiv: Gosstandart of Ukraine, 1995, - 27 p. - (State standard of Ukraine).
4. Quality management systems. Key Terms and Glossary of Terms: DSTU ISO 9000: 2007. - [Effective from 01/01/2008]. - Kyiv: Gosstandart of Ukraine, 2008, - 35 p. - (State standard of Ukraine).
5. **Motalo V.P., Motalo AV, Stadnik B.I.** Metrology, Qualimetry and Qualimetric Measurements: Theory and Practice / Motalo VP, Motalo AV, Stadnik B.I. // URL :: www.irbis-nbuv.gov.ua/cgiirbis64.exe ? .
6. **Shishkin I.F.** Theoretical Metrology: A Textbook for High Schools / Shishkin IF / - Moscow: Publishing Standards, 1991. - 471 p.
7. **Pfantsagl I.** Theory of Measurements / Pfantsagl I.; Per. from english VB Kuzmin / - M.: Mir, 1976. - 166 s ..
8. **Motalo V.P.** The system of quality assessment of products using a virtual degree of quality / Stadique B.I., Motalo V.P., Motalo A.V. // Standardization, certification, quality. - 2009. - No. 2. - P. 48-55 ..
9. Product quality. Quality assessment. Terms and definitions: DSTU 2925-94. - [Effective from 01/01/1996]. - K.: Gosstandart of Ukraine, 1995. - 27 p. - (State standard of Ukraine).
10. **Motalo V.P., Motalo A.V.** Analysis of the main problems of the theory of qualimetric measurements / Motalo VP, Motalo AV // Standardization, certification, quality, 2011. - № 1. - P. 60-64.

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

DOI (Arial, кегль – 11 пт.)

← 1 пустий рядок – 6 пт.

УДК (Arial, кегль – 11 пт.)

← 1 пустий рядок – 10 пт.

¹ **Анатолій Анатолійович Іванов** (д-р техн. наук, професор)

← (кегль – 11 та 8 пт.)

² **Іван Іванович Петров** (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри)

← 1 пустий рядок – 6 пт.

¹ **Університет..., Київ, Україна**

← (кегль – 11 пт.)

² **Інститут..., Київ, Україна**

← 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 не менше 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; поняття 2; 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 колонититули. Між значенням величини та одиницею її вимірювання ставте нерозривний пропуск (Ctrl + Shift + пропуск).

УВАГА! Остання сторінка статті заповнюється не менше 3/4, рекомендована парна кількість аркушів.

Кількість авторів – не більше трьох.

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 8302:2015 “(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 – не менше 250 слів.

НАЗВАННЯ СТАТТІ

¹*Анатолій Анатолієвич Іванов (д-р техн. наук, професор)*
²*Іван Іванович Петров (канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри)*

¹*Університет..., Київ, Україна*
²*Інститут..., Київ, Україна*

Перевод текста аннотации и ключевых слов

ARTICLE TITLE

¹*Anatolii Ivanov (Doctor of technical sciences, professor)*
²*Ivan Petrov (Candidate of technical Sciences, associate professor)*

¹*University..., Kyiv, Ukraine*
²*Institute..., Kyiv, Ukraine*

Translation of the abstract and keywords

англійською мовою за зразком (9 кегль):

Після цього наводиться список літератури

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 tsyfrovoyi videokamery], Vymiriuvalna ta obchysliuvalna tekhnika v tekhnolohichnykh protsesakh, No. 1. pp. 150–157. 3. Voskresenskava E.V. (2003). Legal regulation of valuation activities: dissertation. [Pravovoe regulirovanie

otsenochnoi deyatel'nosti: dis. kand. yurid. nauk]. St. Petersburg, 187 p. 4. Bezrodnava V.F. (2004). Features of civil society development in the process of politicalmodernization of Ukraine: Author's thesis. [Osobnosti formirovaniya grazhdanskogo obshchestva v protsesse politicheskoi modernizatsii Ukrainy: avtoref. dis. kand. polit. nauk], Odessa, 16 p.

Корисні посилання для здійснення транслітерації:

<http://translit.kh.ua/?passport> – автоматична транслітерація з української мови

<http://translate.meta.ua/ua/translit/> – автоматична транслітерація з російської мови

На окремому аркуші наводяться відомості про рецензента та авторів.

Рецензент: Прізвище, ім'я та по-батькові; посада; вчена ступінь та вчене звання; адреса електронної поштової скриньки; контактний телефон; ORCID ID в форматі: <http://orcid.org/0000-0001-9037-787X>

Автор: Прізвище, ім'я та по-батькові; посада; вчена ступінь та вчене звання; адреса електронної поштової скриньки; контактний телефон; ORCID ID в форматі: <http://orcid.org/0000-0001-9037-787X>

Подання матеріалів

Обсяг рукопису – від 4 до 10 аркушів українською, російською або англійською мовами.

Для публікації необхідно надіслати статтю у електронній формі (doc та pdf – копія оригіналу з відомостями щодо відсутності інформації з обмеженим доступом та підписаними всіма авторами статті кожного аркуша).

Рукопис супроводжується експертним висновком, рецензією доктора наук (професора), витягом з протоколу засідання кафедри (відділу).

Подані матеріали автору не повертаються.

Матеріали просимо подавати через сайт журналу або до інституту інформаційних технологій Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського за адресою: 03049, м. Київ, Повітрофлотський пр., 28, тел.: (044) 271-07-31, Войтку Олександр Володимировичу, каб. 2/309, тел.: 098-2734862, e-mail: situou@ukr.net.

З питань оплати звертатись до редакції.

Редколегія залишає за собою право відмови у публікації статей, що не відповідають проблематиці журналу, умовам оформлення матеріалів та у разі більше 3-х осіб авторського колективу.

Комп'ютерна верстка: Р.І. Грозовський

Оформлення обкладинки: О.В. Войтко