

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ВІЙСЬКОВА АКАДЕМІЯ (м. ОДЕСА)

Заснований у 2014 році

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ **Військової академії (м. Одеса)**



Технічні науки

Рекомендовано до друку та поширення
через мережу Інтернет Вченою радою
Військової академії (м. Одеса)
(Протокол від 26.06.2016 № 11)

Одеса
2016

Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). – Одеса : ВА, 2016. – Вип. 1(5). – 156 с.

У збірнику наукових праць друкуються статті, спрямовані на висвітлення актуальних та дискусійних технічних проблем. Призначений для керівного складу, наукових та науково-педагогічних працівників, ад'юнктів, докторантів вищих навчальних закладів та науково-дослідних установ.

Занесений до Переліку наукових фахових видань України, затвердженого наказом Міністра освіти і науки від 30.06.2015 № 5-дс як наукове видання у галузі технічних наук, в якому можуть бути опубліковані основні результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (доктора філософії).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ №20707–10507Р від 12.03.2014 р.

У разі передрукування матеріалів посилання на збірник обов'язкове.

ВИДАЄТЬСЯ З 2014 року

Засновник:

Військова академія (м. Одеса)

Адреса редакції:

Україна, 65009, м. Одеса,
вул. Фонтанська дорога, 10

E-mail редколегії:

zbirnyk.vaodessa@ukr.net

Інформаційний сайт академії:

www.vaodessa.org.ua

Інформаційний сайт Збірника:

http://zbirnyk.vaodessa.org.ua/

Телефони для контактів:

тел./факс (0482)*63-76-60
дод. 4-05
тел. моб. (093)*769-80-29

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова – Кравчук О.І., к.т.н., с.н.с.

Заступник голови – Скачков В.В., д.т.н., проф.

Члени колегії:

Дем'янчук Б.О., д.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Миргород В.Ф., д.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Кнауб Л.В., д.т.н., проф. (ВА, м. Одеса)

Ковальчук В.В., д.ф.-м.н. (ОДЕКУ, м. Одеса)

Онищенко О.А., д.т.н., проф. (ОНМА, м. Одеса)

Братченко Г.Д., д.т.н., доц. (ОДАТРА, м. Одеса)

Ярош С.П., д.військ.н., доц. (ХУПС, м. Харків)

Кириленко В.А., д.військ.н., проф.

(НАДПСУ, м. Хмельницький)

Квасніков В.П., д.т.н., проф. (КНАУ, м. Київ)

Купінець Л.Є., д.е.н., проф. (ІПРЕД НАНУ, м. Одеса)

Красний Ю.П., д.ф.-м.н., проф. (ВА, м. Одеса)

Єфимчиков О.М., к.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Бачинський В.В., к.т.н., с.н.с. (ВА, м. Одеса)

Гончарук А.А., к.т.н., с.н.с. (ВА, м. Одеса)

Ободовський А.С., к.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Масліч Н.Я., к.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Сергєєв О.Ю., к.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Головань В.Г., к.т.н., проф. (ВА, м. Одеса)

Григор'єв О.П., к.т.н., с.н.с. (ВА, м. Одеса)

Левченко А.О., к.т.н., доц. (ВА, м. Одеса)

Клименко В.В., к.т.н., с.н.с. (ВА, м. Одеса)

Відповідальний секретар – Попович В.І.

Наукові статті, які включені до Збірника наукових праць, пройшли рецензування.

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.

ЗМІСТ

ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА

О.М. Семененко, В.Л. Іванов, В.В. Робочий, О.М. Сеченєв

Методика обґрунтування вибору зразка озброєння з однотипних зразків на основі порівняльної воєнно-економічної оцінки в умовах апріорної невизначеності..... 5

М.В. Фелько

Дослідження кінематичних характеристик руху комбінованого електромеханічного приводу універсального модульного динамічного тренажера..... 9

С.О. Нікул, В.Г. Головань, А.В. Головань

Моделі забезпечення процесу прогнозування обрисів складної технічної системи при її проектуванні 17

С.С. Ковалішин, Ю.К. Монахов, І.В. Симоненкова

Принципи формулювання тактико-технічних характеристик до системи управління наземних роботизованих комплексів..... 23

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК В СУЧАСНИХ УМОВАХ

В.М. Меленчук

Метод оцінки ризиків проектів/програм/портфелів впровадження логістичних систем у автотранспортне господарство військових формувань 32

ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Я.І. Король, Е.Е. Григорян, О.О. Лісніченко

Актуальні проблеми забезпечення радіаційного, хімічного, біологічного захисту військових формувань у ході виконання завдань щодо ізоляції району кризової ситуації (збройного конфлікту)..... 39

В.М. Оленєв, А.А. Гончарук, І.С. Азаров

Визначення напрямків удосконалення комплексів бойового екіпірування військовослужбовців високомобільних десантних військ, підрозділів військової розвідки та спеціального призначення Збройних Сил України..... 47

Д.А. Бухал

Модель функціонування системи радіозв'язку тактичного рівня..... 53

Д.А. Бухал, О.Ю. Коркін

Досвід створення автоматизованих систем бундесверу..... 57

О.Г. Водчиць, В.В. Кострач, Е.І. Сарафанюк, О.І. Зарицький

Методичний апарат оцінювання стану економічної складової воєнної безпеки держави..... 62

А.П. Волобуєв, І.Ю. Волобуєва, О.Ю. Коркін

Метод математичного моделювання інформаційного обміну в системі радіозв'язку військового призначення на основі тензорного числення для управління стійкістю зв'язку в процесі забезпечення необхідного рівня її радіомаскування..... 69

О.М. Семененко, Ю.Б. Добровольський, А.Є. Єфіменко, О.С. Паюк

Основні воєнно-економічні аспекти комплексного планування розвитку Збройних Сил України... 77

Ю.І. Адамов, О.Ф. Дяченко, В.В. Завальнюк, М.В. Смоляний

Визначення впливу похибок на швидкість приземлення об'єкта, який десантується за допомогою парашутно - реактивної системи при розрахунках реальної маси..... 83

О. Mazur, О. Onishchenko, D.Eng.Sc.

Decision support system in assessing technical design and tender purchases 91

М.В. Орда, С.В. Абрамов, В.Ф. Даневич

Інформаційне забезпечення оперативної обробки зображень земної поверхні району ведення операції для систем повітряної розвідки 100

С.Є. Гнатюк, Л.М. Сакович, Є.В. Рижов

Моделювання надійності програмного забезпечення програмно-керованих засобів зв'язку..... 106

А.М. Дончак, О.В. Дубов, О.Г. Петровський

Деякі питання формалізації морського бою корабельних ударних груп (кораблів) ВМС ЗС України 112

І.А. Черниш, О.В. Дубов, В.М. Симоненков

Досвід становлення сил спеціальних операцій ВМС США та його врахування при розгляді питань реформування сил спеціальних операцій військово-морських сил ЗС України..... 124

ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ І СТАНОВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОГО ПРОФЕСІОНАЛА**Ю.М. Лісніченко, О.О. Лісніченко, Л.Д. Ворохова**

Питання трансформації системи підготовки та підвищення кваліфікації наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України..... 135

І.С. Азаров

Прогностична компетенція у майбутніх військових фахівців 139

Р.В. Булгаков

Модель комплексної оцінки рівня оперативного управління науковими проектами у вищих військових навчальних закладах..... 144

Алфавітний покажчик..... 151**Відомості про авторів..... 152**

ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА

УДК 355.02

О.М. Семененко¹, к.т.н., с.н.с.**В.Л. Іванов², к.т.н., доц.****В.В. Робочий³****О.М. Сеченєв²**¹Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна²Військова кафедра Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна³Військова академія (м. Одеса), Україна

МЕТОДИКА ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ЗРАЗКА ОЗБРОЄННЯ З ОДНОТИПНИХ ЗРАЗКІВ НА ОСНОВІ ПОРІВНЯЛЬНОЇ ВОЄННО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ В УМОВАХ АПРІОРНОЇ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

У статті пропонується методика обґрунтування вибору зразка озброєння з декількох однотипних зразків на основі порівняльної воєнно-економічної оцінки, за умови відсутності апріорної інформації щодо пріоритетності вартісних показників або показників ефективності їхнього застосування під час вибору.

Ключові слова: зразок озброєння, воєнно-економічна оцінка, умови апріорної невизначеності.

Постановка проблеми

За досвідом провідних країн світу оновлення озброєння та військової техніки (ОВТ) збройних сил повинно складати щорічно не менше 3–5 % від загальної їхньої наявної кількості [1, 2, 6, 7]. У свою чергу, як наслідок попереднього вислову, фінансування питань оновлення та удосконалення ОВТ збройних сил будь-якої країни, де питання власної безпеки є одним з пріоритетних, повинно складати 25–30 % від загальних щорічних витрат на оборону [3, 7]. Сьогодні ОВТ, що перебуває на озброєнні в Збройних Силах (ЗС) України на 70 % є застарілим та деякі зразки з радянських часів не оновлювались.

Зараз відбуваються пошуки нових поглядів на розвиток власної оборонної сфери в умовах претензій іншої держави щодо територіальної цілісності України. Необхідність зміни поглядів на розвиток ЗС України вимагає від керівництва держави суттєвих змін щодо фінансування потреб ЗС України. Складні сучасні економічні умови розвитку країни та жорстка необхідність підтримання ЗС України в боєздатному стані вимагають від керівництва держави чітко виважених та обґрунтованих кроків щодо найшвидшого оновлення й удосконалення ОВТ ЗС України [1–7]. Одними із головних показників, які відображають зміни поглядів керівництва держави щодо розвитку власних ЗС, є показники необхідних фінансових витрат щодо реалізації заходів розвитку ОВТ ЗС України.

Наявність і стан озброєння ЗС України є основою їхнього бойового потенціалу. Тому завдання щодо удосконалення підходів до оновлення парку ОВТ ЗС України є сьогодні досить актуальним та своєчасним. Однією зі складових цього завдання є обґрунтування вибору щодо розробки та прийняття на озброєння нового або удосконалення наявного зразка ОВТ із декілька пропозицій з урахуванням співвідношення показників витрат на розробку та закупівлю цих зразків з показниками приросту їх боєздатності. Але сьогодні в більшості випадків ці рішення необхідно приймати в умовах відсутності апріорної інформації щодо пріоритетності вартісних показників або показників ефективності застосування зразків ОВТ під час вибору необхідного варіанту оновлення (удосконалення) зразка ОВТ з однотипних. З огляду на це, метою статті є визначення методики обґрунтування вибору зразка озброєння з декількох однотипних зразків на основі порівняльної воєнно-економічної оцінки їх за умови відсутності апріорної інформації щодо пріоритетності вартісних показників або показників ефективності їхнього застосування під час вибору.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

Аналіз досліджень з визначеної у статті проблематики свідчить про те, що цьому питанню сьогодні приділяється значна увага як з боку керівництва МО України, так і з боку керівництва країни взагалі [1–5].

Президент України неодноразово у своїх виступах наголошував, що ОБТ ЗС України в найближчі роки буде повністю оновлено. Також зазначалось, що ЗС України крім удосконаленого озброєння та військової техніки, отримають нові зразки. Така заява ставить завдання перед планувальними органами ЗС України щодо обґрунтування рішень під час вибору зразків ОБТ, які будуть розроблятися або закуплятися у межах реалізації програм оновлення та удосконалення ОБТ ЗС України у найближчій перспективі.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Під час розроблення (закупівлі) нових зразків озброєння постає завдання оцінювання їхньої ефективності. Ефективність озброєння оцінюється за допомогою декількох показників, наприклад: ймовірність виконання бойового завдання ($P_{БЗ}$), математичне очікування вартості нанесених противнику втрат тощо ($M_{втрат}$).

Як показник ефективності застосування i -го зразка озброєння може використовуватися співвідношення [6]:

$$E_i = P_i^j \frac{(M_i^{втрат} + M_i^{вмтрат})^k}{(M_{P_i}^{вмтрат})^n}, \quad (1)$$

де: P_i^j – ймовірність виконання бойового завдання i -им зразком озброєння; $M_{P_i}^{вмтрат}$ – математичне очікування витрат на створення та експлуатацію i -го зразка озброєння, яке відповідає значенню P_i^j ; $M_i^{втрат}$ – математичне очікування нанесених противнику втрат; $M_i^{вмтрат}$ – математичне очікування витрат противника на створення та експлуатацію засобів захисту від i -го зразка озброєння; j, k, n – коефіцієнти пріоритетності, які характеризують важливість показників ефективності (показники ступеня відповідного показника ефективності).

Як ймовірність виконання бойового завдання визначимо ймовірність ураження цілі при N пострілах, яка за умови незалежних пострілів визначається відповідно до [6, 7]:

$$P_{БЗ} = 1 - (1 - P_1)^N, \quad (2)$$

де: P_1 – ймовірність ураження цілі одним пострілом.

Порівняльну оцінку ефективності двох зразків озброєння одного й того ж призначення можна провести за допомогою співвідношення:

$$E_i = \left(\frac{P_1}{P_2}\right)^j \left(\frac{M_{P_2}^{вмтрат}}{M_{P_1}^{вмтрат}}\right)^k \left(\frac{(M_1^{втрат} + M_1^{вмтрат})}{(M_2^{втрат} + M_2^{вмтрат})}\right)^n. \quad (3)$$

У зв'язку з труднощами визначення коефіцієнтів пріоритетності j, k, n , які характеризують важливість показників ефективності, доцільно задачу з трьома показниками привести до задачі з одним показником ефективності. Якщо прийняти умову рівності ймовірностей виконання бойового завдання двома однотипними зразками озброєння $P_1 = P_2$, тобто різними зусиллями, але з однаковим результатом, а також прийняти, що коефіцієнти важливості відповідних показників ефективності $k = n$, тоді співвідношення (3) матиме вигляд:

$$E_i = \frac{M_{P_2}^{вмтрат}}{M_{P_1}^{вмтрат}} \cdot \left(\frac{(M_1^{втрат} + M_1^{вмтрат})}{(M_2^{втрат} + M_2^{вмтрат})}\right) \quad (4)$$

Тобто будемо вважати, що навіть за рівності ймовірностей виконання бойового завдання двома різними зразками озброєння втрати противника будуть різними та вартість витрат своїх ресурсів буде різною.

Вартість одного пострілу для кожного зі зразків буде розраховуватися як:

$$C_{iPi} = \frac{C_{iPi}}{\beta \cdot T_1} + C_1, \quad (5)$$

де: C_{iPi} – загальна вартість одного нового зразка озброєння; C_1 – вартість одного витратного засобу (снаряду, ракети, бомби тощо); β – швидкострільність; T_1 – час життєвого циклу.

З формул (4) та (5), якщо врахувати, що:

$$C_{iPi} = C_{iPi} \cdot N_i, \quad (6)$$

де: N_i – кількість пострілів i -им зразком озброєння необхідних для досягнення заданої ймовірності виконання бойового завдання P_i , тоді можна записати, що:

$$E_i = \frac{N_1 \cdot \beta_2 \cdot T_2}{N_2 \cdot \beta_1 \cdot T_1} \cdot \frac{(C_{1P1} + C_1 \cdot \beta_1 \cdot T_1)}{(C_{2P1} + C_2 \cdot \beta_2 \cdot T_2)} \cdot \frac{(M_2^{\text{втр}} + M_2^{\text{вип}})}{M_1^{\text{втр}} + M_1^{\text{вип}}}, \quad (7)$$

Співвідношення N_1 / N_2 , використовуючи формулу (2), можна подати таким чином:

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{\ln(1 - P_2)}{\ln(1 - P_1)}, \quad (8)$$

підставляючи це значення у формулу (7), отримаємо:

$$E_i = \frac{\beta_2 \cdot T_2}{\beta_1 \cdot T_1} \cdot \frac{\ln(1 - P_2)}{\ln(1 - P_1)} \cdot \frac{(C_{1P1} + C_1 \cdot \beta_1 \cdot T_1)}{(C_{2P1} + C_2 \cdot \beta_2 \cdot T_2)} \cdot \frac{(M_2^{\text{втр}} + M_2^{\text{вип}})}{M_1^{\text{втр}} + M_1^{\text{вип}}}, \quad (9)$$

Якщо бойову швидкострільність визначити через час, який необхідний для ураження цілі:

$$\tau_i = \frac{N_i}{\beta_i}, \quad (10)$$

тоді формула (9) прийме вигляд:

$$E_i = \frac{\tau_1 \cdot T_2}{\tau_2 \cdot T_1} \cdot \frac{(C_{1P1} + C_1 \cdot \beta_1 \cdot T_1)}{(C_{2P1} + C_2 \cdot \beta_2 \cdot T_2)} \cdot \frac{(M_2^{\text{втр}} + M_2^{\text{вип}})}{M_1^{\text{втр}} + M_1^{\text{вип}}}, \quad (11)$$

Використовуючи співвідношення (7), (9) та (11), можна провести порівняльну воєнно-економічну оцінку зразків озброєння під час виконання ними однотипних бойових завдань. При цьому значення показників P_i , N_i , які необхідні для досягнення заданої ймовірності ураження цілі при $P_1 = P_2$ повинні визначатися із урахуванням протидії противника (використання засобів захисту або придушення). Коли $E_i > 1$, більш доцільним (ефективним) буде другий зразок, при $E_i < 1$ – перший зразок. При $E_i \approx 1$ необхідний більш детальний аналіз характеристик зразків та може використовуватись критерій економічності реалізації заходів щодо розробки кожного зі зразків:

$$K_i = \frac{C_i}{W_i}, \quad (12)$$

де: C_i – показник, який характеризує загальну вартість розробки та застосування одного із зразків; W_i – показник, який характеризує результат застосування зразка (показник ефективності).

Цей підхід дозволить навіть в умовах з обмеженою апіорною інформацією щодо вибору найкращого нового зразка озброєння ухвалити рішення, який саме взяти на озброєння.

Перспективи подальших досліджень

Подальшим дослідженням за цим напрямком є проведення вибору нових зразків озброєння за умови врахування показників воєнно-економічного оцінювання ефективності їх групового розроблення (закупівлі) та застосування для виконання різних бойових завдань, бо можливі варіанти, що група найбільш дорожчих зразків буде ефективнішою та вигіднішою, ніж під час одиночного воєнно-економічного оцінювання.

Висновки

Головним результатом статті є те, що в ній запропоновано підхід до вибору нового зразка озброєння з декількох однотипних нових зразків на основі порівняльної воєнно-економічної оцінки їх за умови відсутності апіорної інформації щодо пріоритетності вартісних показників або показників ефективності їх застосування під час вибору. При цьому в якості критерію оцінювання використовується коефіцієнт E_i , який визначається вартісними і тактико-технічними характеристиками зразків, що порівнюються, а також вартісним показником нанесених втрат противнику цими зразками.

Список використаних джерел

1. Стратегічний оборонний бюлетень України на період до 2015 року. (Біла книга України). [Текст] – К. : МОУ, 2004. – 96 с.
2. Державна комплексна програма реформування та розвитку ЗС України до 2017 року. [Текст] – К., 2013. – 121 с.
3. «Ефективне використання оборонних ресурсів – стратегічне завдання Збройних Сил України в 2016 році». – Доповідь МО України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vu.mil.gov.ua/index.php>.
4. Доповідь на офіційному сайті Президента України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrgold.net/links/21951/21961/.
5. Основні оборонні аспекти доповіді Президента України (2015) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://defpol.org.ua/site/index.php/ru/arhiv/obonoglyad/>.
6. Жуков Г.П. Военно-экономический анализ и исследование операций / Г.П. Жуков, С. Викулов. – М. : Воениздат., 1987. – 440 с.
7. Чув Ю.В. Исследование операций в военном деле. – М. : Воениздат, 1970.

Рецензент: Гончарук А.А., к.т.н., с.н.с., Військова академія (м. Одеса).

МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА ОБРАЗЦА ВООРУЖЕНИЯ ИЗ ОДНОТИПНЫХ ВАРИАНТОВ НА ОСНОВЕ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ВОЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ В УСЛОВИЯХ АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ

О.М. Семененко, В.Л. Иванов, В.В. Рабочий, А.М. Сеченев

В статье предлагается методика обоснования выбора образца вооружения из нескольких однотипных предложений на основе сравнительной военно-экономической их оценки в условиях отсутствия априорной информации о приоритетности стоимостных показателей и показателей боевой эффективности во время выбора.

Ключевые слова: вооружение, военно-экономическая оценка, условия априорной неопределённости.

METHODS RATIONALE FOR THE SAME TYPE OF ARMAMENT OF SAMPLES FOR COMPARATIVE BASIS OF MILITARY AND ECONOMIC ASSESSMENT UNDER PRIOR UNCERTAINTY

O. Semenenko, V. Ivanov, V. Rabochiy, O. Sechenov

In the article the method of justification sampling arms of several identical samples based on the relative military and economic assessment of the absence of prior information on the priority value indicators or performance of their use during elections.

Keywords: weapons, military and economic assessment of the conditions of a priori uncertainty.

УДК 62-231.3:621.313.8

М.В. Фелько*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК РУХУ КОМБІНОВАНОГО ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПРИВОДУ УНІВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЬНОГО ДИНАМІЧНОГО ТРЕНАЖЕРА

Розроблено математичну модель відтворення комбінованим електромеханічним приводом маневру типу «тангаж», яка дозволяє оцінити можливості приводу з відтворення заданого маневру, визначити необхідні довжини робочого руху окремих привідних ланок та дослідити динамічні характеристики приводу, оцінити рівень акселераційного впливу на оператора (перевантажень) під час проходження траєкторії з різною швидкістю за різні проміжки часу.

Ключові слова: комбінований електромеханічний привод, оператор транспортного засобу, акселераційна інформація, гексапод.

Вступ

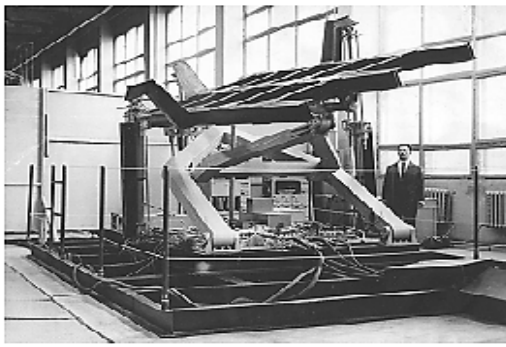
Постановка проблеми. З розвитком військової техніки для підвищення ефективності індивідуальної підготовки операторів транспортних засобів (ТЗ) великого значення отримало використання різноманітних тренажерів. Під час керування транспортним засобом оператор отримує різноманітну інформацію, серед якої найбільший вплив мають: зорова інформація; тактильно-кінестезична інформація; звукова та акселераційна інформація. Саме моделювання акселераційної інформації у сучасних тренажерах ТЗ викликає найбільші труднощі у технічному плані. Акселераційна інформація (АІ) – це складова інформаційного поля оператора ТЗ, яка відображає величину і тривалість дії на нього перевантажень, спричинених лінійними та кутовими прискореннями під час руху [1].

Відомо, що збільшення перевантаження вимагає більших зусиль людини на виконання однієї і тієї ж операції, порівняно з умовами відсутності впливу перевантажень. Саме тому, не зважаючи на технічну складність, виникає необхідність відтворення у сучасних динамічних тренажерах впливу перевантажень на оператора ТЗ.

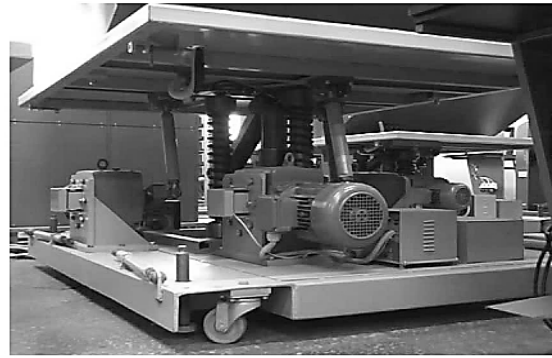
Аналіз останніх досліджень і публікацій. Адекватність моделювання АІ цілком залежить від системи рухомості кабіни тренажера. При цьому параметри руху кабіни визначаються: кількістю ступенів свободи; діапазоном лінійних і кутових переміщень; можливістю отримання заданих швидкостей та прискорень. Аналіз технічних можливостей динамічних тренажерів показує, що більшість з них відтворюють тільки обертовий рух, в той час як лінійні переміщення відтворюються в небагатох, найбільш складних і, як правило, авіаційних тренажерах [2, 3, 4, 5, 6, 7].

В більшості тренажерів наземних транспортних засобів застосовуються триступеневі динамічні платформи, які дозволяють здійснювати обертовий рух у повздовжній та поперечній площинах, а також лінійні переміщення вздовж вертикальної осі (рис. 1) [4, 7]. Такі тренажери не мають можливості відтворювати комбіновані рухи, що включають маневри, наприклад, типу «тангаж». Кінематична схема з трьома ступенями свободи вважається класичною для тренажерів механіків-водіїв наземних зразків військової техніки, таких як танки, БМП, БТР, оскільки раніше не надавалося суттєве значення проблемі моделювання АІ в цих машинах.

На сьогодні все більше набуває популярності застосування у якості приводу рухомої кабіни тренажера запозиченого із робототехніки механізму паралельної структури з 6 ступенями свободи, який отримав назву «гексапод» [2, 3, 5, 6]. Цей механізм дозволяє реалізувати (хоча і не у великому діапазоні) не тільки обертові, але і лінійні переміщення вздовж трьох осей координат.



а)



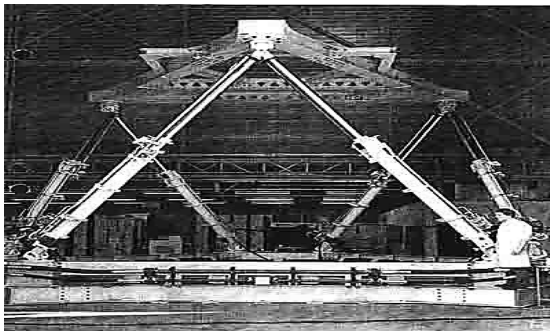
б)

Рис. 1. Треступеневі динамічні платформи:

а – авіаційний динамічний стенд з електрогідравлічним приводом ДС-3 з максимальним відхиленням по крену;
 б – динамічна платформа ПД 12 з електромеханічним приводом

При цьому кабіна тренажера кріпиться безпосередньо на привідних ланках, які відіграють роль важелів змінної довжини (рис. 2). Переміщення кабіни вздовж окремих ступенів свободи здійснюється за рахунок зміни довжини привідних ланок.

Постановка завдання. Реалізація поступального та сферичного руху, а також відтворення лінійних та кутових швидкостей і прискорень у тренажері наземного ТЗ має забезпечувати створення акселераційних відчуттів при русанні з місця, розгоні, гальмуванні та зупинці ТЗ, подоланні таких перешкод як спуски, підйоми, косягори, обминання перешкод (здійснення поворотів). Це дозволить навчати операторів ТЗ не просто керувати ТЗ у звичайних умовах, але й діяти під час здійснення екстрених маневрувань, наприклад, при заносі, миттєвому виникненні перешкоди і т.ін.



а)



б)

Рис. 2. Динамічні платформи на основі гексаподу:

а) Авіаційний динамічний стенд ДС6-1 з електрогідравлічним приводом;
 б) динамічна платформа 6ПД8 з електромеханічним приводом

Підвищення адекватності імітації приводом тренажера складного руху ТЗ у значній мірі залежить від збільшення діапазону лінійних та кутових переміщень динамічних платформ тренажерів завдяки удосконаленню їх кінематичних схем. На думку авторів, одним із напрямків вирішення цього завдання може бути комбіноване застосування лінійного електромеханічного приводу та багаторіччєвих динамічних платформ [5, 6].

Основна частина

В основу перспективного комбінованого багатокоординатного тренажера (рис. 3) з модульним електромеханічним приводом покладено описаний у роботі [8] двокоординатний привід, у якому застосовуються широкорегульовані лінійні електричні двигуни, що форсуються з високою переважувальною здатністю, широкий вибір яких представлений у [9]. Шляхові прямолінійні структури двигунів 1 попарно паралельно встановлені уздовж кожної з чотирьох меж обслуговування прямокутної координатної площини. Симетрично розміщені один проти одного активні рухомі блоки-

модулі 2 координатних лінійних електричних двигунів жорстко закріплені на взаємно перпендикулярних напрямних 3, що знаходяться в паралельних площинах, а майданчик 4 на якому розміщено базис шестиступеневої динамічної платформи (гексаподу) 5 забезпечений двома парами опор кочення, в яких з можливістю вільного переміщення, проходять напрямні координатні. На верхній (рухомій) ділянці гексаподу 6 (далі – платформа) в центрі мас P розташоване крісло людини-оператора (кабіна тренажера). Базис і платформа з'єднані між собою шістьма штангами 7 змінної довжини за допомогою шарнірів. Зміну довжини штанг забезпечують шість приводів [5].

Введемо такі системи координат (рис. 3): нерухому $OX_0Y_0Z_0$; рухому систему $SX_sY_sZ_s$, що пов'язана в центрі S з базисом гексаподу; рухому систему $PX_pY_pZ_p$, що розташована в центрі P платформи та рухається поступально відносно нерухомої системи; рухому систему $PXYZ$, яка пов'язана нерозривно з рухомою платформою [2].

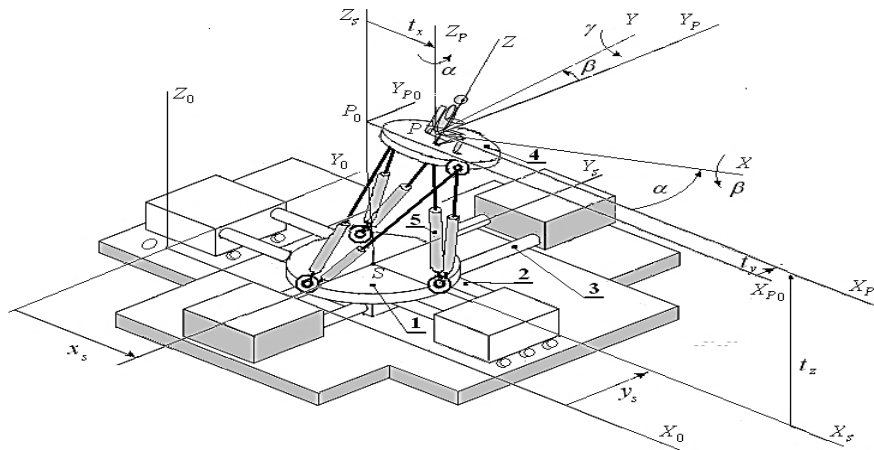


Рис. 3. Розрахункова схема комбінованого тренажера та формування систем координат

У загальному випадку довільний просторовий рух платформи відносно нерухомої системи координат $OX_0Y_0Z_0$ визначається сукупністю восьми скалярних функцій часу:

$$\begin{aligned} x_s &= x_s(t), \quad y_s = y_s(t), \quad x_p = x_p(t), \quad y_p = y_p(t), \quad z_p = z_p(t); \\ \alpha &= \alpha(t), \quad \beta = \beta(t), \quad \varphi = \varphi(t). \end{aligned} \quad (1)$$

де: x_s, y_s – координати полюса S базису гексапода, що характеризують поступальний рух тренажера вздовж осей OX_0, OY_0 ; x_p, y_p, z_p – координати полюса P платформи, що характеризують поступальний рух платформи у координатному базисі $SX_sY_sZ_s$, α, β, φ – кути Ейлера-Крилова (рис. 4).

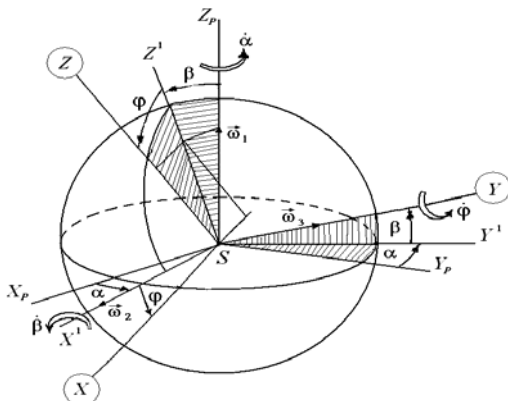


Рис. 4. Схема визначення кутів Ейлера-Крилова

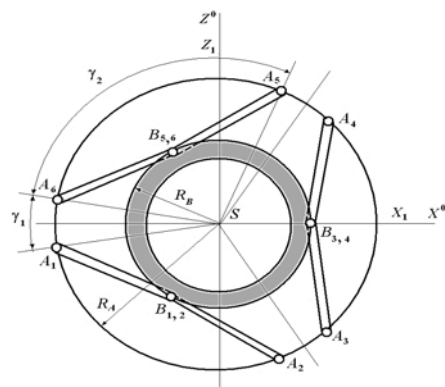


Рис. 5. Схема розташування нижніх A_i та верхніх B_i шарнірів гексаподу

Координати центрів шарнірів A_i у базисі $SX_sY_sZ_s$ гексаподу та центрів шарнірів B_i платформи в рухомому координатному базисі $PXYZ$, пов'язаному з платформою, під час її руху не змінюються і наведені у матричній формі (рис. 5) [10]:

$$\begin{pmatrix} {}^S A_1 \\ {}^S A_2 \\ {}^S A_3 \\ {}^S A_4 \\ {}^S A_5 \\ {}^S A_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_{A1} & y_{A1} & z_{A1} \\ x_{A2} & y_{A2} & z_{A2} \\ x_{A3} & y_{A3} & z_{A3} \\ x_{A4} & y_{A4} & z_{A4} \\ x_{A5} & y_{A5} & z_{A5} \\ x_{A6} & y_{A6} & z_{A6} \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} -R_A \cos(0,5\gamma_1) & -R_A \sin(0,5\gamma_1) & 0 \\ R_A \cos(\gamma_1 + 0,5\gamma_2) & -R_A \sin(\gamma_1 + 0,5\gamma_2) & 0 \\ R_A \cos(0,5\gamma_2) & -R_A \sin(0,5\gamma_2) & 0 \\ R_A \cos(0,5\gamma_2) & R_A \sin(0,5\gamma_2) & 0 \\ R_A \cos(\gamma_1 + 0,5\gamma_2) & R_A \sin(\gamma_1 + 0,5\gamma_2) & 0 \\ -R_A \cos(0,5\gamma_1) & R_A \sin(0,5\gamma_1) & 0 \end{pmatrix}^T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow {}^S A_i = (x_{Ai}, y_{Ai}, z_{Ai})^T = (R_A \cos(\gamma_i), R_A \sin(\gamma_i), 0)^T;$$

$$\left. \begin{pmatrix} {}^P B_{1,2} \\ {}^P B_{3,4} \\ {}^P B_{5,6} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} {}^P x_{B1,2} & {}^P y_{B1,2} & {}^P z_{B1,2} \\ {}^P x_{B3,4} & {}^P y_{B3,4} & {}^P z_{B3,4} \\ {}^P x_{B5,6} & {}^P y_{B5,6} & {}^P z_{B5,6} \end{pmatrix}^T = \begin{pmatrix} -R_B \cos 60^\circ & -R_B \sin 60^\circ & 0 \\ R_B & 0 & 0 \\ -R_B \cos 60^\circ & R_B \sin 60^\circ & 0 \end{pmatrix}^T \Rightarrow \right\}$$

$$\Rightarrow {}^P B_i = ({}^P x_{Bi}, {}^P y_{Bi}, {}^P z_{Bi})^T = \left(R_B \cos\left(\frac{\pi}{3}\right), R_A \sin\left(\frac{\pi}{3}\right), 0 \right)^T,$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\gamma_2}{2}\right) = \frac{A_1 A_2 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{6}\right)}{A_1 A_6 + 0,5 \cdot A_1 A_2}, \quad \gamma_1 = \frac{2\pi}{3} - \gamma_2$$

Символи ліворуч зверху означають значення величин у відповідному базисі: S – у базисі гексаподу $SX_sY_sZ_s$, P – у власному базисі платформи $PXYZ$; T – символ транспонування матриць.

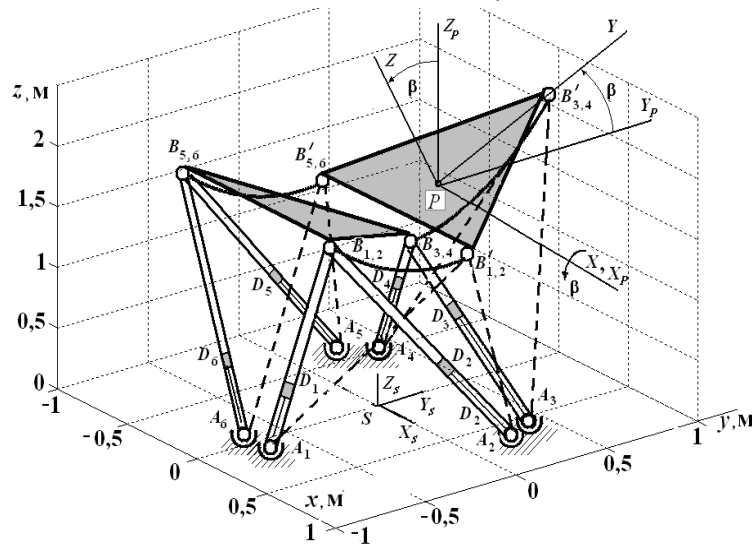


Рис. 6. Схема функціональної траєкторії рухів гексаподу з кутом тангажу 20°

При здійсненні маневру типу «тангаж» (коли $x_p = 0$, $\alpha = 0$, $\varphi = 0$) для збільшення діапазону лінійних переміщень полюсу P платформи, базис гексаподу разом з платформою, завдяки лінійному електромеханічному приводу, здійснює поступальний рух у площині xOy вздовж осі Oy , рух базису

визначається узагальненою координатою y_s . Крім того, завдяки зміні довжини шести привідних ланок гексаподу, полюс платформи здійснює поступальний рух вздовж осей PY_p та PZ_p , платформа здійснює поворот навколо осі PX_p на кут β (рис. 6) [2].

Таким чином, абсолютний рух платформи у системі координат $OX_oY_oZ_o$ при здійсненні маневру типу «тангаж» буде заданий рівняннями:

$$y_P = y_S(t) + t_y(t) \quad z_P = t_z(t), \quad \beta = \beta(t), \quad (5)$$

де $t_y(t)$, $t_z(t)$ – рівняння поступального руху платформи з системою координат $PX_pY_pZ_p$ відносно власного базису гексаподу $SX_sY_sZ_s$; $y_S(t)$ – рівняння поступального руху базису гексаподу у системі координат $OX_oY_oZ_o$; $\beta(t)$ – рівняння обертального руху платформи навколо осі PX_p .

Рівняння відносного руху полюса платформи $P(0, t_y, t_z)$ у системі координат базису $SX_sY_sZ_s$ гексаподу під час виконання тангажу визначенні за розрахунковою схемою (рис. 7)

$$\left. \begin{aligned} t_x &= 0, \\ t_y &= y_{P0} + R_p [\sin \beta_0 - \sin(\beta_0 - \beta)], \\ t_z &= z_{P0} - R_p [\cos(\beta_0 - \beta) - \cos \beta_0] \end{aligned} \right\} \Rightarrow 0 \leq \beta \leq \beta_0; \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} t_x &= 0, \\ t_y &= y_{P0} + R_p [\sin \beta_0 + \sin(\beta - \beta_0)], \\ t_z &= z_{P0} - R_p [\cos(\beta - \beta_0) - \cos \beta_0] \end{aligned} \right\} \Rightarrow \beta_0 < \beta < 2\beta_0,$$

де β_0, β – кут початкової орієнтації та кут повороту платформи навколо осі PX_p ; R_p – радіус модельованої траєкторії тангажу; x_{P0}, y_{P0}, z_{P0} – початкові координати полюса платформи P у власному базисі гексаподу $SX_sY_sZ_s$.

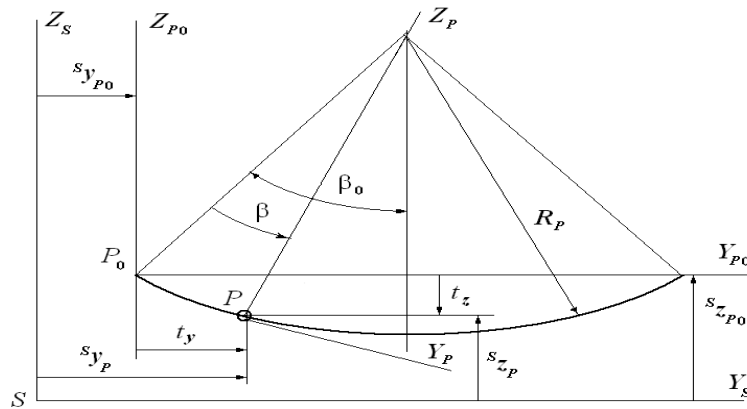


Рис. 7. Схема визначення траєкторії полюса Р платформи під час тангажу

У вихідному положенні, коли початкові довжини штанг гексаподу L_{i0} однакові, відповідні осі систем $PXYZ$ та $PX_pY_pZ_p$ збігаються. Координати точок B_i ($i=1\dots6$) $\rightarrow {}^S B_i = ({}^S x_{Bi}, {}^S y_{Bi}, {}^S z_{Bi})^T$ платформи у власному базисі $SX_sY_sZ_s$ гексапода визначені за допомогою матриць перетворення так:

$$\begin{pmatrix} {}^S x_{Bi} \\ {}^S y_{Bi} \\ {}^S z_{Bi} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & c_\beta & -s_\beta \\ 0 & s_\beta & c_\beta \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} {}^P x_{Bi} \\ {}^P y_{Bi} \\ {}^P z_{Bi} \end{pmatrix} \Rightarrow {}^S B_i = T_P + R_X \cdot {}^P B_i, \quad (7)$$

де T_P – матриця поступального руху платформи гексаподу відносно власного базису $SX_sY_sZ_s$; R_X матриця повороту платформи навколо осі PX_p ; $c_\beta = \cos\beta$, $s_\beta = \sin\beta$. [10]

Відстані A_iB_i між центрами шарнірів A_i і B_i гексаподу, залежно від положення платформи у будь-який момент часу, характеризуються величиною L_i та визначаються з урахуванням (2)–(4), (6)–(7) за формулами:

$$A_iB_i = \sqrt{(x_{B_i} - x_{A_i})^2 + (y_{B_i} - y_{A_i})^2 + (z_{B_i} - z_{A_i})^2}, \quad |L_i| = A_iB_i - L_{i0}, \quad i=1, \dots, 6, \quad (8)$$

де L_{i0} – початкова відстань між шарнірами $A_{i0}B_{i0}$, i – номер привідної ланки гексаподу.

Рівняння абсолютного руху точки C (центру мас прикріпленого до платформи P модуля управління тренажером (кабіни оператора)):

$$\begin{pmatrix} x_C \\ y_C \\ z_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_S \\ y_S \\ z_S \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & C_\beta & -S_\beta \\ 0 & S_\beta & C_\beta \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} {}^P x_C \\ {}^P y_C \\ {}^P z_C \end{pmatrix} \Rightarrow {}^O C = T_S + T_P + R_x \cdot {}^P C, \quad (9)$$

де T_S – матриця поступального руху базису гексаподу у системі координат $OX_oY_oZ_o$; ${}^P C = (0, 0, z_C)^T$ – координати точки C у рухомій системі координат $PXYZ$.

Кінематичними параметрами платформи (центру мас кабіни оператора) є швидкість і прискорення т. C , які визначаються похідними за часом:

$$\begin{pmatrix} \dot{x}_C & \dot{y}_C & \dot{z}_C \end{pmatrix}^T = \dot{T}_S + \dot{T}_P + \dot{R}_x \cdot {}^P C; \quad \begin{pmatrix} \ddot{x}_C & \ddot{y}_C & \ddot{z}_C \end{pmatrix}^T = \ddot{T}_S + \ddot{T}_P + \ddot{R}_x \cdot {}^P C. \quad (10)$$

Швидкість та прискорення змін довжини i -тої привідної ланки визначаються за рівняннями:

$$V_{Li} = \frac{dL_i}{dt}, \quad a_{Li} = \frac{dV_{Li}}{dt}. \quad (11)$$

При заданих відстанях між шарнірами $A_1A_2 = 0,78$ м, $A_1A_6 = 0,22$ м; (рис. 6) за рівнянням (4) знайдемо: $\gamma_1 = 16^\circ$; $\gamma_2 = 104^\circ$, відповідно $R_A = A_1A_2/\sin\gamma_2 = 0,7843$ м; $R_B = 0,243$ м.

Задамо відстань між точками S і P у нульовому положенні, коли платформа і базис паралельні $H_0 = 0,8$ м. Тоді довжини приводних ланок будуть однаковими і відповідно до формули (8) можемо визначити $L_{i0} = 1,039$ м.

Чисельні результати зміни довжини приводних ланок при відпрацюванні програми руху тренажера з кутом тангажу 20° ($\frac{\pi}{9} \leq \beta \leq -\frac{\pi}{9}$) при заданих конструктивних характеристиках показано у таблиці 1. Графічне відображення маневру, залежно від часу показано на рис.8.

Таблиця 1

Характеристика зміни довжини приводних ланок тренажера при відпрацюванні маневру з кутом тангажу 20°

№ ланки	Довжина приводних ланок у нульовому положенні L_{i0}	Довжина приводних ланок у початковому положенні L_{in}	Довжина приводних ланок у кінцевому положенні L_{ik}	Величина зміни довжини приводних ланок $ d_i $
1	1,039 м	0,8587 м	1,2296 м	0,3709 м
2	1,039 м	1,5603 м	0,9241 м	0,6362 м
3	1,039 м	1,4170 м	1,0789 м	0,3381 м
4	1,039 м	1,4170 м	1,0789 м	0,3381 м
5	1,039 м	1,5603 м	0,9241 м	0,6362 м
6	1,039 м	0,8587 м	1,2296 м	0,3709 м

Результат моделювання АІ, яку отримує оператор ТЗ під час виконання маневру з кутом тангажу 20° по заданій траєкторії за різні проміжки часу (5 с і 10 с) представлено на графіку (рис. 9).

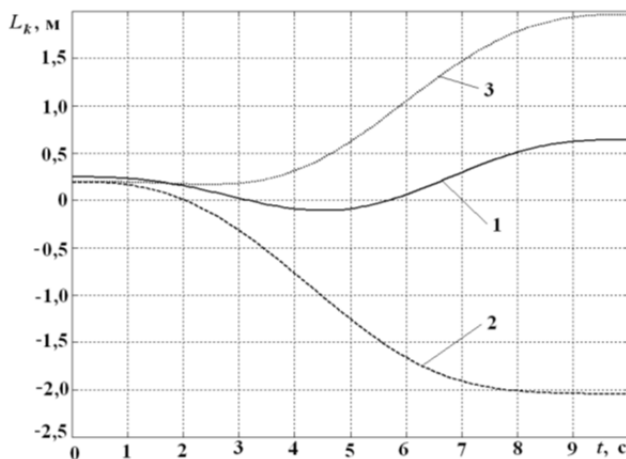


Рис. 8. Діаграми зміни довжин штанг L_i у часі при відпрацюванні програми руху з кутом тангажу $\beta = 20^\circ$: крива 1 відповідає функціям $L_1(t) = L_6(t)$; 2 – $L_2(t) = L_5(t)$; 3 – $L_3(t) = L_4(t)$

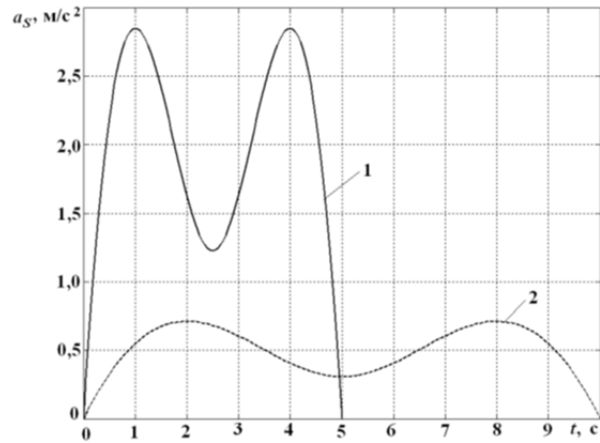


Рис. 9. Прискорення центра мас кабіни оператора під час маневрування на тренажері з кутом тангажу $\beta = 20^\circ$: крива 1 відповідає тривалості часу $t_1 = 5$ с; 2 – $t_2 = 10$ с

Висновки

1. Створено динамічну модель комбінованого модульного тренажера на основі лінійного електромеханічного приводу та гексаподу, що дозволяє збільшити діапазон лінійних і кутових переміщень кабіни та навчати операторів не тільки управлінню транспортним засобом у штатному режимі, а також діяти при виконанні екстреного маневрування, при заносі, тангажу, миттєвому виникненні перешкод.
2. Розроблено методику визначення як конструктивних характеристик тренажера, так і параметрів робочого руху та оцінки можливостей приводів та окремих приводних ланок при відпрацюванні тренажером заданого маневру.
3. На прикладі відтворення тренажером маневру типу «тангаж» продемонстровано моделювання певної акселераційної інформації оператора ТЗ в широкому інтервалі прискорень при проходженні траєкторії з різною швидкістю за різні проміжки часу.
4. Отримані результати можуть бути застосовані під час дослідження динамічних характеристик комбінованого багатокоординатного тренажера операторів військової транспортної техніки з модульними електромеханічними приводами.

Список використаних джерел:

1. Фелько М.В. Основні напрями підвищення рухомості кабін динамічних тренажерів бойових машин / М.В. Фелько, В.М. Ярмолюк // Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки: матеріали II-ї науково-технічної конференції, 13 грудня 2011 р., м. Київ. – К.: ЦНДІ ОВТ, 2011. – 41 – 42 с.
2. Ягліньський В.П. Кінематика комбінованого модульного динамічного тренажера / В.П. Ягліньський, А. Обайді // Технологический аудит и резервы производства. – 2014. – № 2/1 (16). – 38 – 41 с.
3. Бачинський В.В. Оцінка системи рухомості тренажерів бойових машин / В.В. Бачинський, В.М. Ярмолюк // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2010. – № 1(23). – 137 – 141 с.
4. Прошин И. А. Тренажер плавающего объекта для обучения экипажей действиям в чрезвычайных ситуациях / И.А. Прошин, В.М. Тимаков, В.Н. Прошкин // Вестник АГТУ. – Морская техника и технология, 2009. – № 1. – 82 – 87 с.
5. Пат. 103250 Україна, МПК (2013.01) F41A 33/00, F41G 3/26, F41G 5/00, H02K 41/00, A63B 24/00. Комбінований багатокоординатний тренажер операторів військової транспортної техніки з модульними електромеханічними приводами / М.В.Фелько, А.А. Гончарук, А.А. Коваль, В.М. Ярмолюк, В.Т. Беліков, В.В. Васильєв; – № 201200487; заявл. 16.01.2012; опубл. 25.09.2013, Бюл. № 18.

6. Пат. 104273 Україна, МПК (2013.01) G09B 9/10 (2006.01), G09B 9/52 (2006.01), F41A 33/00, F41G 3/26 (2006.01), A63B 24/00. Багатокоординатний двосторонній модульний електропривод аерокосмічних тренажерних систем / М.В. Фелько, В.П. Яглінський, С.С. Ковалішин, В.Т. Беліков, В.В. Васильєв; – № 201310021; заявл. 12.08.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1.
7. Комплексные тренажеры экипажей танков Т-72 и Т-90. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://simulator.com.ua/files/tp/t72-90_ru.pdf.
8. Пат. 91298 Україна, МПК(2009) F41A 33/00, F41G 3/26 (2006.01), F41G 3/30 (2006.01), F41G 5/00, A63B 24/00, H02K 41/00. Двокоординатний електромеханічний тренажер стрільця / О.В. Поповіченко, О.В. Толстой, В.Т. Беліков, В.В. Васильєв, М.М. Грачов, В.М. Ярмолюк; – № 200903025; заявл. 30.03.2009; опубл. 12.07.2010, Бюл. № 13.
9. BALDOR LinearMotors @ stages [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.baldor.com>.
10. Яглінський В.П. Надійність авіаційного тренажера на основі гексаподу при екстремальних навантаженнях / В. П. Яглінський, С. С. Гутиря // Вісн. СевНТУ. Механіка, енергетика, екологія, 2011. – Вип. 120. – 196–20 с.

Рецензент: В.В. Бачинський, к.т.н., с.н.с., Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса.

ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИЖЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА УНИВЕРСАЛЬНОГО МОДУЛЬНОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ТРЕНАЖЕРА

М.В. Фелько

Разработана математическая модель выполнения комбинированным электромеханическим приводом маневра типа «тангаж», которая позволяет оценить возможности привода по воспроизведению заданного маневра, определить необходимые длины рабочего хода отдельных приводных звеньев и исследовать динамические характеристики привода, оценить уровень акселерационного воздействия (перегрузок) на оператора во время прохождения траектории с разной скоростью за разные промежутки времени.

Ключевые слова: комбинированный электромеханический привод, оператор транспортного средства, акселерационная информация, гексапод.

THE RESEARCH OF KINEMATIC CHARACTERISTICS OF MOVEMENT OF COMBINED ELECTROMECHANICAL DRIVING GEAR OF MULTIPURPOSE DYNAMIC TRAINING SIMULATOR

M. Felko

The mathematical model representing the «pitch» maneuver by combined electromechanical driving gear is developed, this model gives the possibility to estimate the driving gear's possibilities of specified maneuver reproduction, to determine the necessary length of working motion of individual driving parts and to research the dynamic characteristics of driving gear, to estimate the level of acceleration effect on the operator (overload) during the passage through the trajectory with different speeds and intervals.

Keywords: combined electromechanical driving gear, vehicle operator, acceleration information, hexapod.

УДК 351.864:001.89

С.О. Нікул**В.Г. Головань, к.т.н., проф.****А.В. Головань, к.т.н., доц.***Військова академія (м. Одеса), Україна*

МОДЕЛІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОГНОЗУВАННЯ ОБРИСУ СКЛАДНОЇ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРИ ЇЇ ПРОЕКТУВАННІ

Проведено аналіз моделей забезпечення процесу прогнозування складної технічної системи (СТС) та розроблена модель прогнозування показників її якості як об'єкта розвитку.

Ключові слова: модель, прогнозування, проектування, обрис, складна технічна система.

Постановка проблеми

Досвід проектування СТС свідчить про необхідність правильного обрання її характеристик та елементної бази, які відповідатимуть вимогам сучасності, будуть дешевими у виробництві та забезпечать можливість створення СТС із використанням сучасних досягнень науки і техніки. У зв'язку з цим виникає потреба прогнозування обрисів СТС на ранніх етапах розробки з урахуванням її властивостей як об'єкта розвитку.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Відомо багато методів складання прогнозу [1-3]. З них на практиці переважно використовують такі методи: екстраполяції тенденцій, анкетування незалежних думок, зважених оцінок, «мета-засіб», моделювання, що проводиться на моделях згідно з вимогами теорії подібності та інші.

В якості моделей прогнозування складних технічних систем в [4, 5] розглядаються фреймонові моделі. Але вони не виявляють відмінних особливостей і динаміки розвитку перспективної СТС.

Постановка задачі та її розв'язання

Метою роботи є розробка моделі прогнозування показників якості складної технічної системи як об'єкта розвитку.

Виокремлення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

На ранніх етапах розробки СТС потрібно виявляти відмінні особливості, які враховують динаміку її розвитку у всіх її суперечливих формах. Це дозволяє визначати низку глобальних чинників, які впливають на якість СТС, що розробляється, і необхідних для початкової орієнтації та при безпосередньому прогнозуванні варіантів її обрисів. Завдання технічних вимог (ТВ) до перспективної СТС обумовлює розробку і застосування на практиці загальної ієрархічної структури її властивостей, яка є основою для обрисів майбутньої СТС.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Загальна схема прогнозування обрисів СТС включає етапи: інформаційного забезпечення, досліджень, що передують модельним, і прогнозне моделювання. На етапі досліджень, що передують модельним, при попередній формалізації СТС пропонується використовувати операційно-параметричний аналіз (ОПА), який включає операційно-функціональний аналіз (ОФА), функціонально-структурний аналіз (ФСА) і параметричний аналіз (ПА). Схема ОПА наведена на рис. 1. Результати його необхідні для моделювання варіантів СТС і виявлення найбільш бажаних.

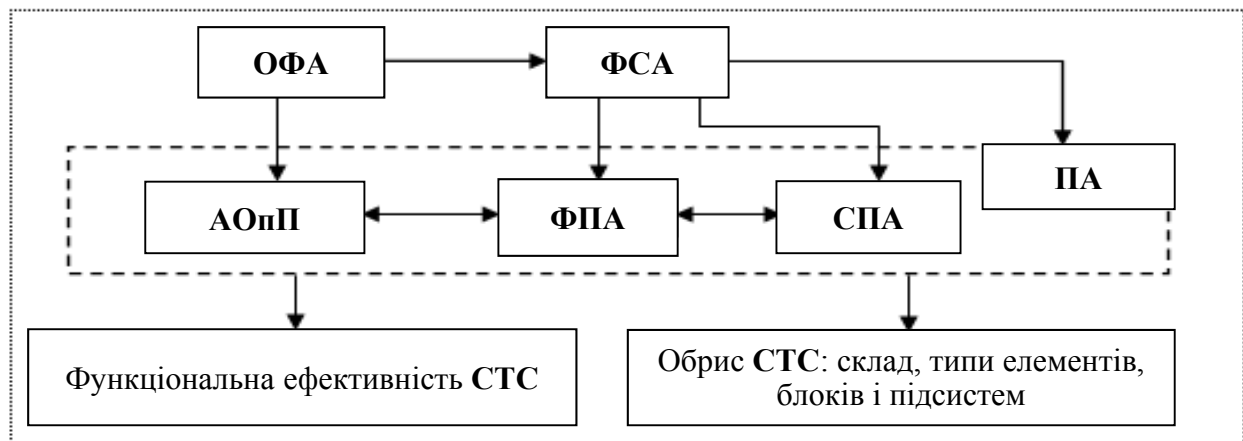


Рис. 1. Схема операційно-параметричного аналізу

Основною метою ОФА є встановлення зв'язку між умовами застосування СТС та її функціями. Це дозволяє зробити висновки щодо необхідності змін функціональної схеми і найбільш важливих функцій СТС. Функціонально-структурний аналіз сприяє визначенню можливостей щодо виконання необхідних функцій, які, як правило, суперечливі. Головним його результатом є отримання узагальненого функціонально-структурного опису СТС. Метою ПА є виявлення операційних, функціональних і структурних параметрів, встановлення їх зв'язків, на основі яких в подальшому буде проводитися моделювання варіантів обрису СТС.

Операційно-функціональний аналіз застосування СТС виконується на всіх рівнях його ієрархії, залежно від цілей дослідження. Він полягає в розгляді завдань СТС на перспективу і формуванні її основних функцій при застосуванні.

Завдання СТС на перспективу будуть визначатися умовами застосування та природно-кліматичними особливостями, які залежать від характеристик об'єктів і природи, що взаємодіють з об'єктом прогнозування. Виділяючи об'єкти, які взаємодіють із СТС, необхідно, насамперед, розглянути зміну їх характеристик і її завдань на перспективу. Ретроспективний аналіз розвитку конкретних СТС показує, що, як правило, завдання їх змінюються незначно. Тому є підстави припускати, що вони є досить стабільними.

Визначення майбутньої ситуації застосування СТС проводиться за допомогою побудови сценаріїв її застосування, відповідних горизонту прогнозування. За сукупністю таких сценаріїв визначається, наскільки зміняться її завдання. Необхідно взяти до уваги, що майбутнє зароджується і формується в надрах сьогодення, і передбачення має базуватися на дослідженні наявних тенденцій. Врахування з прийнятним ступенем точності різноманітності факторів, що визначають кількісні результати операцій в майбутньому, пов'язане з великими труднощами і необхідністю вирішення задач великої розмірності. Тому доцільно проводити укрупнений аналіз на базі типових завдань застосування СТС.

Для цього потрібно підібрати показники типових завдань, які б відповідали сукупності головних характеристик об'єкта прогнозування, характеристик, що найбільше визначають його призначення та відображають здатність СТС до вирішення завдань в конкретних умовах її застосування. При цьому виконується детальний аналіз перспектив розвитку об'єктів, які взаємодіють з прогнозованою СТС, і формуються показники типових завдань її застосування.

Після аналізу завдань СТС і супутніх їх виконанню умов на перспективу, логічно перейти до основних функцій, які вона виконує при цьому. Система функцій $\{\Phi\}$ формалізується на основі сформульованого переліку завдань і виокремлення безлічі типових операцій центрального елемента $\{ЦЕ\}$, планів операцій і їх етапів, що визначаються впливом системи завдань $\{Z\}$, об'єктів-цілей $\{O - Ц\}$, природно-кліматичних $\{ПКУ\}$ і операційних умов $\{OU\}$.

Відповідно до цього, на рис. 2 подані результати формування основних функцій СТС воєнного призначення. Таким чином, з одного боку ОФА передбачає знаходження умов, у яких проводяться операції за участю СТС, а з іншого – функцій, які вона виконує в тих чи інших умовах. За допомогою ОФА забезпечується виокремлення найбільш вірогідних умов, в яких функціонує СТС, здійснюється виявлення її нових функціональних можливостей і встановлення найбільш важливих функцій. Потім для досліджуваної СТС, з урахуванням умов застосування, виокремлюються типові завдання.

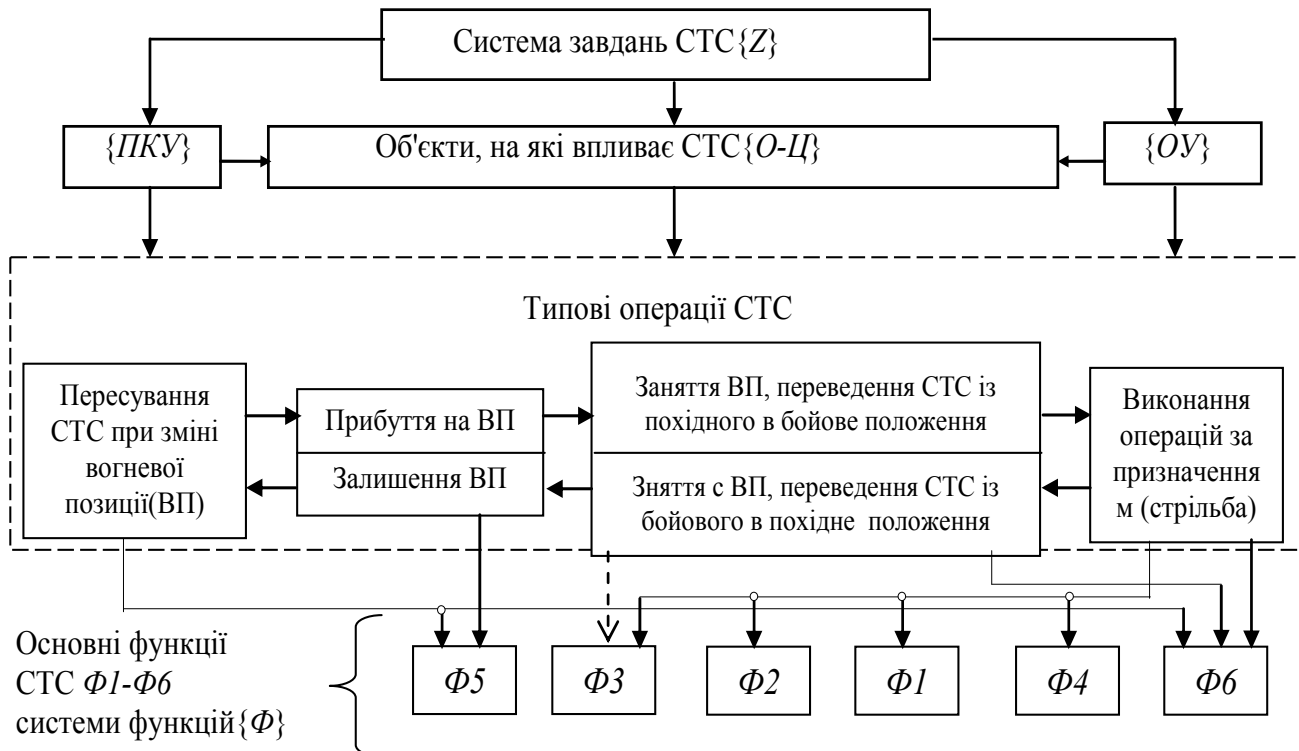


Рис. 2. Схема формування основних функцій СТС{Φ}

Позначення:

Ф1 – доставка засобу ураження до цілі;

Ф2 – забезпечення перетину траєкторії засобу ураження з місцем розташування цілі;

Ф3 – підготовка СТС до стрільби, забезпечення стрільби з нього і необхідної скорострільності;

Ф4 – забезпечення стійкості та нерухомості СТС при стрільбі;

Ф5 – пересування СТС при зміні ВП, на марші, на самій ВП, при транспортуванні;

Ф6 – захист СТС від уражальних факторів і зовнішніх впливів.

Вони відповідають конкретному сценарію застосування СТС. При виконанні кожного з перерахованих завдань уражаються типові об'єкти противника, формуються функції перспективної СТС. Крім того, кожному j -му завданню ставиться у відповідність коефіцієнт важливості. На основі матричного аналізу виконується оцінка відносної важливості функцій зразків 1-го і 2-го рівнів, результати оцінки важливості зводяться у спеціальні таблиці. Значимість функцій 1-го і 2-го рівнів розраховується за такими залежностями.

Для 1-го рівня:

$$A_{i1} = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{l_j} P_j a_{ki1}, \quad i1=1, \dots, K_1; \quad k=1, \dots, l_j \quad (1)$$

де K_1 – кількість розглянутих функцій 1-го рівня;

n – кількість завдань;

l_j – кількість об'єктів ураження для j -го завдання;

P_j – важливість j -го завдання;

$$a_{kil} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i1\text{-а функція збігається з } j\text{-им завданням ураження } k\text{-го об'єкту;} \\ 0, & \text{якщо } i1\text{-а функція не збігається з } j\text{-им завданням ураження } k\text{-го об'єкту.} \end{cases}$$

Для 2-го рівня

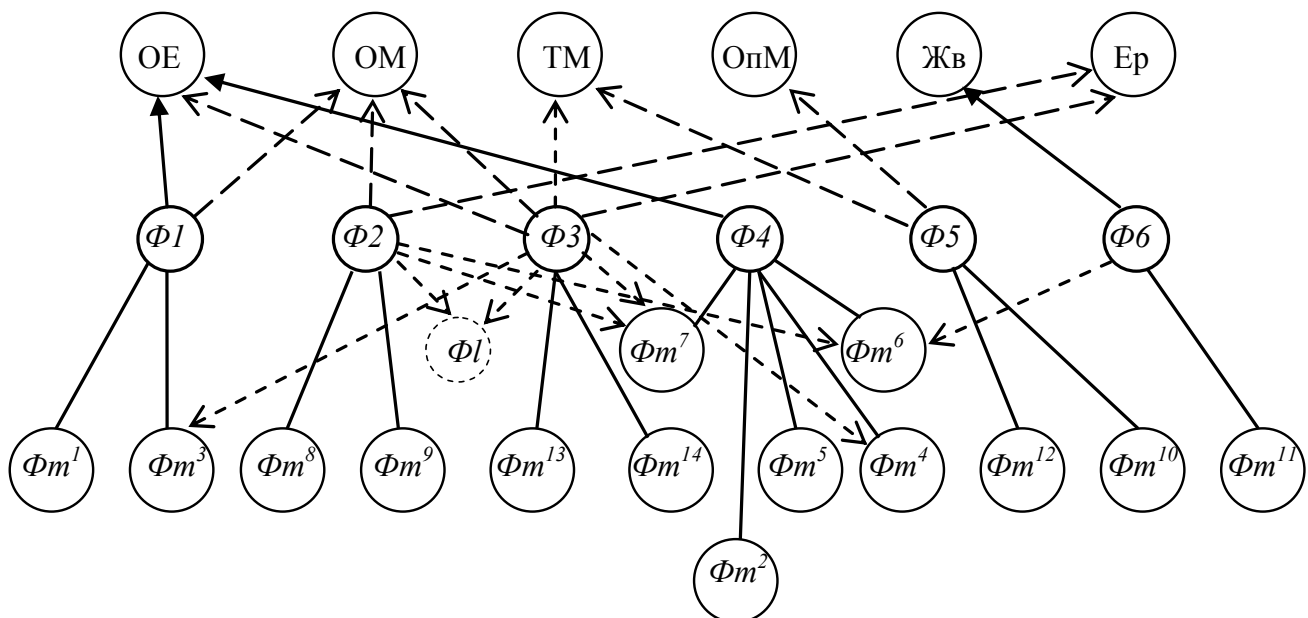
$$A_{i2} = \sum_{i1=1}^{K_1} A_{i1} b_{i2i1}, \quad i2 = 1, \dots, K_2, \quad (2)$$

де K_2 – кількість розглянутих функцій 2-го рівня;

b_{i2i1} – кількість об'єктів для ураження, відповідне $i2$ -й функції 2-го рівня і $i1$ -й функції 1-го рівня.

Функціонально-структурний аналіз включає в себе формування узагальненої функціональної схеми СТС, побудову та аналіз функціональних груп її блоків, елементів.

Формування узагальненої функціональної схеми передбачає декомпозицію основних функцій СТС до функцій блоків, елементів та аналіз впливу їх на обрані її властивості. За результатами ОФА виявляються завдання та умови застосування об'єкта прогнозування, що є основою для встановлення основних функцій СТС. Кожна функція синтезує в собі функції блоків, елементів, які об'єднуються у функціональні групи. Декомпозиція основних функцій здійснюється паралельно декомпозиції самої СТС таким чином, щоб не виникло невизначеності щодо типів засобів, здатних реалізувати цільові вимоги. На рис. 2 показана схема формування основних функцій СТС. Далі здійснюється декомпозиція цих функцій до функцій блоків, елементів і створення розширеної системи функцій $\{\Phi\}$. На рис. 3 подана узагальнена функціональна схема СТС. Побудова й аналіз функціональних груп його блоків, елементів виконується на основі результатів ОФА і здебільшого полягає у виявленні (уточненні) функцій СТС на більш низьких рівнях ієрархії, порівняно з функціями ОФА, і всіх можливих його елементів структури, призначених для виконання цих функцій. Далі проводиться аналіз відповідності між функціями і засобами (структурами), що їх виконують.



$\Phi 1$ - функції, які виконує розрахунок СТС

Рис. 3. Узагальнена схема функцій СТС

Тут використовується представлення структури СТС узагальненим орієнтовним графом, який сприятливий оцінці взаємозв'язку між його складовими. Використовуючи цей факт, можна перейти до опису функціональної структури конкретних варіантів зі знаходженням важливих структурних параметрів,

що особливо важливо при розробці нових структур, бо є можливість сформулювати рекомендації, які б забезпечували функціональне розвантаження окремих складових (елементів) СТС, посилення слабких ланок структури шляхом введення структурної та функціональної надмірності, і нарешті, доцільно розподілити свої зусилля для досягнення найбільшої або заданої якості функціонування СТС в цілому

Параметричний аналіз передбачає детальний розгляд результатів ОФА і ФСА з акцентом на кількісні параметри, що характеризують умови бойового застосування (проведення аналізу оперативних параметрів (АОПП)) і можливості СТС ефективно виконувати свої завдання (ФПА і СПА). Розбіжність між параметрами операційних досліджень з параметрами її функціонально-структурної схеми визначає необхідність їх вдосконалення у відповідних напрямках. Важливість такого ПА на вербально-логічному рівні обумовлена можливістю постійного коригування перспектив розвитку елементної бази СТС в міру надходження нової інформації про ймовірні зміни в умовах бойового застосування того чи іншого зразка озброєння противника.

Параметричний аналіз включає: виокремлення операційних, функціональних і структурних параметрів відповідно до результатів ОФА і ФСА; порівняльну оцінку результатів АОПП, ФПА і СПА; корегування перспектив розвитку елементної бази СТС.

Варто зазначити, що СПА є логічним продовженням ФСА. Він включає аналіз конструктивних модулів блоків та елементів СТС і параметричний опис її функціонально-структурної цілісності. Сутність його полягає у формуванні залежності вигляду СТС від її параметрів, яка виходить на основі аналізу аналітичних формул для розрахунку основних характеристик СТС, а також особливостей її загальної конструкції. Результати СПА наведені в табл. 1.

Таким чином, ОПА орієнтований на розкриття об'єкта прогнозування з системно-структурної та функціональної позицій. Подальше використання результатів ОПА в конкретній задачі прогнозування здійснюється після виявлення їх зв'язку з тимчасовим фактором. Для цього необхідно описати зовнішній вигляд СТС (подати її як системно-структурне утворення), і зазначити її зміни за часом.

Таблиця 1

Результати структурно-параметричного аналізу СТС

ТТХ	D_{max}	φ	ψ	t_{π}	λ	Q_{π}	V_{π}^{max}
Посєднання блоків та елементів	$m^1 m^3$	$m^4 m^8 m^9$	m^8	$m^{10} m^{14}$	$m^{10} m^{13}$	$m^1 m^4 m^5 m^6 m^7 m^{10}$	$m^{10} m^{12}$

Опис зовнішнього вигляду СТС проводиться за допомогою якісних показників, які подаються в подальшому якісними ознаками. Для цього, з одного боку, необхідно визначити номенклатуру цих якісних показників, а з іншого боку, щоб оцінити функціональні можливості СТС, потрібно знати її основні властивості й те, як вони впливають на обрис СТС.

Висновки

Проведені дослідження дозволили розробити модель прогнозування показників якості СТС як об'єкта розвитку.

Перспективи подальших досліджень

Метою подальших досліджень є розробка системи показників СТС як об'єкта розвитку.

Список використаних джерел

1. Гриб Д.А., Методологічний підхід до формування технічного обрису перспективних зразків озброєння та військової техніки / Д.А. Гриб, Б.О. Демідов, М.В. Науменко // Наука і оборона. – 2009. – № 4. – 30 – 35 с.
2. Автономов В. Н. Создание современной техники: Основы теории и практики. – М. : Машиностроение, 1991. – 304 с.

3. Горелов С. Математические методы в прогнозировании. – М. : Прогресс, 1993. – 224 с.
4. Мартыщенко Л.А. Инновационная модель прогнозирования развития образцов ракетного вооружения / Л.А. Мартыщенко, А.Е. Филюстин и др. // Оборонная техника. – 1987. – № 3. – 23–28 с.
5. Цыгичко В. Основы прогнозирования систем / В. Цыгичко. – М. : Финансы и статистика, 1995. – 408 с.

Рецензент: В.В. Маміч, к.т.н., доц., Військова академія (м. Одеса).

МОДЕЛИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЛИКА СЛОЖНОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ЕЕ ПРОЕКТИРОВАНИИ

С.А. Никул, В.Г. Головань, А.В. Головань

Проведен анализ моделей обеспечения процесса прогнозирования сложной технической системы (СТС) и разработана модель прогнозирования показателей ее качества как объекта развития.

Ключевые слова: модель, прогнозирование, проектирование, облик, сложная техническая система.

MODELS PROVIDE FORECASTING PROCESS APPEARANCE OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEM DURING ITS DESIGN

S. Nikul, V. Golovan, A. Golovan

The analysis models ensure the process of prediction of complex technical system (STS) and the developed model of forecasting of its quality as an object of development.

Keywords: model, prediction, design, form, complex technical system.

УДК 621.1

С.С. Ковалішин**Ю.К. Монахов****І.В. Симоненкова***Військова академія (м. Одеса), Україна*

ПРИНЦИПИ ФОРМУЛЮВАННЯ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДО СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Розроблено основні тактико-технічні характеристики до систем управління наземних роботизованих комплексів.

Ключові слова: наземний роботизований комплекс, система управління, система навігації, система управління пересуванням, система управління спеціальним обладнанням.

Постановка проблеми

Практична потреба оснащення Збройних Сил України наземними роботизованими комплексами (НРК) визначається, виходячи з прогнозованого характеру перспективних війн і збройних конфліктів, з урахуванням розв'язання специфічних задач, а саме:

- зниження бойових втрат особового складу та озброєння і військової техніки (ОВТ);
- додання нової якості зразкам ОВТ, що перебувають на озброєнні;
- поширення функціональних можливостей військовослужбовців;
- зниження негативного впливу людського фактору на результативність протиборства за

рахунок автоматизації найбільш відповідальних, трудомістких та небезпечних операцій.

На сьогодні у Міністерстві оборони України розроблено концепцію застосування НРК. До того ж необхідно також організувати розробку нормативно-технічної документації та державних військових стандартів, що встановлюють єдині вимоги до НРК військового призначення, а також обґрунтування оперативного-тактичних вимог (ОТВ) і тактико-технічних характеристик (ТТХ) до них.

Військовий НРК – це сукупність функціонально поєднаних систем, найважливішою з яких є система управління, від якої залежать основні ТТХ та ОТВ до НРК в цілому.

Наведені у статті вимоги до системи управління НРК є базовим переліком вихідних даних щодо призначення, складу, ролі та місця системи управління для обґрунтування у подальшому ТТХ та ОТВ до базових зразків НРК військового призначення [1].

Аналіз останніх досягнень і публікацій

На сьогодні жорстко встановленого методичного апарату формування ОТВ до зразків НРК та його систем практично не існує. Найчастіше під час розробки ОТВ покладаються на методи системного аналізу, моделювання та досвід фахівців. Але сутність обґрунтування ОТВ до зразка озброєння та його систем полягає у пошуку компромісу: з одного боку необхідно забезпечити досягнення певного рівня ефективності бойового застосування зразка в заданих умовах бойових дій, а з іншого – його техніко-економічну реалізацію [1, 3].

Постановка задачі та її розв'язання

Метою роботи є визначення переліку основних ТТХ до системи управління наземних роботизованих комплексів для формування ОТВ, а також основних показників, які впливають на рівень ефективності застосування НРК в певних умовах бойових дій [4]. Для досягнення мети необхідно описати склад системи управління НРК, принципи її функціонування, проаналізувати та визначити основні параметри, від яких залежать ОТВ до НРК.

Виклад основного матеріалу дослідження

Будь-який наземний роботизований комплекс (далі – робот, НРК) може бути представлений у вигляді, показаному на рис. 1.

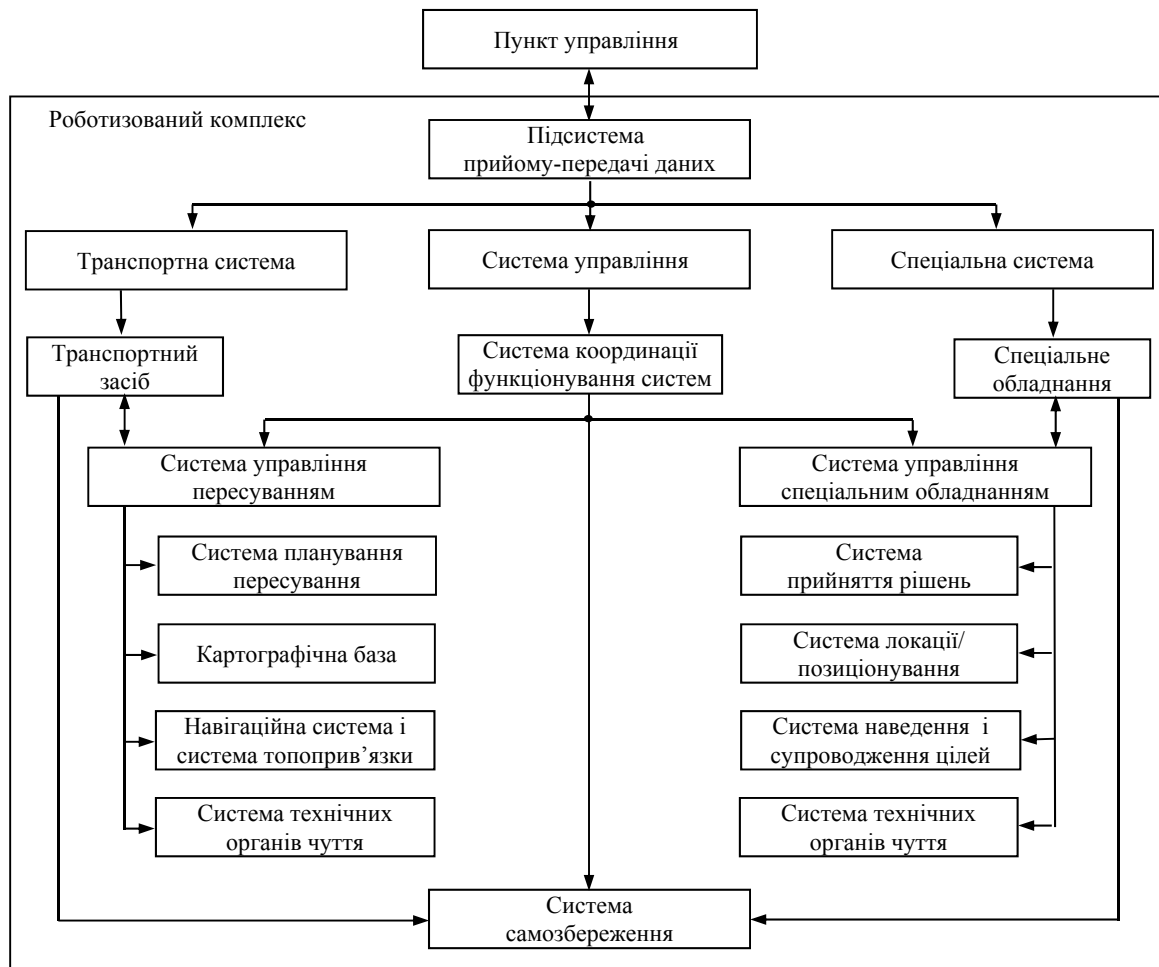


Рис. 1. Узагальнена структура наземного роботизованого комплексу

Система управління НРК забезпечує управління пересуванням і функціонуванням спеціального обладнання НРК, а також адаптивне управління ходовою частиною й енергетичною установкою з урахуванням взаємодії транспортної системи з навколишнім середовищем.

Складність системи управління визначається складністю завдання, ступенем невизначеності зовнішнього середовища й необхідним ступенем автономності НРК.

Система управління НРК містить у собі (рис. 1):

- пункт управління (ПУ) оператора НРК (пульт управління, відеопереглядові пристрої, ЕОМ для обробки інформації);
- комплект апаратури прийому-передачі даних (ППД), який забезпечує двосторонній зв'язок НРК з пунктом управління оператора для передачі інформації та керівних команд;
- систему управління пересуванням робота, яка призначена для реалізації таких програмних траєкторій руху, що приводять робота в заплановану точку місцевості з урахуванням його динамічних характеристик;
- систему управління спеціальним обладнанням, яка призначена для управління елементами спеціального обладнання, необхідного роботу для виконання завдань за призначенням;
- систему самозбереження, яка призначена для запобігання зіткненню НРК з перешкодами, його перекиданню на схилах та потраплянню в неприпустимі зовнішні умови;
- систему координації функціонування систем робота, яка призначена для забезпечення нормального його функціонування за рахунок своєчасного увімкнення та вимкнення систем робота та перемикання режимів його роботи.

Однією з особливостей побудови системи управління НРК є її побудова за ієрархічним багаторівневим принципом, коли з підвищенням ієрархічного рангу підсистеми підвищується її ступінь інтелектуальності (рис. 2).

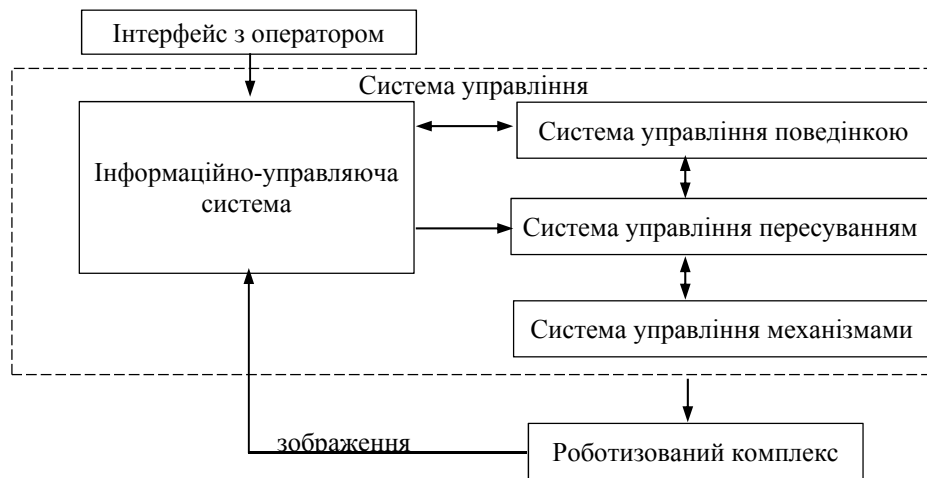


Рис. 2. Структура системи управління НРК

Вищою ланкою цієї ієрархії є система управління поведінкою, далі йде система управління пересуванням, а система управління виконавчими механізмами є нижчою ланкою цієї ієрархії. Умовно рівні ієрархії можна поділити на стратегічний, тактичний і виконавчий.

Система управління поведінкою (стратегічний рівень) призначена для формування раціональної поведінки робота для виконання завдання, поставленого перед ним. На виході ця система формує цілевказівку для системи управління пересуванням: цільова точка маршруту, необхідний стан приводів робота, команди управління режимами роботи інформаційно-управляючої системи.

Система управління пересуванням (тактичний рівень) призначена для планування таких програмних траєкторій руху робота, які б приводили його у цільовий стан у недетермінованому середовищі, враховуючи його динамічні характеристики. Цільовий стан для цієї системи формує система управління поведінкою. На виході ця система формує необхідне командне значення швидкостей лінійного руху й повороту робота.

Система управління виконавчими механізмами (виконавчий рівень) вирішує завдання управління виконавчими механізмами робота і реалізує інтерфейс із апаратною частиною робота – електричними й механічними пристроями, необхідними для роботи НРК.

Інформаційно-управляюча система (ІУС), базуючись на оперативній інформації, що надходить від системи технічних органів чуття, системи навігації (СН) та інших сенсорів, визначає місцезнаходження робота у просторі. Далі оператор або система управління забезпечують пересування НРК до запланованої точки місцевості. ІУС також повинна контролювати стан агрегатів і вузлів робота.

Функції оператора в системі управління НРК визначають її складність.

У роботах 1-го покоління оператор бере активну участь в управлінні на всіх трьох ланках, аж до безперервного ручного управління виконавчими механізмами. Це спрощує конструкцію системи управління, але ускладнює роботу оператора.

У роботах 2-го покоління управління нижньою ланкою покладене на бортову систему. Загальним для роботів 2-го покоління є автоматизоване управління з використанням зворотного зв'язку для відстежування поточного стану робота і стану зовнішнього середовища.

3-тє покоління роботів залишає людині тільки стратегічну ланку управління: система спілкування з оператором зводиться до видачі завдання й прийняття звіту про його виконання. Автоматична система повинна бути універсальною, гнучкою, з широтою можливостей інтелекту. При

цьому прийняття будь-яких додаткових рішень, які розв'язуються за допомогою системи штучного інтелекту, вимагає не тільки розробки спеціальних алгоритмів прийняття рішення, але й спеціалізованих технічних засобів – нових технічних органів чуття і виконавчих органів, тобто кожне таке завдання є складною науково-технічною проблемою. Отже, одним з найперспективніших напрямків робототехніки є роботи 3-го покоління – автономні роботизовані комплекси (АРК).

Найчастіше оптимальним рішенням є комбінація автоматичного й автоматизованого управління. Однак майже завжди необхідно забезпечити короточасне, але повністю автономне функціонування робота (передусім його системи управління пересуванням) на випадок раптового припинення радіозв'язку у разі потрапляння НРК у зону радіотіні, або в аварійній позаштатній ситуації, за оперативного корегування дій робота у випадку зміни ситуації.

Командне управління здійснюється оператором на нижньому рівні управління роботом через управління окремими приводами в режимі управління пересуванням і швидкістю. Точність такого управління визначається вмінням оператора, на якого покладається зоровий зворотний зв'язок у контурі управління. Швидкодія при цьому дуже низька, оскільки, по-перше, для одержання певної точності таке управління ведеться, зазвичай, за зниженої швидкості, а, по-друге, тому що в цьому випадку для переміщення НРК або робочого органа маніпулятора в чергову позицію приводи включаються по черзі, послідовно. Крім того, управління роботом вимагає від оператора постійної уваги, що досить втомливо. У деяких умовах (зокрема, у тумані, в диму, вночі) оператори часто втрачають орієнтування, що відзначається нездатністю робота приймати самостійні рішення і вимагає організації й постійної підтримки телевізійного каналу та радіоканалів зв'язку з оператором.

Для збільшення дальності зв'язку доцільно використовувати ретранслятори. Автоматизоване встановлення ретрансляторів передбачає, що роботизований засіб, насамперед наземний, у разі послаблення сигналу від пункту управління буде виштовхувати зі свого вантажного відсіку або скидати з платформи на ґрунт ретранслятор. Отже, за допомогою роботів можна створити мережу ретрансляторів, що забезпечать роботу технічних засобів у єдиному інформаційному полі, та збільшити дальність стійкого зв'язку з оператором під час роботи в важких умовах.

Зв'язок оператора і НРК реалізується через кабель або канали зв'язку. Дистанційне управління роботою НРК оператором можливо здійснювати по радіо (на відстані до 10000 м), по волоконно-оптичній лінії зв'язку (на відстані до 400 м) або по кабелю (на відстані до 200 м).

Доцільнішою є розробка комбінованих систем з можливостями автоматичного та дистанційного супервізорного управління. Таким чином, система управління НРК повинна забезпечити:

- через оператора – ручне управління пересуванням робота і спеціальним обладнанням, пошук орієнтирів на місцевості та їх ідентифікацію на основі отриманої інформації від системи технічних органів чуття НРК;

- через систему навігації – обчислення місця розташування НРК та повернення його до місця останньої топоприв'язки у разі втрати зв'язку з оператором.

Бажано, щоб система технічних органів чуття складалася з декількох підсистем, які працюють на різних фізичних принципах, що дозволяють будувати моделі видимої зони.

Розробку роботів доцільно починати зі створення простих, дешевих екземплярів, що управляються оператором, тобто роботів 1-го покоління. Отже, людина (оператор) є на сьогодні невід'ємною частиною системи управління.

Система управління пересуванням НРК

Управління пересуванням мобільних роботів – це транспортне завдання, яке не має принципової специфіки щодо робототехніки. Це стосується й самої системи управління пересуванням роботів.

Пересування робота відбувається за рахунок планування його пересування оператором на основі інформації, що безупинно надходить від технічних органів чуття і навігаційної системи.

Функціональна схема системи управління пересуванням НРК 1-го, 2-го та 3-го покоління наведена на рис. 3.

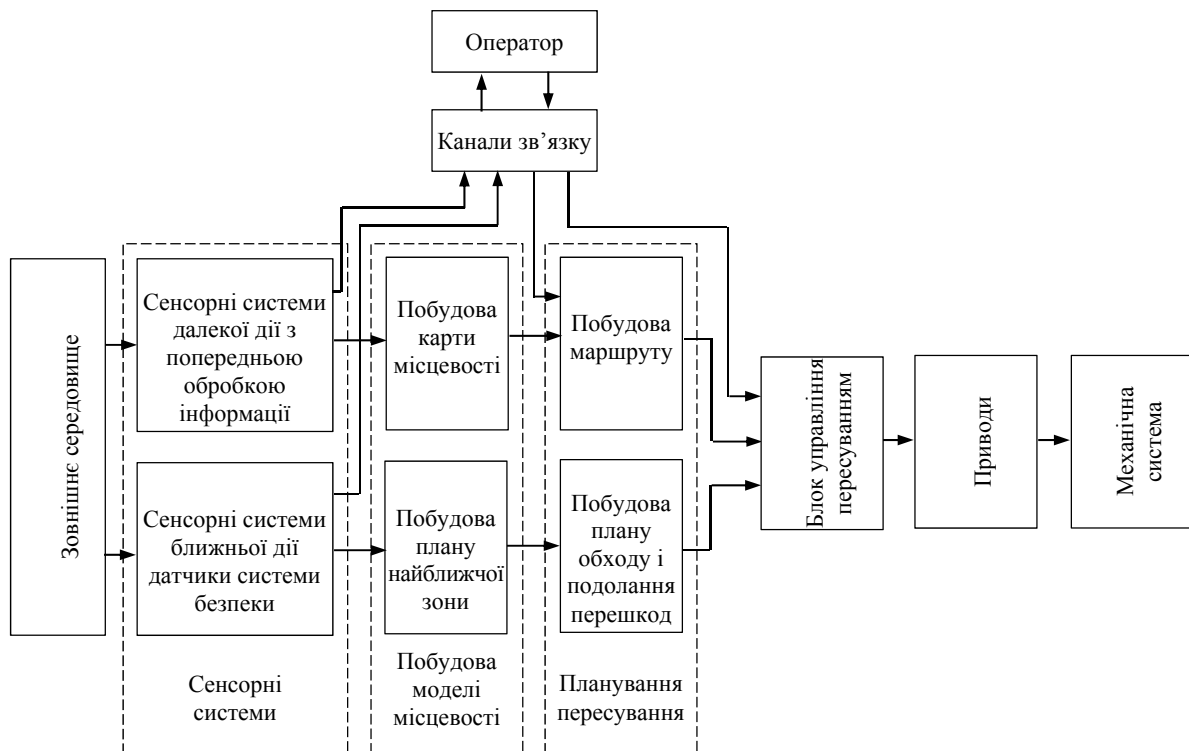


Рис. 3. Функціональна схема системи управління пересуванням на місцевості роботизованого комплексу

Управління роботом 1-го покоління виконує оператор. За інформацією про зовнішнє середовище, що отримана через відеопереглядові пристрої від основної камери, оператор забезпечує пошук орієнтирів на місцевості та їх ідентифікацію, будує маршрут і забезпечує пересування НРК за заданим маршрутом для виконання певної технологічної операції. Таким чином, на виході системи оператор формує потрібне командне значення швидкостей лінійного руху та азимутального повороту робота.

Залучення оператора до управління роботом 3-го покоління, тобто АРК, обмежується лише постановкою йому завдань. АРК самостійно будує модель місцевості та планує маршрут пересування нею. Модель місцевості не лише складається з апіорних даних, а й уточнюється в ході пересування робота, на основі отриманої від нього сенсорної інформації. Така модель повинна мати як мінімум два рівні за масштабом:

- перший – у межах досяжності сенсорних систем;
- другий – для місцевості безпосередньо попереду робота.

Модель першого рівня місцевості слугує для прокладання маршруту пересування до заданої цілі. Варіантами цілей можуть бути:

- пошук конкретних об'єктів (за заданими ознаками);
- досягнення істинної точки на місцевості, заданої координатами;
- пересування за заданим маршрутом для виконання певної технологічної операції.

Друга, докладніша, модель найближчої ділянки місцевості необхідна для уточнення особливостей маршруту безпосередньо попереду робота, включаючи перешкоди, не відзначені на карті місцевості першого рівня. У цілому – це завдання забезпечення безпеки переміщення. Однак для гарантованого вирішення останнього завдання цього може виявитися недостатньо й буде потрібна спеціальна система забезпечення безпеки, яка:

- контролює кути нахилу шасі робота, не допускаючи перевищення їх критичних значень, обумовлених можливістю перекидання;
- контролює небезпечні вертикальні провали й тріщини безпосередньо попереду робота;
- оцінює властивості ґрунту відносно його прохідності;

– забезпечує аварійну зупинку робота за сигналом дистанційного або контактного датчика перешкод, які виникають безпосередньо попереду робота.

Блок управління пересуванням здійснює управління тяговими приводами й приводами повороту шасі.

Блок побудови маршруту синтезує траєкторію пересування, оптимізуючи її за мінімумом витрат енергії, що особливо важливо для роботів з автономним енергоживленням, або за мінімумом часу виконання завдання, якщо в постановку завдання входить умова забезпечення максимальної швидкодії.

Блок побудови карти (плану) місцевості відображає її у формі, зручній для вирішення завдання вибору маршруту, зокрема, з виокремленням нездоланих перешкод і небезпечних або незрозумілих ділянок.

Якщо виконання завдання вимагає знання більшої ділянки місцевості, ніж дають сенсорні системи в початковому положенні НРК, тобто до початку переміщення, карта місцевості формується й передається в блок побудови маршруту фрагментами, в міру пересування робота. Такими ж ділянками послідовно здійснюється й синтез траєкторії пересування. У цьому випадку перше наближення для всієї траєкторії робиться за наявної апріорної інформації про місцевість або, як мінімум, визначається лише загальний напрямок руху. На нижньому загальносистемному рівні системи управління знаходиться канал управління пересуванням у близькій зоні, якій реалізує алгоритми забезпечення безпеки руху.

Для управління пересуванням НРК 1-го покоління доцільно використовувати 2 кольорові камери. Основна камера повинна бути розміщена на верхньому плечі маніпулятора та встановлена на обертовій головці, що робить можливим обертання камери в горизонтальній і вертикальній площинах. Камера оснащена об'єктивом зі змінним фокусом з можливістю автоматичного регулювання діафрагми, а також з можливістю ручного дистанційного регулювання різкості та фокуса. Друга рухома камера призначена для забезпечення безпеки переміщення. Камера розміщена попереду пересувної платформи на сервомоторі, що контролює кут нахилу платформи, завдяки чому поле зору змінюється разом з підняттям або опусканням переднього колеса робота. Отже, вона контролює кути нахилу шасі робота, не допускаючи перевищення їх критичних значень, обумовлених можливістю перекидання, та дозволяє оператору уникати критичних ситуацій під час управління НРК.

Два спеціальних датчики торкання, які розташовані на передньому буфері НРК, забезпечують аварійну зупинку робота за сигналом контактної датчика перешкод, які виникають безпосередньо попереду робота.

Доцільно мати 3-тю камеру, резервну, яка може бути розміщена на обертовій основі маніпулятора та спрямована назад. Поле зору оператора змінюється разом з обертанням основи маніпулятора.

Навігаційна апаратура повинна забезпечувати виконання бойових завдань НРК та мати наступні характеристики.

Похибка у визначенні власних координат не повинна перевищувати розміру автономного апарата, оскільки у роботів 3-го покоління можливі зіткнення з пристроями такого ж або меншого розмірів та інші конфлікти із середовищем. Базова модель робота, яка розроблена під час виконання цієї НДР, має розмір 1,2 м у ширину та 1,5 м у довжину та радіус зони застосування до 10 км. Тому для цього робота середньоквадратична похибка не повинна перевищувати для визначення:

- координат місцезнаходження – 1 м;
- швидкості – 0,1 км/год.

Активні навігаційні системи (АНС). До них належать: інерційні навігаційні системи (ІНС) на гіростабілізованих платформах; безплатформні інерціальні навігаційні системи (БІНС); одометричні навігаційні системи (ОНС), на базі яких можливо створення інтегрованих (комплексних) систем.

АНС цілком автономні, не випромінюють назовні і не потребують ззовні жодної інформації, вони повністю захищені від перешкод, мають велику миттєву точність і забезпечують продукування безперервної навігаційної інформації. У той самий час, вони інтегрують систематичну складову похибки і потребують контрольного орієнтування, що є їх основним недоліком.

Недоліками ІНС є висока вартість, складність налаштування перед початком руху, необхідність частих зупинок на опорних пунктах з відомими координатами для проведення корекції шляху. Точність ІНС значною мірою залежить від плавності ходу рухомого об'єкта та наявності опорних пунктів за маршрутом пересування.

Останнім часом окреслилась тенденція переходу від ІНС на гіростабілізованих платформах до БІНС, які мають низку переваг перед механічними:

Найпростіший варіант активного навігаційного пристрою – одометр.

Сучасні ОНС мають граничну відносну похибку визначення координат, близько 1,3% від пройденого шляху. В найближчі роки активні системи, розраховані на навігацію в реальних природних умовах, навряд чи подолають поріг точності у 5 м.

Вищевказане переконує в тому, що ІНС та ОНС не можуть використовуватися як основні системи навігації для НРК. Це стало передумовою розробки інтегрованих навігаційних систем.

Пасивні навігаційні системи. До пасивних навігаційних систем належать супутникові радіонавігаційні системи (СРНС), головним призначенням яких є глобальна та оперативна навігація, забезпечення можливості визначення (уточнення) параметрів рухомого об'єкта.

На сьогодні працюють (або готуються до розгортання) наступні системи супутникової навігації.

GPS – належить МО США. Пристрої, які підтримують навігацію по GPS, є найпоширенішими у світі. Також вона відома під ранньою назвою NAVSTAR.

ГЛОНАСС – належить МО РФ. Система має деякі технічні переваги, порівняно з GPS. Передбачається глибока модернізація системи на період до 2025 р., але з урахуванням нинішньої ізоляції РФ міжнародною спільнотою, можливо, що плани так і не будуть реалізовані, принаймні, у повному обсязі.

GALILEO – європейська система, що перебуває на етапі створення супутникового угруповання. Планується повністю розгорнути супутникове угруповання до 2020 року. GALILEO – це частина європейського проекту глобальної навігаційної супутникової системи GNSS, який реалізується у два етапи: GNSS-1; GNSS-2. Крім країн Європейського Союзу в проекті беруть участь: Китай, Ізраїль, Південна Корея, Україна і Росія.

Порівняємо деякі особливості діючих СРНС (GPS і ГЛОНАСС).

Обидві системи мають подвійне призначення – військове і цивільне, тому випромінюють два види сигналів: один зі зниженою точністю визначення координат (~100 м) для цивільного застосування та інший, високої точності (~10–15 м і точніше), для військового застосування. Зазначимо, що в системі ГЛОНАСС точність відкритого каналу в 2,5 рази вище, ніж у GPS.

Максимально можлива точність досягає $\pm 2\text{--}3$ м за горизонталлю, а за висотою – від $\pm 10\text{--}50$ м до $\pm 100\text{--}150$ м. Висотомір буде точніше, якщо проводити калібрування цифрового барометра за найближчою точкою з відомою точною висотою.

Для підвищення точності навігації рекомендується використовувати EGNOS, яка додає до сигналів GPS і ГЛОНАСС свої сигнали – від трьох європейських геостационарних супутників. Ця надлишкова інформація дозволяє збільшити точність визначення координат об'єктів, порівняно з GPS (диференційне вимірювання відстаней між двома точками з великою точністю). На сьогодні існують такі безкоштовні системи диференціального вимірювання: американська система WAAS, європейська система EGNOS, засновані на декількох геостационарних супутниках передавачах корекції, дозволяють отримати високу точність (до 30 см).

Після закінчення розгортання системи GALILEO вона буде визначати в реальному часі місце розташування об'єкта з точністю в розмірі до одного метра, що дозволить значно підвищити точність визначення місця розташування НРК.

У ході експлуатації СРНС, а також накопичення реальних даних про можливість використання її для споживачів, виявилися серйозні недоліки:

- недостатня надійність та достовірність системи;
- закриття країнами-власниками можливості користування СРНС у разі загострення політичної ситуації споживачами інших країн;

- навігаційна інформація, що надходить з АК СРНС, дискретна та має нестабільну миттєву точність;
- у різних регіонах Землі, на місцевості зі складним рельєфом сигнал СРНС може прийматися нерівномірно та з завадами.

Отже, така система ще не може використовуватися як основа в завданнях навігації малих НРК.

Спільна обробка інформації від ОНС і СРНС дозволяє використовувати переваги кожної СН, компенсувати їх недоліки та забезпечувати безперервне визначення навігаційних параметрів об'єктів та координат цілей.

Система управління спеціальним обладнанням НРК

На сьогодні одним з основних типів спеціального обладнання роботів є механічні маніпулятори, які виконані у вигляді кінематичних ланцюгів з ланок, що створюють кінематичні пари з кутовим або поступальним відносним переміщенням і системою приводів, зазвичай, окремих для кожного ступеня рухливості. Маніпулятори закінчуються робочим органом.

Мінімально необхідна кількість ступенів рухливості для переміщення робочого органа в просторі робочої зони дорівнює трьом. Однак, для розширення маніпуляційних можливостей і реалізації складніших траєкторій переміщення, а також для підвищення швидкодії маніпулятори, зазвичай, забезпечують декількома надлишковими ступенями рухливості, хоча це ускладнює та здорожчує роботу. Сучасні маніпулятори в середньому мають 4-6 ступенів рухливості, але існують і маніпулятори з 8-9 такими ступенями.

Важливим компонентом маніпуляторів є системи зрівноважування, які здійснюють статичне розвантаження приводів від ваги елементів конструкції маніпулятора й корисного вантажу, що дозволяє суттєво знизити зусилля й потужність приводів. Існують два способи такого зрівноважування.

Перший спосіб заснований на застосуванні вантажів і пружин, що врівноважують вагу елементів конструкції та корисного вантажу. Очевидний недолік врівноважування за допомогою вантажів полягає у збільшенні маси маніпулятора й відповідному зниженні швидкодії. Часто як вантажі для врівноваження використовуються елементи конструкції самого маніпулятора. У цьому випадку зазначений раніше недолік зникає. Універсальним варіантом пасивного зрівноважування є використання пружин.

Другий спосіб зрівноважування заснований на застосуванні для компенсації ваги частин маніпулятора простих нерегульованих додаткових двигунів, що діють паралельно з основними й розвивають зусилля, рівне статичному навантаженню від цих частин.

Робочі органи маніпуляторів слугують для безпосередньої взаємодії з об'єктами зовнішнього середовища й поділяються на захватні пристрої та спеціальний інструмент.

Вантажопідйомність збалансованих маніпуляторів обмежується вагою у 2500 кг. Маніпулятори, вантажопідйомністю понад 250 кг, мають гідравлічний привод. За вантажопідйомності 100–250 кг використовується електропривод, а за меншої вантажопідйомності – пневматичний привод.

Система управління спеціальним обладнанням мобільних роботів, склад якої визначається видом завдання та призначенням мобільного робота, повинна прийняти рішення на застосування спеціального обладнання, відповідно до призначення, на основі даних систем позиціонування та технічних органів чуття (сенсорні пристрої) і забезпечити виконання його за допомогою спеціального обладнання робота. Під час виконання технологічних операцій оператор, одержуючи від системи технічного зору (через кольорову камеру, яка розміщена на захваті маніпулятора) інформацію про об'єкт і хід виконання робіт, безперервно здійснює ручне управління виконавчими механізмами маніпулятора і транспортного засобу.

Основні вимоги до систем управління спеціальним обладнанням НРК полягають у можливості забезпечити якісну роботу спеціального обладнання під час виконання у повному обсягу завдань, що поставлені перед НРК.

Сенсорні пристрої НРК та інтерфейс з оператором

З вищевикладеного витікає, що система технічних органів чуття НРК повинна бути оснащена 2-ма датчиками торкання, розташованими на передньому буфері, та 4-ма кольоровими камерами (2 камери для управління пересуванням, резервна камера та камера маніпулятора), об'єднаними в корпусах з подвійними галогенними рефлекторами, що уможливорює роботу за недостатнього освітлення або в повній темряві.

Інтерфейс між оператором і НРК повинен бути виконаний у вигляді екранного меню, яке дозволяє передивлятися зображення з камер та інтерпретувати дані від датчиків. Для управління пересуванням і спеціальним обладнанням НРК робоче місце оператора повинне оснащуватись переносним пультом управління, який виконаний у вигляді джойстика.

Висновки

НРК на сьогодні широко застосовуються у військовій справі. Їх розробка повинна базуватися на вихідних даних, основними з яких є ТТХ та ОТВ до зразка роботизованого комплексу.

У статті наведено склад системи управління, визначені основні її параметри та показники, що впливають на ефективність застосування НРК, розроблені вимоги щодо взаємодії з системами управління інших об'єктів, запропоновані базові принципи формування вимог до систем управління роботизованих комплексів, що дозволить замовнику НРК надавати розробникам ОТВ вихідні дані з чітким визначенням призначення зразка, умов застосування і використання його систем.

Перспективи подальших досліджень

На сьогодні в Збройних Силах України відсутнє наукове обґрунтування структури і складу систем НРК для Сухопутних військ. Внаслідок цього метою подальших досліджень є: наукове обґрунтування переліку необхідного типу зразків наземних роботизованих комплексів (систем); подальший розвиток методологічних основ обґрунтування ТТХ та ОТВ до таких зразків; розробка методик оцінки бойового застосування зразків роботизованого озброєння.

Список використаних джерел

1. Григор'єв О.П. Модель обґрунтування оперативно-тактичних вимог і тактико-технічних характеристик до наземних бойових робототехнічних комплексів. / О.П. Григор'єв, О.І. Кравчук, Набок В.К. // Збірник наукових праць. Військова академія (м. Одеса). – № 2 (2): Технічні науки. – 2014. – 128–135 с.
2. Юревич Е.И. Основы робототехники / Е.И. Юревич. – 2 изд. перераб и доп. – Петербург : СПб. БХВ, 2005. – 416 с.
3. Інструкція з формування оперативно-стратегічних і оперативно-тактичних та загальних вимог до озброєння та військової техніки Збройних Сил України // Воєнно-наукове управління Генерального штабу Збройних Сил України. – Київ, 2016. – 7 с.
4. Робочі матеріали про науково-дослідну роботу шифр «Астра». – Одеса : Військова академія, 2016. – 70 с.

Рецензент: В.В. Скачков, д.т.н., проф., Військова академія (м. Одеса).

ПРИНЦИПЫ ФОРМУЛИРОВАНИЯ ТАКТИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ

С.С. Ковалишин, Ю.К. Монахов, И.В. Симоненкова

Разработаны основные тактико-технические характеристики к системе управления наземных роботизированных комплексов.

Ключевые слова: наземный роботизированный комплекс, система управления, система навигации, система управления движением, система управления специальным оборудованием.

PRINCIPLES OF THE DEFINING TACTICIAN-TECHNICAL CHARACTERISTICS TO MANAGERIAL SYSTEM OVERLAND ROBOTIZED COMPLEX

S. Kovalishin, U. Monahov, I. Simonenkova

The main tactician-technical characteristics are designed to managerial system overland robotized complex.

Keywords: overland robotized complex, managerial system, system to navigations, managerial system by motion, managerial system by special equipment.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК В СУЧАСНИХ УМОВАХ

УДК 004.9:355, 338.242

В.М. Меленчук

Військова академія (м. Одеса), Україна

МЕТОД ОЦІНКИ РИЗИКІВ ПРОЕКТІВ/ПРОГРАМ/ПОРТФЕЛІВ ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ У АВТОТРАНСПОРТНЕ ГОСПОДАРСТВО ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ

Здійснено порівняльний аналіз методів оцінки ризиків проектів/програм/портфелів щодо впровадження логістичних систем у автотранспортне господарство військових формувань та правоохоронних органів за встановленими показниками проектів/програм/портфелів. Запропоновано метод нечіткого логічного виводу, який, на відміну від існуючих надає можливість: використання якісних показників; урахування неточної, приблизної інформації про значення ознак; використання знань фахівців з автотранспорту та автомобільного господарства, управління проектами/програмами/портфелями – експертів, які подаються у вигляді нечітких правил виводу; отримання більш якісної оцінки ризику.

Ключеві слова: автотранспорт, проект/програма/портфель, ризик, метод, нечіткий логічний вивід.

Постановка проблеми у загальному вигляді

За останні 2 роки кількість вантажів, які перевозяться для потреб військових формувань та правоохоронних органів (далі – ВФПО) збільшилась у рази. Спостерігається також стійка тенденція збільшення перевезення особового складу, зброї, техніки, продуктів харчування, обмундирування та боєприпасів тощо. На сучасному етапі розвитку ВФПО постає питання підвищення ефективності виконання завдань щодо безпекового та оборонного характеру. Одним із напрямків його вирішення є вдосконалення управління проектами/програмами/портфелями впровадження сучасних підходів у тому числі логістики [1]. Проблема управління ризиками існує в будь-якій галузі – від сільського господарства і промисловості до військової справи та правоохоронної діяльності, що і пояснює її актуальність. Особливості діяльності ВФПО мають значні елементи невизначеності, зростають зони ризикових ситуацій. Функціонування ВФПО взагалі неможливе без ризику. Важливим елементом управління ризиками є оцінка. Оцінка ризиків полягає у виявленні за характерними (типовими) ознаками елементів, етапів проектів/програм/портфелів, які відбуваються з відхиленням від запланованого. Як свідчить практика, одним із найскладніших питань з точки зору невизначеності та кількісного й якісного складу вхідних змінних є логістика перевезення вантажів [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для оцінки ризиків необхідно застосовувати не тільки якісні судження про ці ризики, але й різноманітні методи їх кількісного аналізу.

У літературі досить докладно розглядається проблема управління ризиками. Серед теоретиків, які зробили реальний внесок у розвиток теорії ризику, можна виокремити таких вчених, як А.П. Альгин, Дж.М. Кейнс, А. Маршалл, О. Моргенштейн, Ф. Найт, Дж. Нейман, Б.А. Райзберг тощо. У роботі [3] подано дослідження, що стосується класифікації ризиків проектів. У роботі [4] розроблені методологічні основи, принципи, методи, моделі й інформаційна технологія ризик-орієнтованого підходу, які забезпечують вирішення задач управління ризиками, ресурсами, фінансами, строками і якістю проектів і програм розвитку техніки, стійких до проявів ризиків. Водночас, вирішенню завдань оцінки ризиків приділено недостатню увагу.

В інших предметних сферах для оцінки ризиків найчастіше використовують апарат теорії ймовірностей та математичної статистики [5; 6]. Однак, враховуючи, що прийняття рішень з оцінки ризику проектів щодо перевезень вантажів відбувається в умовах невизначеності та неповноти

інформації, застосування класичної ймовірності як характеристики масових процесів стає неможливим. Однією з перспективних сфер сучасних високих технологій є нечітке моделювання, що зумовлено тенденцією збільшення складності математичних і формальних моделей реальних систем та процесів управління, пов'язаних із бажанням підвищити їх адекватність і врахувати множину різних чинників, які впливають на процеси прийняття рішень.

У роботі [7] розглянуті інтелектуальні методи й моделі підтримки процесу управління проектами. Особлива увага приділена методам нечіткої логіки та когнітивного моделювання. Визначені моделі реалізації процесу управління проектами. У той же час питання оцінки ризиків проектів із застосуванням методів нечіткої логіки не розглядаються. Немає робіт щодо проектної діяльності розвитку автотранспорту ВФПО.

Постановка завдання

Традиційно підґрунтям для прийняття рішення щодо перевезення вантажів є досвід попередніх випадків, які здійснені у минулому. Доцільним є узагальнення правил перевезень на підставі цього досвіду.

Здійснення оцінки ризиків проектів/програм/портфелів впровадження логістичних систем спрямовано на інформаційно-аналітичну підтримку персоналу, який займається проектами/програмами/портфелями, та передбачає обробку значної кількості ретроспективної й оперативної інформації за стислі терміни, що апріорі вимагає застосування математичних засобів з подальшою автоматизацією.

Постановку математичної задачі з оцінки ризику здійснимо у вигляді оцінки нелінійного об'єкту з множиною вхідних змінних $X=\{x_i\}$ та однією вихідною змінною y :

$$y=f_j(x_1, x_2, \dots, x_n) .$$

Як вхідні змінні виберемо ознаки ризику. Вихідна змінна y є показником ступеня ризику.

Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

Одним із головних аспектів управління ризиками є вибір відповідної методики оцінки ступеня ризику. Від цього може залежати коректність розрахунків ступеня ризику, а в подальшому – фінансування проекту. У різних підходах здійснюється своя класифікація методик оцінки, але узагальнену характеристику різних методів складно знайти, особливо в вітчизняних джерелах. До того ж, більшість з них описують класичні методи оцінки ступеня ризику. Нетрадиційні методи оцінки ризику поки недостатньо розглянуті, а вони, у свою чергу, є найбільш перспективними в сучасній ситуації невизначеності зовнішнього середовища.

Мета статті – дослідження використання методологічного апарату теорії нечіткої логіки та подання інструментальних засобів автоматизації аналізу вхідних даних щодо оцінки ризиків проектів/програм/портфелів впровадження логістичних систем з перевезень, які здійснюються автотранспортом ВФПО.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

При управлінні проектами важливо вчасно звернути увагу на визначення ризику в процесі оцінки доцільності прийняття тих чи інших рішень. Метою аналізу ризику є надання потенційним учасникам необхідної інформації та даних для прийняття рішень про доцільність участі в проекті та розробки заходів із захисту від можливих втрат.

Організація робіт з аналізу ризиків може виконуватись в такій послідовності:

- 1) підбір досвідченої команди експертів;
- 2) підготовка спеціальних запитань та зустрічі з експертами;
- 3) вибір моделей, методів, методик аналізу та оцінки ризиків;
- 4) встановлення факторів ризиків та їх значущості;
- 5) створення моделі механізму дії ризиків;

- 6) встановлення взаємозв'язку окремих ризиків та сукупного ефекту від їх дії;
- 7) розподіл ризиків між учасниками проекту;
- 8) розгляд результатів аналізу ризиків, частіше всього, у вигляді звіту.

Оцінка ризику є найважливішою складовою загальної системи управління ризиком. Вона являє собою процес визначення кількісним або якісним способом ступеня ризику.

Головним завданням якісного аналізу, крім виявлення можливих видів ризиків, є також визначення та опис причин і факторів, що впливають на рівень цього виду ризику. Методика якісної оцінки ризиків організацій зовні нагадує дуже просту – описову, але по суті вона повинна привести аналітика-дослідника до кількісного результату, до вартісної оцінки всіх можливих наслідків гіпотетичної реалізації виявлених чинників ризику [5].

Виокремлюють такі методи якісного аналізу ризику:

1. Метод експертних оцінок.
2. Метод рейтингових оцінок.
3. Контрольні списки джерел ризиків.
4. Метод аналогій тощо.

Метод експертних оцінок являє собою комплекс логічних і математичних процедур, спрямованих на отримання висновку експерта з певного кола питань. Перевагою цього методу є можливість використання для прийняття оптимальних управлінських рішень досвіду й інтуїції компетентного фахівця, характеристики ризику можуть встановлюватися експертним шляхом. Крім того, немає необхідності в точних даних і дорогих програмних засобах. Але головним недоліком цього методу є суб'єктивний характер оцінок, а також труднощі в залученні незалежних експертів.

Експерти, що залучаються для оцінки ризиків, повинні мати доступ до всієї наявної в розпорядженні розробника інформації про проект, бути вільними від особистих переваг, а також мати достатній рівень креативності мислення та необхідні знання у відповідній предметній галузі.

Можна виокремити такі основні методи експертних оцінок, що застосовуються для аналізу ризиків: опитувальники; SWOT-аналіз; роза і спіраль ризиків; метод Дельфі тощо.

Метод рейтингових оцінок заснований на формалізації отриманих оцінок. Якщо для цього залучаються фахівці, то цей метод вважається різновидом методу експертних оцінок. Однак останнім часом нерідко використовуються напівформалізовані процедури, тому цей метод вважається самостійним. Однією з найпростіших форм рейтингової оцінки є ранжування. В цьому методі вдаються до системи оцінювання в балах. Найбільш часто використовується п'ятибальна система. Іноді вдаються до шкали, що складається з 10 пунктів. Ризик-менеджер може самостійно вибрати найбільш вдалу для своєї організації систему оцінок.

Експерт присвоює кожному ризику певний бал, залежно від його впливу на проект (або всю організацію). При побудові рейтингу іноді враховують компетентність кожного експерта. Результатом цього методу є заповнена таблиця «рейтинг ризиків».

Контрольні списки джерел ризиків – це метод, суть якого полягає в використанні відомостей історичного характеру. Він базується на тому, що використовуються списки ризиків, складені раніше для попередніх проектів або діяльності. В рамках цього методу аналізуються минулі події, фактори ризиків, збитки, які вони спричинили. Після реалізації кожного проекту в цей список вносяться доповнення, тому він постійно розширюється. Однак з часом це може призвести до втрати його керованості. Крім цього, частина негативних подій може бути не внесена до контрольного списку і, відповідно, вони не будуть враховані в майбутньому. Цей метод можна застосовувати тільки на етапі ідентифікації ризиків.

Суть *методу аналогій* полягає в знаходженні та використанні подібності, подоби явища, предметів, систем. Тобто аналізуються всі наявні дані, що стосуються здійснення організацією аналогічних проектів в минулому з метою розрахунку ймовірностей виникнення втрат. Найбільше застосування метод аналогій має при оцінюванні ризику часто повторюваних проектів. При цьому необхідно враховувати, що в нових проектах змінюються умови їх здійснення. Використовується цей метод в тих випадках, коли інші методи оцінки ризику неприйнятні.

Розглядаючи методи кількісного аналізу ризиків, можна скласти таку класифікацію методів:

1. Аналітичні методи: аналіз чутливості; аналіз сценаріїв.
2. Ймовірно-теоретичні методи:
 - імітаційне моделювання (метод симуляцій Монте-Карло, метод історичних симуляцій);
 - моделювання ситуацій на основі теорії ігор;
 - методи побудови дерев (дерева подій, дерева відмов, події-наслідки).
3. Нетрадиційні методи (системи штучного інтелекту): нейронні мережі; моделювання на основі апарату нечіткої логіки (fuzzy logic).

Аналіз чутливості відбувається при «послідовно-одиничній» зміні кожної змінної. Тільки одна зі змінних змінює своє значення, наприклад, на 10 %, на основі чого перераховується нова величина використовуваного критерію. Після цього оцінюється відсоткова зміна критерію по відношенню до базису і розраховується показник чутливості, що є відношенням відсоткової зміни критерію до зміни значення змінної на один відсоток, так звана еластичність зміни показника.

Аналіз сценаріїв являє собою метод прогнозування висококваліфікованими експертами декількох можливих варіантів розвитку ситуації та пов'язаної з цим динаміки основних показників діяльності організації. По суті, цей метод аналізу ризиків є розвитком методики аналізу чутливості, з одночасною зміною всієї групи змінних, що перевіряються на ризик. Розраховуються: песимістичний варіант (сценарій) можливої зміни змінних, оптимістичний і найбільш імовірний варіант. Відповідно до цих розрахунків визначаються нові значення критеріїв ефективності. Ці показники порівнюються з базисними значеннями і робляться необхідні рекомендації. Незважаючи на простоту цього методу, він має суттєвий недолік, який полягає в суб'єктивності.

Під *імітаційною моделлю* прийнято розуміти обчислювальну процедуру, що формалізовано описує досліджуваний об'єкт і імітує його поведінку. Імітаційне моделювання є найбільш точним, складним, трудомістким і дорогим методом кількісного аналізу ризиків і базується на прийомах математичної статистики. Шкалами для вимірювання ймовірностей і величини відхилень, залежно від цілей вимірювання й обсягу наявної інформації, можуть бути: порядкова, номінальна, шкала відношень або абсолютна.

Одним з найвідоміших методів імітаційного моделювання є *метод статистичних випробувань Монте-Карло*, який дозволяє побудувати математичну модель для проекту з невизначеними значеннями параметрів і, знаючи ймовірнісні розподіли параметрів проекту, а також зв'язок між змінами параметрів, отримати розподіл прибутковості проекту.

Відмінною особливістю методу Монте-Карло, порівняно з аналітичними методами, які охоплюють весь простір рішень, є охоплення тільки його частини. До переваг методу належить можливість отримання «інтервальних», а не «точкових» характеристик показників ефективності, а до недоліків – залежність точності результатів від якості створеної прогнозної моделі.

Одним із найпоширеніших методів моделювань вибору рішення є *теорія ігор*. Традиційними при виборі рішення в умовах ризиків є ігри з природою, застосування яких починається з побудови платіжної матриці (матриці ефективності, матриці гри), що включає всі можливі значення результатів. Термін «природа» тут характеризує якусь об'єктивну дійсність, яка впливає на результат рішення з проблеми. Це є найбільш трудомістким етапом підготовки прийняття рішення. Помилки в платіжній матриці не можуть бути компенсовані ніякими обчислювальними методами і приведуть до неправильного підсумкового результату. Іншою стороною є особа, яка приймає рішення з його «стратегіями» – правилами дії в кожній з можливих ситуацій гри. У загальному випадку взаємодія обраної стратегії і стан природи веде до єдиного результату для вирішення в певній ситуації.

Якщо мають місце дві чи більше послідовних множини рішень, при чому наступні рішення ґрунтуються на результатах попередніх і дві або більше множини станів середовища (тобто з'являється цілий ланцюжок рішень, що впливають одне на іншого, які відповідають подіям, що відбуваються з певною ймовірністю), використовується дерево рішень.

Дерево рішень – це схематичне уявлення проблеми прийняття рішень. Гілками дерева рішень є різні події (рішення), а його вершини – ключові стани, в яких виникає необхідність вибору. Найчастіше дерево рішень є низхідним, тобто будується зверху вниз.

Основа найбільш простої структури дерева рішень – відповіді на питання «так» і «ні». Для кожної дуги дерева можуть бути визначені числові характеристики, наприклад, величина прибутку з того чи іншого проекту і ймовірність його отримання. У цьому випадку воно допомагає врахувати всі можливі варіанти дії і співставити з ними фінансові результати. Потім переходять до порівняння альтернатив. Недоліками дерева рішень є обмежене число варіантів вирішення проблеми.

В останні роки все більшої популярності набувають нетрадиційні методи оцінки рівня ризику на основі систем штучного інтелекту.

Нечітка логіка як логіко-математичний апарат оцінки рішень в ситуаціях невизначеності була запропонована наприкінці 80-х років XX століття. Використання цієї методики для формування і оцінки рішень в ситуації проектного ризику представляє великий теоретичний і практичний інтерес. Класична логіка встановлює причинно-наслідковий зв'язок чітко вимірюваних величин. На відміну від класичної, нечітка логіка може «працювати» в невизначених обставинах. Нечітка логіка має свій математичний апарат, заснований на теорії множин, що виникла на рубежі XIX і XX століть. Особливість математичного апарату нечіткої логіки полягає в тому, що він використовує «нечіткі множини» з неповними, пропущеними або імовірнісними даними [8]. Це дозволяє використовувати апарат для роботи з лексичним матеріалом природної людської мови. Наприклад, за допомогою апарату нечіткої логіки можна представити такі невизначені і відносні поняття як «прибуток», «збиток», і навіть «службовий успіх». Це означає, що апарат нечіткої логіки здатний також представити поняття «проектного ризику» при всій невизначеності самого ризику.

Нечітка логіка працює не стільки з поняттями, що мають чіткі семантико-кількісні межі, скільки з множиною імовірнісних даних всередині меж. В логічні зв'язки при нечіткій логіці вступають не конкретні величини, а області даних з можливою актуалізацією будь-якого значення в межах певної області. Подібний підхід повністю відповідає ситуації проектного ризику, коли всі передбачають «регульоване зниження» довільної змінної в певних межах, але ніхто не може з точністю визначити її значення на перспективу. Занадто багато обставин впливають на реальні розміри довільної змінної. Можливості нечіткої логіки ширше класичної. Класична логіка обмежує відносини між двома оцінками «правильно» або «неправильно». Тим самим виключається середина, тобто, граничні оцінки типу «більш-менш правильно», «швидше правильно, ніж неправильно», «в чомусь неправильно». Це дає можливість за допомогою нечіткої логіки діяти з такими відносними поняттями, як «віддалена криза», «невеликий ризик», «значна небезпека» тощо. Подібні поняття не піддаються точному виміру, а належать деякій множині величин і характеризуються розтяжністю, невизначеністю і нечіткістю. У зв'язку з цим зростає суб'єктивність думки про приналежність того чи іншого поняття до нечітко обмеженої області. За допомогою нечіткої логіки можна виявити не тільки залежність ризику втрат від ризику зміни, але і виявляти ризик в певному діапазоні. При цьому можна поєднувати вплив на величину проектного ризику.

Подамо етапи методу нечіткого логічного виводу щодо оцінки ризику проектів/програм/портфелів впровадження логістичних систем у автомобільне господарство ВФПО на підставі моделі [1].

1. Визначення лінгвістичних вхідних і вихідних змінних. Входи об'єкта, що оцінюється, і його вихід розглядаються як лінгвістичні змінні, які оцінюються нечіткими термами [8]. Лінгвістичною змінною називається така змінна, значеннями якої є слова або словосполучення деякої природної чи штучної мови. Множина всіх можливих значень лінгвістичної змінної називається терм-множиною. Кожний елемент терм-множини називається термом. Терм задається функцією належності.

2. Формування структури оціночної залежності «входи – вихід» у вигляді нечіткої БЗ. Нечітка БЗ являє собою сукупність правил <Якщо «входи», то «вихід»>, які відображають досвід експерта та його розуміння причинно-наслідкових зв'язків і закономірності, що впливають з обробки статистичних даних та описів ситуацій (текстових).

3. Нечіткий логічний вивід згідно з моделлю [1]. Нечітким виводом називається апроксимація залежності (1) за допомогою нечітких правил <ЯКЩО – ТО> і нечітких логічних операцій [8].

4. Формування нечіткої бази знань у [8] трактується як аналог етапу структурної ідентифікації, на якому будується приблизна модель оцінки з параметрами, що підлягають налаштуванню. Крім цього, сукупність правил <ЯКЩО – ТО> можна розглядати як набір експертних точок у просторі «входи – вихід». Застосування нечіткого виводу надає можливість відновлювати по цих точках багатовимірну поверхню «входи – вихід».

5. Налаштування нечіткої системи. Процес побудови (налагодження) нечіткої системи логічного виводу здійснюється в два етапи. Ідентифікація структури (структурна ідентифікація) – визначення таких характеристик нечіткої моделі, як кількість нечітких правил, кількість лінгвістичних термів, на яку необхідно розбити вхідні та вихідні змінні. Налаштування параметрів нечіткої моделі (параметрична ідентифікація) – підбір таких ваг нечітких правил із БЗ і таких параметрів функцій належності, які мінімізують відхилення між експериментальними даними і результатами нечіткого виводу [8].

6. Застосування системи нечіткого логічного виводу для оцінки ризику проектів/програм/портфелів впровадження логістичних систем у автомобільне господарство ВФПО.

Практичну реалізацію методу здійснено у вигляді програмного модуля «Оцінка ризику проектів з доставки вантажу», який запропоновано включити до складу інформаційно-телекомунікаційних систем Збройних Сил України та інших ВФПО.

Перевірку адекватності розробленого методу нечіткого логічного виводу здійснено за допомогою експерименту. Експеримент проводився на базі кафедри автомобільної техніки Військової академії (м. Одеса). Для експерименту були відібрані дані щодо доставки вантажів, які відбувались у зоні антитерористичної операції у різний час.

Під час експерименту оцінювались такі показники: час, який витрачався на оцінку проекту; якість прийнятого рішення – оцінка ризику доставки вантажу збігається з відомою (правильне рішення), оцінка не збігається (неправильне рішення).

Результати експерименту свідчать, що застосування розробленого програмного модуля на основі методу нечіткого логічного виводу «Оцінка ризику проектів з доставки вантажу» надає можливість: зменшити час на оцінку ризику проекту в 1,26 рази, порівняно з оцінкою ризиків без засобів автоматизації; збільшити кількість правильних рішень у 1,6 рази, порівняно з оцінкою ризиків без засобів автоматизації та у 1,3 рази, порівняно з відомим підходом.

Висновки

Отже, проаналізувавши наявні методи оцінки ступеня ризику проектів, можна зробити висновок, що вибір методу для конкретної організації буде залежати від впливу низки факторів. Так, для аналізу технологічних ризиків організації реального сектора найкращим буде методика дерева рішень. Якщо мова йде про можливість надання значного обсягу інформації, можливе застосування методів імітаційного моделювання і нейронних мереж. В іншому випадку найімовірніше застосування експертних методів або методів нечіткої логіки.

Запропоновано метод нечіткого логічного виводу щодо оцінки ризику проектів/програм/портфелів автотранспортних господарств ВФПО. Застосування цього методу, на відміну від наявних, надає можливість: використання якісних показників; урахування неточної, приблизної інформації про значення ознак; використання знань фахівців з автотранспорту та автомобільного господарства, управління проектами/програмами/портфелями – експертів, які подаються у вигляді нечітких правил виводу; отримання більш якісної оцінки ризику, що досліджується під час оцінки ризиків. Впровадження цієї моделі у складі програмно-алгоритмічного забезпечення інформаційно-телекомунікаційних систем ВФПО надасть змогу скоротити час на оцінку ризиків проектів.

Перспективи подальших досліджень

Актуальним є формування комплексного підходу до оцінки ступеня ризику, який буде поєднувати в собі кращі для конкретної ситуації методи оцінки, і в результаті давати інтегрований результат з багатостороннього опрацювання наявної проблеми.

Список використаних джерел

1. Андрощук О.С. Модель оцінки ризиків проектів та програм впровадження логістичних систем автотехнічного забезпечення військових формувань та правоохоронних органів / О.С. Андрощук, В.М. Меленчук // Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія : військові та технічні науки / [гол. ред. Олексієнко Б.М.]. – Хмельницький : Видавництво НАДПСУ, 2015. – № 2 (64). – С. 91–105.
2. Дымарь Ю.Л. Воинские автомобильные перевозки: учебное пособие / Ю.Л. Дымарь, В.Н. Цыганков, И.А. Немов. – Минск : БНТУ, 2012. – 216 с.
3. Данченко О.Б. Класифікація відхилень в проектах: ризики, проблеми, зміни / О.Б. Данченко // Вісник ЛДУ БЖД. – № 9, 2014. – 72 – 79 с.
4. Дружинін Є.А. Методологічні основи ризик-орієнтованого підходу до управління ресурсами проектів і програм розвитку техніки. Дис. д-ра техн. наук. 05.13.22. – Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського “Харківський авіаційний інститут”. – Харків, 2006.
5. Балдин К.В. Риск-менеджмент : учебное пособие / К.В. Балдин. – М. : Эксмо, 2006. – 368 с.
6. Head G. L. Essentials of Risk Management / G.L. Head, I. I. Horn. – Insurance Institute of America. – 1994. – 230 p.
7. Корольов О.Л. Інтелектуальні методи моделювання процесів управління проектами / О.Л. Корольов, А.П. Круліковський // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия «Экономика и управление». – Том 26 (65). – 2013. – № 1. – С. 73–86.
8. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MatLab / С.Д. Штовба. – М. : Горячая линия–Телеком, 2007. – 288 с.

Рецензент: Андрощук О.С., д.т.н., проф., Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький.

**МЕТОД ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРОЕКТОВ/ПРОГРАММ/ПОРТФЕЛЕЙ ВНЕДРЕНИЕ
ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ В АВТОТРАНСПОРТНОЕ ХОЗЯЙСТВО
ВОИНСКИХ ФОРМИРОВАНИЙ**

Меленчук В.Н.

Осуществлен сравнительный анализ методов оценки рисков проектов/программ/портфелей по внедрению логистических систем в автотранспортное хозяйство военных формирований и правоохранительных органов по установленным показателям проектов/программ/портфелей. Предложен метод нечеткого логического вывода, который, в отличие от существующих, позволяет: использовать качественные показатели; учитывать неточную, приблизительную информацию о значении признаков; использование знаний специалистов в области автотранспорта и автомобильного хозяйства, управления проектами/программами/портфелями – экспертов, которые подаются в виде нечетких правил вывода; получить более качественную оценку риска.

Ключевые слова: автотранспорт, проект/программа/портфель, риск, метод, нечеткий логический вывод.

**METHOD OF RISK ASSESSMENT PROJECT/PROGRAM/PORTFOLIO INTRODUCTION
OF LOGISTICS SYSTEMS IN CAR SERVICES MILITARY UNITS**

V. Melenchuk

The comparative analysis of methods for risk assessment of projects/programs/portfolios for the implementation of logistics systems in motor farming military units and law enforcement agencies on the established indicators of projects/programs/portfolios. The method of fuzzy inference, which, unlike the current allows to use qualitative indicators; take into account the imprecise, approximate information about the importance of signs; the use of knowledge of experts in the field of road transport and road management, project management/program/portfolio – experts who served in the form of fuzzy inference rules; get better risk assessment.

Keywords: transport, the project/program/portfolio, risk, method, the fuzzy inference.

ЗАГАЛЬНОНАУКОВІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

УДК 356/359

Я.І. Король¹**Е.Е. Григорян¹****О.О. Лісніченко²**¹Військова академія (м. Одеса), Україна²Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО, ХІМІЧНОГО, БІОЛОГІЧНОГО ЗАХИСТУ ВІЙСЬКОВИХ ФОРМУВАНЬ У ХОДІ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ ЩОДО ІЗОЛЯЦІЇ РАЙОНУ КРИЗОВОЇ СИТУАЦІЇ (ЗБРОЙНОГО КОНФЛІКТУ)

У статті проаналізовані проблемні питання радіаційного, хімічного, біологічного захисту загальновійськових підрозділів у ході виконання завдань з ізоляції району кризової ситуації (збройного конфлікту) в рамках вимог щодо формування багатофункціональних мобільних частин Сухопутних військ Збройних Сил України.

Ключові слова: бойове забезпечення, ізоляція, РХБ захист, потенційно небезпечні об'єкти, РХБ зараження.

Постановка проблеми

Актуальність питань організації бойового забезпечення, складовою частиною якого є радіаційний, хімічний, біологічний захист, обумовлена загальною політичною обстановкою як на території нашої країни, так і збереженням високого рівня радіаційної, хімічної небезпеки в сучасному світі внаслідок локальних війн, збройних конфліктів, безпрецедентної загрози міжнародного тероризму, загострення криміногенної обстановки в середині держави, так і безперервного зростання масштабів хімічного виробництва, досягнень хімії в галузі органічного синтезу, величезного розмаїття синтезованих речовин з високою токсичністю [1].

І хоча за досвідом останніх локальних війн та збройних конфліктів основними засобами збройної боротьби, як правило, залишається звичайна зброя, не виключається скоєння противником диверсій та застосування зброї по об'єктах ядерної енергетики та хімічної промисловості, що може призвести до зараження великих територій місцевості [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Матеріали сучасних закордонних та вітчизняних публікацій показують, що значна увага приділяється аналізу сучасного характеру ведення бойових дій [2, 3, 4].

Зміни, що відбуваються на міжнародній політичній арені протягом останніх десяти років не призвели до стабілізації обстановки, підвищилась імовірність розв'язання та ведення бойових дій на регіональному рівні (як приклад – бойові дії в Лівії, Сирії, Іраку, протистояння Ізраїлю та Палестини, гібридна війна Російської Федерації проти України).

Характер і зміст війн сучасності визначається та залежить від матеріально-технічної бази військових формувань протиборчих сторін.

За останні десяти роки суттєво підвищились максимальна дальність, точність, потужність нанесення ударів та вогню засобів ураження. Постійно модифікуються та вдосконалюються зразки звичайної зброї. Паралельно з цим розвивається і надходить на озброєння армій провідних країн світу зброя на нових фізичних принципах. Закладено основи широкомасштабного впровадження досягнень, пов'язаних з нанотехнологіями, синтезом високоенергетичних речовин, створенням нових матеріалів.

І хоча аналіз локальних війн та збройних конфліктів сучасності свідчить, що основними засобами збройної боротьби, як правило, залишаються звичайні види зброї, а застосування хімічної зброї здійснювалось в окремих випадках (громадянська війна у Сирії, бойові дії в Іраку), держави, які мають на

озброєнні зброю масового ураження, у випадку загрози їх існуванню можуть застосувати її як останній вирішальний довід у протиборстві сторін. Також завжди залишається велика імовірність зруйнування промислових та енергетичних об'єктів, у тому числі хімічно небезпечних. Так, наприклад, внаслідок проведення повітряно-наступальної операції в Югославії «Союзницька сила» було зруйновано понад 20 хімічно небезпечних об'єктів, що супроводжувалось масштабними пожежами та масовим викидом токсичних речовин широкого спектру дії.

Крім цього, значна різниця у воєнних потенціалах протиборчих сторін також може стати причиною широкого застосування в ході бойових дій з боку слаборозвиненої сторони нестандартних дій, диверсійних і терористичних методів боротьби, що суттєво ускладнює противнику виконання заходів щодо адекватного реагування та реалізації технологічної переваги. І навіть конвенція Організації Об'єднаних Націй від 1993 року про заборону розроблення, виробництва, накопичення та застосування хімічної зброї і про її знищення цього не зупинить. Конвенція, безумовно, є значним кроком у напрямку позбавлення людства від загрози масового знищення, але її ратифікація дає помилкове відчуття безпеки.

На цьому фоні особливої загрози для міжнародної безпеки набула активізація міжнародного тероризму як засобу реалізації політичних та економічних інтересів певних політичних кол та організацій. Не дарма хімічну зброю часто називають зброєю бідних країн, оскільки на її виготовлення не потрібно витрачати великих коштів і часу, порівняно з іншими засобами масового ураження.

Не зважаючи на заборону, за різними даними, арсенал хімічної зброї продовжує розвиватись. Насамперед за рахунок створення бінарних боеприпасів, наявність яких важко проконтролювати, оскільки їх складовими, які зберігаються окремо є нетоксичні речовини. По друге, спостерігається швидкий розвиток зброї не летальної дії, де експерти на одне з перших місць ставлять нові хімічні засоби, що призводять до тимчасового знешкодження особового складу противника та визначають перспективним напрямком створення речовин-інкапситуантів та ірритантів, на більшість з яких не розповсюджується заборона конвенції 1993 року.

Що стосується окремо ірритантів, то за комплексом своїх властивостей вони можуть бути досить ефективним для виснаження живої сили противника. Ефект застосування наркотичних анальгетиків та еметиків за умови забезпечення раптовості може стати приголомшливим. Наприклад, уражені наркотичними анальгетиками можуть тимчасово втрачати здібності триматись на ногах, а при ураженні еметиками у постраждалих спостерігається нестримна блювота, яка супроводжується діареєю. У зв'язку з виділенням блювотних мас уражені змушені скидати протигази навіть при перебуванні на зараженій місцевості.

Окремо варто звернути увагу на те, що провідними країнами світу вже розроблені основи технологій для створення хімічних агентів зброї нелетальної дії, які ефективно впливають на бойову та спеціальну техніку.

Розроблені речовини (наприклад, порошок тетрафторетилену), при обробці якими поверхня ділянок доріг злітно-посадкових смуг або майданчиків стає склизкою як лід, що значно ускладнює рух транспортних засобів та пересування особового складу. За допомогою тетрафторетилену можливо тимчасово заблокувати транспортні вузли противника.

Як наслідок, паралельно з розвитком засобів ураження, належна увага повинна приділятися розвитку засобів захисту.

Виклад основного матеріалу

Жорсткі умови сучасності, в тому числі на фоні поширення концепції гібридної війни, характерними рисами якої є порушення країною-агресором міжнародних норм ведення бойових дій, нехтування досягнутими угодами та домовленостями, широке використання НЗФ та ДРГ, вимагають від Збройних Сил України продовження якісного оновлення з огляду не тільки на регіональні, а й на загальносвітові тенденції розвитку та зміни в воєнно-політичній сфері, в тому числі з питань організації та забезпечення радіаційного, хімічного, біологічного захисту. Що стосується забезпечення радіаційного, хімічного, біологічного захисту військових частин (підрозділів), призначених для виконання завдань в ешелоні ізоляції району кризової ситуації (збройного конфлікту), то основними їх завданнями є: створення зони

безпеки на території, що прилягає до зони внутрішнього збройного конфлікту, недопущення входу та виходу незаконно створених збройних формувань і диверсійно-розвідувальних груп противника за її межі, здійснення контрольно-пропускного режиму [9, 10].

В класичному варіанті створюється передовий та тилловий рубежі ізоляції; район вважається ізольованим, якщо між сусідніми підрозділами, розташованими уздовж внутрішнього кола ізоляції, існує зоровий і вогневий зв'язок, але забезпечення цього іноді потребує залучення великої кількості сил та засобів. Тому для виконання завдань з ізоляції району кризової ситуації (збройного конфлікту) створюється система блокпостів, сторожових застав, контрольно-пропускних пунктів, окремих пунктів на ймовірних напрямках висування незаконних збройних формувань.

Якісна організація та практичне виконання завдань з ізоляції району кризової ситуації (збройного конфлікту) суттєво може впливати на тривалість збройного конфлікту та його ескалацію, оскільки обмежити поповнення людських ресурсів, озброєння, техніки та інших матеріальних ресурсів у злочинців можливо лише перекриттям шляхів їх постачання.

Досвід проведення антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей, в цілому, підтверджує прогнози воєнних науковців та військових фахівців провідних країн світу, згідно з якими класичне поняття театру воєнних дій втратить своє географічне значення. Воно перетворюється в певний оперативний простір з вогнищами, де відбуваються окремі бої, тобто суцільна лінія фронту зникає. На цьому «мозаїчному» полі значна частина сил і засобів розпадається на автономно діючі підрозділи та групи. Виникає ефект «малих боїв» між повністю або частково автономними тактичними групами та загонами. Часто вони розділені територіями, на яких розташовуються об'єкти життєзабезпечення населення та промислові об'єкти, частина з яких належить до потенційно небезпечних. На фоні підвищення активності міжнародного тероризму це свідчить про зростання хімічної безпеки, в тому числі для військ, навіть в умовах відсутності безпосереднього зіткнення з противником. В умовах відсутності у незаконних збройних формувань достатньої кількості сил для прориву ешелону ізоляції звичайними засобами, вони можуть різко змінити умови обстановки та співвідношення сил на свою користь. В результаті терористичного акту (аварії) на хімічно небезпечному об'єкті можливе створення зони хімічного зараження, за наслідками подібне застосуванню зброї масового ураження.

Як приклад, Донецька та Луганська області: наявність в тут розвинутого промислового потенціалу, концентрація об'єктів підвищеної безпеки, накопичення значної кількості високотоксичних відходів, припинення роботи низки потенційно небезпечних підприємств є основою високого ступеня техногенної безпеки в регіоні.

Серед вищезазначених об'єктів особливу техногенну загрозу становлять:

у Донецькій області – ДП «Костянтинівський державний хімічний завод», аміакопровід ДП «Укрхімтрансаміак»;

у Луганській області – ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання «Азот»», аміакопровід «Тольятті-Одеса», Рубіжанський казенний хімічний завод «Зоря», Лисичанський нафтопереробний завод «ЛІНІК».

Промислово-виробничі фонди потенційно небезпечних об'єктів мають високий рівень зносу, основне стаціонарне устаткування має граничний ресурс експлуатації.

Всього у Донецькій області хімічна безпека визначається наявністю 76 об'єктів, у тому числі 12 – першого ступеня, 20 – другого ступеня, 8 – третього ступеня, 36 – четвертого ступеня хімічної безпеки і проходженням по її території ділянки підведеного аміакопроводу від ВАТ «Концерн «Стирол»» до магістрального аміакопроводу ГОРЛІВКА–ПАНЮТІНО.

Це частина відомого аміакопроводу ОДЕСА–ТОЛЬЯТТІ, протяжність якого по території України становить 1018 км, він пролягає через територію семи областей України – Донецької (146,5 км), Харківської (275,6 км), Дніпропетровської (277,9 км), Запорізької (31 км), Херсонської (29,2 км), Миколаївської (159,6 км), Одеської (84,7 км).

В Донецькій області зосереджено 27,0 тис. тонн НХР, у тому числі: хлор – 557,0 тонн, аміак – 5,0 тис. тонн.

Найбільші небезпечні об'єкти:

ВАТ «Концерн Стірол» (м. Горлівка), в технологічному процесі використовується аміак – 2200 т. Прогнозована глибина можливої зони хімічного зараження – до 20 км, площа – 20,3 км².

Верхньо-Кальміуська фільтрувальна станція Донецького РВУ КП «Компанія Вода-Донбасу» – 345 т хлору, глибина можливої зони хімічного зараження може сягати до 20 км.

Оцінка ступеня хімічної небезпеки в області в цілому показує, що можлива зона хімічного зараження складає 403 км² (30 % території області), сумарна чисельність населення, що потрапляє у вказану зону складає 463 тис. осіб (10 % населення області).

Оцінка можливих зон ураження при виникненні надзвичайних ситуацій на пожежовибухо-небезпечних об'єктах показує, що можливі зони ураження можуть досягати площі до 12,5 км² із населенням до 450 тис. осіб.

У **Луганській області** хімічна небезпека визначається наявністю 34 хімічно небезпечних об'єктів, у тому числі 4 – першого ступеня, 2 – другого ступеня, 3 – третього ступеня, 25 – четвертого ступеня хімічної небезпеки і проходженням по її території ділянки підведеного аміакопроводу.

В області зосереджено 30,0 тис. тон НХР, у тому числі: хлор – 22,0 тонни, аміак – 18,0 тис. тонн.

Найбільші запаси НХР зосереджені на підприємстві ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання «Азот»» (17,83 тис. тонн).

Оцінка ступеня хімічної небезпеки показує, що 34 адміністративно-територіальних одиниць області (22 міста і 12 сільських районів) є хімічно небезпечними.

Можлива зона хімічного зараження складає 8,5 тис. км² (30% території області), сумарна чисельність населення, що потрапляє у вказану зону, складає 240 тис. осіб.

Ці умови будуть впливати на сучасний загальновійськовий бій, в якому головна роль, як і раніше, відводиться механізованим, танковим військам. Тільки вони, володіючи високими вогневими та маневреними можливостями, спроможні самотійно або у взаємодії з підрозділами інших родів військ стійко утримувати важливі рубежі та завершити розгром противника.

Враховуючи сучасні умови та наявну організаційно-штатну структуру *омбр (отбр)* Збройних Сил України, варто звернути увагу на низьку спроможність бригади виконати повний комплекс заходів радіаційного, хімічного, біологічного захисту своїми силами наявними штатними технічними засобами. Причиною цього стали передчасні тенденції щодо зниження ролі та місця видів бойового забезпечення у веденні бойових дій. Не у повному обсязі враховане співвідношення озброєння та військової техніки різних поколінь [5].

Крім того, при веденні бойових дій самотійно у відриві від головних сил виникає необхідність виконання практично всього комплексу радіаційного, хімічного, біологічного захисту.

Основними завданнями РХБ захисту підрозділів, що входять до складу ешелону ізоляції, можуть бути: виявлення та оцінка радіаційної, хімічної, біологічної обстановки, підтримання живучості підрозділів при діях в умовах РХБ зараження, зниження помітності підрозділів та об'єктів (участь у тактичному маскуванні) і вогневе ураження противника запалювальною зброєю.

Виявлення та оцінка РХБ обстановки в механізованому батальйоні (роті) включає радіаційну, хімічну розвідку; радіаційний та хімічний контроль; збір та обробку інформації про РХБ обстановку.

Радіаційна та хімічна розвідка в батальйоні (роті) організовується та ведеться для отримання даних про фактичну радіаційну, хімічну (а за наявності відповідних приладів – і біологічну) обстановку та своєчасного оповіщення підрозділів для визначення найбільш доцільних способів дій в обстановці, що склалася. Радіаційна та хімічна розвідка в механізованому батальйоні (роті) ведеться спеціально призначеними розрахунками (екіпажами) рот (батареї), шляхом виставлення на командно-спостережних пунктах постів радіаційного та хімічного спостереження. В окремих випадках батальйону може додаватись відділення РХБ розвідки з підрозділу військ РХБ захисту.

Радіаційний і хімічний контроль організовується та ведеться з метою отримання даних для оцінки боездатності підрозділів та визначення обсягу їх спеціальної обробки. Здійснюється спеціально підготовленими розрахунками та медичним пунктом батальйону.

Необхідність проведення контролю пов'язана з тим, що, наприклад, при діях підрозділів у зонах, забруднених внаслідок аварій (зруйнувань) на об'єктах ядерної промисловості озброєння та військова техніка будуть забруднені дрібнодисперсними довгоживучими радіонуклідами, спроможними стійко утримуватись в лакофарбовому покритті і становити небезпеку для особового складу та потребуватимуть проведення спеціальної обробки.

Збір та обробка даних про радіаційну і хімічну обстановку проводиться для оцінки масштабів наслідків радіаційного, хімічного зараження, забезпечення цією інформацією вищих штабів та підпорядкованих командирів. В батальйоні цей захід виконується штабом.

Підтримання живучості підрозділів в умовах РХБ зараження спрямоване на максимальне зменшення втрат особового складу, зниження негативного впливу на нього іонізуючого випромінювання, небезпечних хімічних речовин та біологічних засобів. Це досягається своєчасним оповіщенням про РХБ зараження; застосуванням особовим складом засобів індивідуального та колективного захисту, захисних властивостей озброєння, техніки, інших об'єктів та місцевості; виконанням режимно-обмежувальних заходів.

Зниження помітності підрозділів та об'єктів при виконанні завдань з ізоляції району кризової ситуації (збройного конфлікту) досягається не стільки широкомасштабною аерозольною протидією засобам розвідки та ураження противника (хоча це і не виключається при здійсненні маневру підрозділами), а насамперед застосуванням радіопоглинаючих матеріалів та маскувальних пінних покриттів.

Для вогневого ураження противника можуть застосовуватись вогнеметні підрозділи військ РХБ захисту, які додаються загальновійськовим підрозділам.

Наявна організаційно-штатна структура штатних підрозділів РХБ захисту та розглянутий порядок організації і виконання завдань РХБ захисту підрозділів дає підстави вважати, що це питання потребує більш детального вивчення.

По-перше, в ланці батальйон (рота) найбільш слабким місцем залишається питання виявлення та оцінювання РХБ обстановки, оскільки підготовлені розрахунки рот (батареї), призначені для ведення РХБ спостереження, не спроможні вести РХ розвідку в обсязі, необхідному для прийняття командиром доцільного рішення на виконання завдань в умовах РХБ зараження, насамперед, у зв'язку з застарілістю приладів РХ розвідки. Технічні засоби для ведення хімічної розвідки та РХ контролю зараження озброєння і техніки та інших об'єктів повинні бути дистанційними.

До речі, це загальносвітові пріоритетні тенденції розвитку систем радіаційної, хімічної розвідки, а саме – удосконалення машин РХБ розвідки вважається створення універсального модульного комплексу апаратури, що забезпечують збір, обробку та передачу інформації про зміни РХБ обстановки в масштабі реального часу [11].

Так, збройні сили країн-членів НАТО на машинах розвідки широко використовують прилади виробництва американо-німецької фірми «Бюкер», а саме RAPID – це компактний портативний інфрачервоний детектор для дистанційного виявлення викидів хімічних речовин у режимі реального часу. Прилад дає можливість автоматичного визначення та моніторингу усіх відомих бойових отруйних речовин та промислових токсинів з відстані у декілька кілометрів, як стаціонарно так і в процесі пересування. Це дає можливість вести спостереження з метою уникнення терористичних актів при проведенні масових заходів. Останні розробки забезпечили інтеграцію приладів RAPID для формування системи тріангуляції та можливості проведення топографічного аналізу.

В армії США широко використовується легкий дистанційний автоматичний газосигналізатор JSLSCAD, призначений для виявлення парів отруйних речовин нервово-паралітичної та шкірно-наривної груп на відстані до 5 км і подачі сигналу хімічної тривоги. Прилад встановлюється на об'єкти автобронетанкової техніки, безпілотні літальні апарати та вертольоти.

Що стосується Російської федерації, то ще в 2007 році її збройні сили прийняли на озброєння прилади серії ПХРДД-2 (виготовляються з 2004 року) та ПХРДД-3, призначені для виявлення парів широкого кола токсичних агентів, в тому числі, їх суміші в приземному шарі атмосфери в польових умовах на фоні топографічних об'єктів, оповіщення про їх появу в полі зору приладів, індикації інформації про концентрацію речовин в багатокомпонентних сумішах, координати напрямку та час

виявлення, а також передачі інформації про результати розвідки за встановленим протоколом обміну даних. Ці прилади спроможні виявляти до 200 основних отруйних речовин на відстані до 2 км (ПХРДД-2Б (бортовий)) та 1 км (ПХРДД-3 (малогабаритний переносний)).

Також для своєчасного виявлення небезпечних хімічних речовин, особливо підрозділами, які виконують завдання у відриві від головних сил, можуть використовуватись індикаторні плівки (папір), подібні плівкам АП-1 або індикаторному паперу АБС-М8.

Проблематичним залишається й оперативне виявлення біологічних агентів. У Збройних Силах України для їх індикації використовують аналізатор спеціальних домішок АСП, який також має низку недоліків, таких як обмежений спектр агентів, що виявляються, погіршення порогу чутливості за умов роботи у запиленій атмосфері і як наслідок – великий відсоток хибних сигналів. Крім того, для його безперервної роботи протягом доби необхідно витратити до 4 літрів індикаторного реактиву з комплексу індикаторних засобів, а аналіз визначення групової належності та ступеня патогенності відібраних АСП біологічних аерозолів здійснюється кваліфікованими фахівцями-бактеріологами та вірусологами у спеціальних мікробіологічних лабораторіях, що в свою чергу не дозволяє своєчасно реагувати на загрози біологічного зараження.

По-друге, щоб бути ефективним, збір, обробка та передача даних про РХБ обстановку в районі виконання бойового завдання повинні бути в режимі реального часу або максимально близьким до нього. Для цього необхідне створення наземних мобільних комплексів виявлення та оцінки РХБ обстановки, обладнаних засобами автоматизації процесів виявлення, первинної обробки та передачі інформації про РХБ обстановку і навігаційних даних в автоматичному режимі та розробка безпілотних літальних апаратів, оснащених бортовими комплексами дистанційного виявлення заражених ділянок місцевості [6, 7].

Іншою проблемою РХБ захисту підрозділів ланки батальйон (рота) є проведення спеціальної обробки підрозділів, у зв'язку з тим, що вона залишається досить трудомістким заходом, але тільки після його проведення особовий склад підрозділів, потрапивши під РХБ зараження, може діяти без засобів захисту, а також продовжувати використовувати озброєння та військову техніку.

На цей час підрозділи мають бортові комплекти спеціальної обробки, які забезпечують проведення тільки часткової спеціальної обробки. Тому у разі застосування противником зброї масового ураження, або потрапляння в зону, заражену стійкими небезпечними хімічними речовинами, для ліквідації зараження (проведення повної спеціальної обробки) необхідно залучати сили та засоби роти РХБ бригади. Враховуючи виконання підрозділами загальновійськових частин бойових завдань на широкому фронті, повна спеціальна обробка може бути проведена не раніше 3-5 годин після зараження, а це неприпустимо в умовах сучасних автономних бойових дій.

Питання помітності підрозділів та об'єктів в бою також потребують подальшого вирішення, спрямованого на зменшення помітності озброєння та військової техніки на місцевості за рахунок використання різних піноутворювальних хімічних речовин. Застосування пін не тільки знижує помітність танків, БМП, БТР у радіолокаційному, середньому та далекому інфрачервоному спектрі, але й забезпечує їх захист зі збереженням маскувальних властивостей протягом тривалого часу, який визначається складом рецептури та метеорологічними умовами. Нанесення шару піноутворюючої речовини з відповідним забарвленням на поверхню елементів ОВТ ускладнює їх виявлення і значно послаблює теплове випромінювання цієї поверхні [8].

Роботи в цьому напрямку ведуться в багатьох країнах світу. В США Окриджською національною лабораторією успішно ведуться розробки електропровідної графітової піни HCGF (Highly Conductive Graphite Foam), яку планується використовувати в якості засобу зниження теплових, електромагнітних та акустичних сигнатур бойової техніки. Графітова піна має дві корисні властивості: вона є чудовим провідником тепла, але при цьому дуже легка. Військові машини отримують дві переваги: піна сприяє охолодженню поверхні та основних компонентів, що піддаються інтенсивному нагріванню, наприклад, двигуна, радіаторів і одночасно знижують теплові сигнатури. Зниження електромагнітних та акустичних сигнатур досягається за рахунок звукопоглинальних характеристик та електропровідності графітової піни.

В армії Російської Федерації прийняті на озброєння та успішно використовуються піноутворюючі рецептури ПОР-01КФ та ПОР-02ПУ на основі пінополіуретану. Формування маскувальних пінних покриттів механізоване та проводиться як стаціонарно, так і в польових умовах, з використанням комплексу генераторів маскувальних пінних покриттів ГМПП, якими оснащені авторозливні станції АРС-14 та станції рухомі пінні універсальні СППУ.

Досвід локальних війн і збройних конфліктів останніх десятиліть підтвердив доцільність та ефективність застосування реактивних вогнететів у ході бойових дій тактичного масштабу. Він свідчить, що вогневі можливості вогнететних підрозділів, озброєних реактивними піхотними вогнететами РПВ-А, в найбільшому ступені реалізовані при сумісних діях з механізованими підрозділами. Тому напрошується висновок про необхідність проведення організаційних змін, що сприятимуть максимальному наближенню вогнететників до механізованих підрозділів. При цьому не буде необхідності в багатократному перепідпорядкуванні вогнететних підрозділів (бригада – батальйон – рота – взвод).

Висновки та рекомендації

З урахуванням вищеперерахованого, доцільно наступне.

В механізованому батальйоні мати штатне відділення РХБ розвідки у складі 3 військовослужбовців та машину РХБ розвідки типу РХМ-4.

Бойову техніку оснастити вмонтованими сучасними технічними засобами РХБ розвідки та контролю (локальними датчиками, сигналізаторами), які дозволяють здійснювати дистанційне виявлення радіоактивних, хімічних та інших токсичних речовин і біологічних засобів, з подальшим переданням даних про РХБ обстановку на КП, КСП.

В цьому разі зникає необхідність у виокремленні спеціально підготовлених розрахунків (екіпажів) від рот (батарей) для ведення радіаційного, хімічного, біологічного спостереження.

Вдосконалення можливостей наявної системи активного захисту броньованих об'єктів здійснити за рахунок створення підсистеми швидкої постановки аерозольних завіс, що забезпечувала б ефективну протидію засобам розвідки противника та високоточній зброї завдяки постановці в заданому місці та широкому частотному діапазоні маскування.

Паралельно з цим необхідна модернізація та впровадження на тактичному рівні систем дистанційного управління засобами аерозольної протидії призначеними для автоматизованого розкладання димових засобів та управління ними в реальному масштабі часу.

Включення вогнететних підрозділів до складу механізованого батальйону, що підвищить злагодженість дій та ефективність їх бойового застосування. При цьому буде спрощена схема управління. Це дасть змогу командирі механізованого батальйону в стислі терміни суттєво підвищити вогневі можливості підрозділів ізоляції (блокування), а за необхідності – самостійно створювати штурмові групи, спроможні виконувати багатопланові завдання. При цьому варто очікувати і більш раціонального ешелонування боєкомплекту, адже дві треті вогнететних пострілів буде зосереджено в транспорті батальйону. Крім того, для підвищення ефективності застосування вогнететних підрозділів у ближньому бою, крім реактивних піхотних вогнететів, доцільно передбачити їх озброєння і струменевими піхотними вогнететами. Для забезпечення ефективного застосування вогнететних підрозділів у бойових порядках загальновійськових підрозділів, підвищення їх захищеності та маневреності, в тому числі в умовах вогневого контакту з противником, необхідно розробити спеціальну броньовану бойову машину вогнететників.

Також варто звернути увагу на те, що при автономному виконанні бойових завдань механізованим батальйоном хтось повинен бути безпосереднім організатором РХБ захисту в ньому. Командир та начальник штабу батальйону за обсягом покладених на них завдань не спроможні приділяти цим питання необхідну кількість уваги, але ці обов'язки можливо покласти на командира вогнететного взводу.

Список використаних джерел

1. Левченко О.Є. Хімічна безпека як елемент національної безпеки / О.Є. Левченко // *Наука і практика*. – 2014. – № 1(2). – 38 с.
2. О применении химического оружия боевиками в Сирии // *Зарубежное военное обозрение*. – 2013. – № 6. – 102 с.
3. Воробьев И.И. Тактика в локальных войнах и вооруженных конфликтах / И.И. Воробьев. – М. : Военная мысль, 2006. – № 2.
4. Антипов В.Б. Военно-химическая безопасность в общей системе национальной безопасности России / В.Б. Антипов, С.В. Новиков. – М. : Военная мысль, 2013. – № 4.
5. Коробка В.П. Перспективи розвитку ОБТ військ РХБ захисту на період до 2025 року / В.П. Коробка // *Матеріали міжвідомчої науково-практичної конференції ЦНДІ ЗСУ*. – К, 2012. – 92 с.
6. Ісмаїлов І.Н. Обґрунтування необхідності маскування хімічними пінами зразків ОБТ під час підготовки, ведення операцій (бойових дій) / І.Н. Ісмаїлов, Р.В. Бутенко, Р.В. Кобилінський. – ЦНДІ ЗСУ, 2012. – № 2 (60).
7. Коробка В.П. Підвищення ефективності ведення радіаційної, хімічної та біологічної розвідки шляхом застосування безпілотних літальних апаратів / В.П. Коробка, О.М. Журавський, В.В. Ткаченко. – К. : Наука і оборона, 2013. – № 2. – 29 с.
8. Демідчик Ф.А. Шляхи підвищення ефективності маскування озброєння та військової техніки / Ф.А. Демідчик, О.В. Ситник // *Збірник наукових праць НАДПСУ*, 2014. – № 1(61). – 31 с.
9. Панченко В.Ю. Способи ізоляції дій підрозділів внутрішніх військ та їх класифікація / В.Ю. Панченко, Є.Г. Башкатов, Т.А. Сутюшев, П.В. Пістряк // *Збірник наукових праць ХУПС*, 2013. – № 2.(35). – 202 с.
10. Варута В.П. Аналіз способів дій, які використовують військові угруповання під час проведення спеціальних операцій по знешкодженню незаконних збройних формувань / В.П. Варута, І.С. Луговський // *Збірник наукових праць ХУПС*, 2013. – № 1 (34). – 190 с.
11. Технічне переоснащення підрозділів РХБ захисту сучасними зраза4ками ОБТ: Бюлетень з воєнно-економічних та воєнно-технічних питань іноземних держав № 2 (72). – К., 2012. – 62 с.

Рецензент: Б.П. Булгаков, к.військ.н., доц., Військова академія (м. Одеса).

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАДИАЦИОННОЙ, ХИМИЧЕСКОЙ,
БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ВОЙСКОВЫХ ФОРМИРОВАНИЙ В ХОДЕ
ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ИЗОЛЯЦИИ РАЙОНА КРИЗИСНОЙ СИТУАЦИИ
(ВОЕННОГО КОНФЛИКТА)**

Я.И. Король, Э.Э. Григорян, О.О. Лисниченко

В статье проанализировано проблемные вопросы радиационной, химической, биологической защиты общевойсковых подразделений в ходе выполнения задач по изоляции района кризисной ситуации (военного конфликта) в рамках требований по формированию многофункциональных мобильных частей Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины.

Ключевые слова: боевое обеспечение, изоляция, РХБ защита, потенциально опасные объекты, РХБ заражение.

**ACTUAL PROBLEMS OF THE RADIATION, CHEMICAL AND BIOLOGICAL SECURITY OF
THE MILITARY UNITS FOR CARRY OUT MISSIONS TO ISOLATE AN AREA OF CRISIS
SITUATION (MILITARY CONFLICT)**

J. Korol, E. Grigoryan, O. Lisnichenko

The article analyses the problematic issues of the radiation, chemical, biological security of the combined arms units for carry out missions to isolate an area of crisis situation (military conflict) according to the requirements for formatting the Ukrainian Army's multifunctional mobile units.

Keywords: combat support, isolation, RCB security potentially threatened objects, RCB contamination.

УДК 356.37+355.66

В.М. Оленєв, к.військ.н., проф.**А.А. Гончарук, к.т.н., с.н.с.****І.С. Азаров***Військова академія (м. Одеса), Україна*

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКІВ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМПЛЕКСІВ БОЙОВОГО ЕКІПРУВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ВИСОКОМОБІЛЬНИХ ДЕСАНТНИХ ВІЙСЬК, ПІДРОЗДІЛІВ ВІЙСЬКОВОЇ РОЗВІДКИ ТА СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У статті розглянутий підхід до дослідження системи комплексів бойового екіпування військовослужбовців Високомобільних десантних військ, підрозділів військової розвідки та спеціального призначення з метою визначення напрямків удосконалення.

Ключові слова: комплекс бойового екіпування, бойова ефективність, система управління, система захисту, система ураження, показники ефективності.

Постановка проблеми

Реалізація Державної цільової програми реформування та розвитку Збройних Сил України, Концепції розвитку сектору безпеки і оборони України (введено в дію Указом Президента України від 14 березня 2016 року № 92/2016) викликає необхідність принципового удосконалення системи всебічного забезпечення у секторі безпеки й оборони загалом та, зокрема, у військовій сфері. Пріоритетами матеріально-технічного забезпечення при цьому визначаються: оснащення особового складу сучасними комплектами бойового спорядження, які складатимуться з польового обмундирування на рівні кращих світових зразків та засобів індивідуального захисту, приладами нічного бачення, засобами навігації та зв'язку (з необхідним рівнем завадостійкості та захищеності) тощо. Зміна характеру ведення збройної боротьби в останніх локальних війнах та конфліктах, поява нових асиметричних загроз, швидкий розвиток засобів ураження та низка інших чинників обумовлюють актуальність питання підвищення бойових можливостей та захищеності військовослужбовців, які діють безпосередньо на полі бою. Суттєвий вплив здійснює рівень бойової підготовки і військовослужбовців, і підрозділів, і оснащення їх сучасного бойового індивідуального екіпування. Комплект індивідуального оснащення військовослужбовців (КІОВ) залишається однією з найважливіших складових, які впливають на підвищення бойової ефективності та зниження втрат особового складу при виконанні бойових завдань.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Майже всі розвинені країни світу реалізують програми розробки КІОВ, так званих «солдатів майбутнього» [2-4]. Кожна з цих програм має національні особливості, залежно від концепцій застосування збройних сил, економічних, науково-технологічних і промислових можливостей країн. Водночас, їх головною спільною рисою є перетворення окремого військовослужбовця на полі бою у високозахищену бойову одиницю, інтегровану до єдиного інформаційно-бойового простору. Крім того, створювані КІОВ різняться за призначенням – базовий (для рядового складу), командир відділення (додатково оснащується більш потужним комп'ютером та засобами зв'язку з вищою ланкою управління), снайпер/коректувальник/радист (спеціальні засоби). На сучасному етапі розвитку КІОВ пріоритетне значення надається створенню на рубежі 2020 р.р. перспективних систем ураження, управління та зв'язку, захисту, життєзабезпечення й енергозабезпечення, а також підвищенню маневреності солдата у бою. Узагальнений аналіз основних завдань створення комплексу бойового екіпування (КБЕ) військовослужбовця ЗС України [1] дозволяє стверджувати, що виконання всіх намічених цілей і завдань на перспективу повинно бути забезпечено та супроводжуватися високоефективною системою наукових досліджень і наукового супроводження державних програм розробок усіх систем та елементів КБЕ.

Постановка задачі та її розв'язання

Із загальнонаукової точки зору об'єктом досліджень є застосування підрозділів Високомобільних десантних військ (ВДВ), військової розвідки та спеціального призначення ЗС України, а предметом – система комплексів бойового екіпірування військовослужбовців Високомобільних десантних військ, підрозділів військової розвідки та спеціального призначення в умовах типових ситуацій їх застосування. Переважним методом аналізу системи, що цікавить нас, та забезпечує її глибоке і якісне вивчення, є системний аналіз, що базується на загальній теорії складних систем, основи якої розроблені на сьогодні досить повно.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянемо підхід до дослідження перспективного складу комплексів бойового екіпірування на прикладі військовослужбовців Високомобільних десантних військ. Система комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ, будучи складною системою, є у свою чергу підсистемою в процесі застосування підрозділів Високомобільних десантних військ. Відповідно до основних положень системного підходу, при висуванні вимог до окремих підсистем необхідно виходити з основного цільового призначення всієї системи в цілому, вираженого через її ефективність. Схематично підхід до дослідження системи комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ в загальному вигляді представлений на рис. 1.

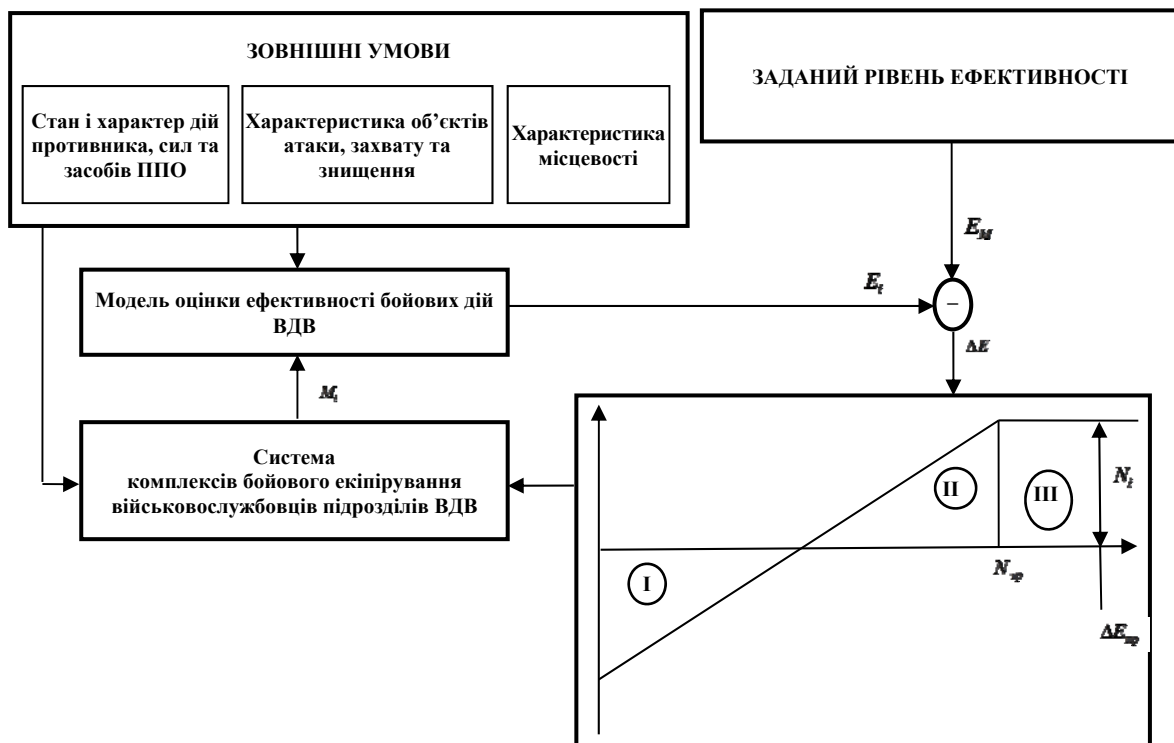


Рис. 1. Підхід до дослідження системи комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ

Шляхом зміни характеристик системи комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ для кожного досліджуваного варіанту визначається значення узагальненого показника M_i , величина якого вводиться в модель оцінки ефективності бойових дій підрозділів Високомобільних десантних військ. В результаті моделювання набуваємо значень ефективності E_i для конкретних характеристик системи комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ, які порівнюються із заданим

рівнем ефективності E_M і робиться висновок щодо ступеня відповідності можливостей системи комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ висунутим вимогам. При цьому можуть бути три характерні випадки (рис. 1):

- система комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ не відповідає необхідному рівню ефективності (область I) і необхідно здійснити заходи щодо її вдосконалення;
- система комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ відповідає заданому рівню ефективності (область II) і її вдосконалення приводить до подальшого підвищення ефективності бойових дій підрозділів Високомобільних десантних військ;
- система комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ задовольняє заданому рівню ефективності (область III) і її вдосконалення недоцільно, оскільки не приводить до подальшого підвищення ефективності бойових дій підрозділів Високомобільних десантних військ.

Такий підхід до дослідження системи комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ, військової розвідки та спеціального призначення ЗС України дозволяє з безлічі варіантів обрати раціональний і визначити напрямки з удосконалення всієї системи комплексів бойового екіпірування військовослужбовців, серед яких варто виокремити такі:

1. Здійснити реалізацію Концепції створення комплексу бойового екіпірування військовослужбовця щодо створення автономного індивідуального комплексу інформаційно-керуючої системи забезпечення бойових дій (ІКСЗБД) та інтеграції його до складу комплексу бойового екіпірування, що дозволяє досягти підвищення можливостей та ефективності дій окремих військовослужбовців і підрозділів, а також об'єднати окремі тактичні одиниці на полі бою в єдину структуру мережевого типу.

2. Удосконалення системи управління за рахунок набуття повних можливостей комплексу бойового екіпірування, зокрема забезпечення інтеграції окремих кластерів ІКСЗБД до єдиної перспективної автоматизованої системи управління військами тактичної ланки, що має вирішувати завдання інтеграції частин, підрозділів, кожного окремого військовослужбовця в єдиний інформаційно-бойовий простір, забезпечення автоматизації управління військами в тактичній ланці аж до окремого солдата включно. Насамперед, необхідне створення портативного багатофункціонального планшета, що забезпечує зв'язок, передачу та прийом аудіо- і відеоданих, орієнтування й топоприв'язку, роботу із зовнішніми кінцевими пристроями та роботу в локальній мережі системи управління й у мережі єдиної системи управління тактичної ланки.

3. Провести оптимізацію перспективного складу комплексів бойового екіпірування військовослужбовців різних спеціальностей родів військ та спеціальних військ за такими складовими:

- індивідуальний та груповий комплект бойового екіпірування;
- базовий та спеціальний комплект бойового екіпірування (у т.ч. з розподілом на індивідуальний та груповий);
- частини комплексу бойового екіпірування, які носяться та перевозяться.

4. Удосконалення системи захисту військовослужбовця від технічних засобів розвідки противника і попередження його про небезпеку, датчики розпізнавання «свій-чужий» у складі комплексу бойового екіпірування військовослужбовця. Крім того, система захисту комплексу бойового екіпірування військовослужбовця повинна забезпечити балістичний, радіаційний, хімічний, біологічний та термічний захист, а також захист від усіх видів випромінювання з одного боку, а з іншого – необхідно забезпечити не тільки життєдіяльність військовослужбовців в період необхідного часу, але й ефективне виконання ними бойових завдань. Досягнення цієї мети можливе шляхом створення польового одягу з багатоцільовим захистом й керованим терморегулюванням для уникнення перегріву організму.

5. Удосконалення системи ураження за рахунок поліпшення бойових характеристик стрілецької зброї. Варто зазначити, що з появою бронежилетів як табельного майна військовослужбовців ефективність застосування стрілецького озброєння знизилась, а зміни у тактиці бойових дій та ймовірність використання малих тактичних груп ставлять питання про необхідність розробки концепції розвитку стрілецької зброї ЗС України. Проведення досліджень показує, що покращення бойових характеристик стрілецького озброєння йде в напрямку підвищення дальності, пробивної дії боеприпасів, зниження габаритних та вагових характеристик, оснащення перспективними прицільними засобами (забезпечення можливості стрільби із-за укриття, створення універсальних стрілецько-гранатометних комплексів, розробка безгільзових патронів). В наш час все більшого визнання одержують концепції, згідно з якими збройні сили повинні мати «гуманну» зброю, до якої належать: засоби здійснення електромагнітного імпульсу, лазери, генератори інфразвуку, біологічна зброя нового покоління, зброя, що не несе смерть, біотехнологічні засоби; склад та біологічні рецептори, які можуть змінювати структуру базових матеріалів, основних елементів техніки; речовини, які псують гумові речі, мастила та приводять до загушення пального.

6. Удосконалення системи життєзабезпечення за рахунок впровадження систем контролю за фізичним станом військовослужбовця. До засобів системи життєзабезпечення, перспективного складу КБЕ повинна вийти портативна система медичного контролю фізіологічного стану військовослужбовця, яка в автоматичному режимі забезпечує обробку сигналів медичних датчиків, прив'язування до даних навігаційної системи і передачу всієї інформації командирі (лікару). Для надання своєчасної та якісної медичної допомоги військовослужбовцеві, підтримки і збереження його здоров'я, необхідно більш широко використати біомедичні технології життєзабезпечення і захисту людини, здійснити впровадження біотехнологій в медичні препарати і продукти харчування. Проведення досліджень показує, що необхідно впровадити технології біомеханіки для підтримки м'язових можливостей людини (розвантажувальний одяг, екзоскелети), зокрема, розробити і включити до складу КБЕ подібні конструкції. Вважається, що вони забезпечать збільшення фізичних можливостей солдата. Так, при проведенні в інших країнах випробувань експериментального зразка екзоскелета встановлено, що затрачувані зусилля людини зменшуються приблизно у вісім разів при зниженні ваги екіпірування до 20 кг.

7. Удосконалення систем та елементів КБЕ за рахунок реалізації досягнень новітніх технологій. Найбільш перспективний напрям – створення нового покоління високоміцних матеріалів, розробка модульної конструкції бронежилету та оснащення його новими типами броні на основі нанотехнологій, у тому числі для елементів кульового, протиосколкового захисту та адаптивного маскуванню під навколишній фон. Це може забезпечити зменшення маси зразків стрілецької зброї, засобів ближнього бою та індивідуального бронезахисту в півтора-два рази, а також зниження помітності військовослужбовців у різних діапазонах довжин хвиль від радіо- й оптико-електронних засобів розвідки. Застосування нейросистем у прицільному комплексі солдата ХХІ століття забезпечить зменшення його маси у п'ять-сім разів, енергоспоживання – до десяти разів. Прихованість цілей підвищиться за рахунок комплексу адаптивного світломаскування. Істотне збільшення балістичного захисту військовослужбовців пов'язують із розробками нового керамічного матеріалу з використанням нанопорошків, створення бойового шолома, в якому буде інтегровано чотири компоненти – засіб фізичного захисту голови, захисний лицевий прозорий екран, система зв'язку та оптико-електронна система, яка включатиме камеру і дисплей. Крім того, вивчається питання ешелонування елементів бойового екіпірування та забезпечення можливості швидкого скидання ешелонів і комплекту екіпірування в цілому.

Підхід, що був розглянутий, дозволяє визначити раціональний перспективний склад комплексів бойового екіпірування військовослужбовців підрозділів Високомобільних десантних військ, військової розвідки та спеціального призначення ЗС України, варіанти якого наведено нижче.

Відповідно до спеціалізації військовослужбовця, місця його в організаційно-штатній структурі підрозділу, врахування реалій війни, залежно від поставленого завдання, існує певний список екіпірування (необхідних предметів), що можуть мати військові фахівці підрозділів ВДВ, підрозділів військової розвідки та спеціального призначення при собі. На рис. 2 представлений варіант елементів екіпірування військовослужбовців Високомобільних десантних військ.

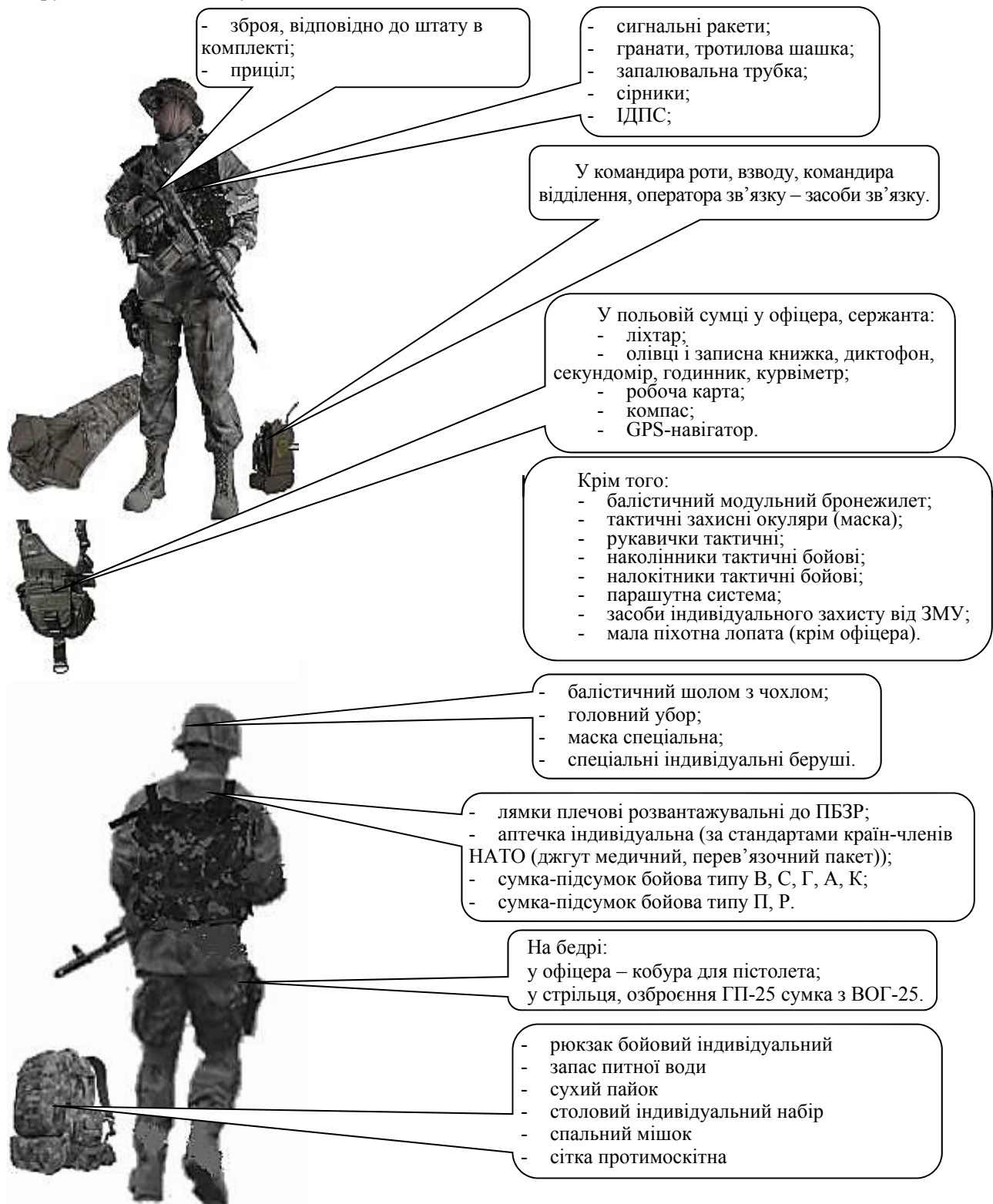


Рис. 2. Варіант екіпірування військовослужбовців Високомобільних десантних військ

Додатково необхідно зауважити, що Сили спеціальних операцій мають деякі гнучкі процеси закупівель, які дозволяють їм швидко отримувати необхідні закордонні елементи екіпірування. Гнучкість полягає в тому, що закупівля елементів екіпірування військовослужбовців здійснюється у малих розмірах та у найкоротші терміни, порівняно з циклами закупівель для підрозділів ВДВ та підрозділів військової розвідки.

Висновки

Таким чином, реалізація розглянутих напрямків удосконалення системи комплексів бойового екіпірування військовослужбовців забезпечує значне розширення тактичних показників дій підрозділів Високомобільних десантних військ, військової розвідки та спеціального призначення ЗС України, а також підвищення їх автономності і тактичної самостійності. За попередніми розрахунками [3], реалізація наведених (не беручи до уваги екзотичних) напрямків удосконалення екіпірування може забезпечити приріст ефективності виконання бойових завдань низових підрозділів у півтора-два рази. У зв'язку з носінням військовослужбовцями засобів індивідуального бронезахисту, потрібно уточнити деякі критерії оцінки ефективності дій підрозділів низової ланки, що діють у десанті та спішених порядках, розробити програмно-моделюючий апарат з оцінки ефективності як системи екіпірування в цілому, так і систем стрілецького озброєння, засобів прицілювання, управління та бронезахисту зокрема.

Список використаних джерел

1. Концепція створення комплексу бойового екіпірування військовослужбовців Збройних Сил України, затверджено наказом Міністра оборони України від 10.12.2014 № 876.
2. Универсальный солдат и его снаряжение [Электронный ресурс] // Военное обозрение. Часть 3. – 2015. – Режим доступа: <http://topwar.ru/86981-universalnyy-soldat-i-ego-snaryazhenie-chast-3.html>.
3. Програми розробки комплектів індивідуального оснащення військовослужбовців країн світу. Спеціальний бюлетень. – Київ : Міністерство оборони України, 2015. – 92 с.
4. Бойко В.П. Проблемы совершенствования боевой экипировки и вооружения XXI века / В.П. Бойко, Е.Б. Маркелов, А.Ф. Шаклеин // Военная мысль, 2012. – № 3. – 42 – 52 с.

Рецензент: В.С. Мінасов, к.військ.н., проф., провідний науковий співробітник, Військова академія (м. Одеса).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ БОЕВОЙ ЭКИПИРОВКИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ВЫСОКОМОБИЛЬНЫХ ДЕСАНТНЫХ ВОЙСК, ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ВОЙСКОВОЙ РАЗВЕДКИ И СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

В.Н. Оленев, А.А. Гончарук, И.С. Азаров

В статье рассмотрен подход к исследованию системы комплексов боевой экипировки военнослужащих Высокомобильных десантных войск, подразделений войсковой разведки и специального назначения с целью определения направлений ее усовершенствования.

Ключевые слова: комплекс боевой экипировки, боевая эффективность, система управления, система защиты, система поражения, показатели эффективности.

DETERMINATION OF DIRECTIONS IMPROVEMENT COMPLEXES OF COMBAT EQUIPMENT HIGH MOBILE ASSAULT TROOPS, MILITARY RECONNAISSANCE TROOPS, SPECIAL TROOPS ARMY OF UKRAINE

V. Olenov, A. Goncharuk, I. Azarov

In article be picking approach of research system of complexes combat equipment. The main research aim is determination of directions improvement combat equipment.

Keywords: complexes of combat equipment, combat efficiency, system of control, system of defense, system of defeat, index of efficiency.

УДК 621.396.4

Д.А. Бухал

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна

МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ТАКТИЧНОГО РІВНЯ

У статті запропонована модель функціонування системи радіозв'язку тактичного рівня, яка базується на основних положеннях теорії нелінійної динаміки.

Ключові слова: модель функціонування, система радіозв'язку, радіоелектронний та вогневий вплив противника.

Постановка проблеми

В умовах зростання ролі засобів радіоелектронного та вогневого впливу противника завдання підвищення стійкості систем радіозв'язку полягає у максимальному унеможливленні витoku розвідувальних відомостей, на підставі аналізу яких противник здатний дезорганізувати функціонування системи управління.

З метою недопущення зриву, порушення та ускладнення заходів управління у системах радіозв'язку проводиться жорстка регламентація роботи радіостанцій на випромінювання, створення хибних радіомереж та радіонапрямків, винесення радіозасобів на безпечну відстань тощо.

Особливо це стосується радіозв'язку на тактичному рівні управління, який в умовах фактичного розширення смуги відповідальності бригад та широкого застосування малих підрозділів для вирішення бойових завдань часто залишається єдиним доступним родом зв'язку.

Тому, дослідження системи радіозв'язку тактичного рівня (СРТР) з точки зору забезпечення необхідного рівня прихованості її функціонування є актуальним завданням для галузі військового управління та зв'язку.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Найбільш перспективними методами у проведенні досліджень СРТР вважаються підходи, які ґрунтуються на моделі Лоттки-Вольтери із застосуванням нелінійних диференціальних рівнянь [1–3]:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = N(K - \beta Y) \\ \frac{dY}{dt} = -Y(\gamma - \delta Y) \end{cases}, \quad (1)$$

де N – кількість радіостанцій СРТР;

Y – кількість засобів вогневого та радіоелектронної впливу противника;

K – коефіцієнт, який визначає можливості нарощування кількості радіостанцій СРТР внаслідок частотної або часової конкуренції між собою;

β – коефіцієнт скорочення кількості радіостанцій СРТР внаслідок вогневого та радіоелектронного впливу противника;

δ – коефіцієнт подавлення радіостанцій СРТР засобами вогневого та радіоелектронної впливу противника;

γ – коефіцієнт втрат засобів вогневого та радіоелектронного впливу противника внаслідок протидії наших військ.

Разом з тим, наведена модель враховує досить обмежену кількість основних факторів впливу на СРТР і є нестійкою до малих збурень [3].

Тому, метою статті є подальший розвиток підходів нелінійної динаміки щодо визначення моделі функціонування СРТР з врахуванням зазначеного недоліку.

Постановка задачі та її розв'язання

Виокремлення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.

На теперішній час розвиток перспективних систем управління тісно пов'язаний зі зростанням кількості радіостанцій СРТР, у результаті чого виникає проблема щодо забезпечення здатності СРТР виконувати завдання за призначенням в різних умовах ведення бойових дій.

Її розв'язання потребує визначення кількості радіостанцій СРТР, що функціонують одночасно, необхідної для забезпечення потрібного рівня стійкості системи управління, виходячи з числа наявних засобів вогневого та радіоелектронного впливу противника.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Аналіз основних положень нелінійної динаміки свідчить про те, що за допомогою диференціальних рівнянь можна описати радіоелектронний конфлікт між самими радіостанціями (через обмеженість часового та частотного ресурсу), а також між СРТР та засобами вогневого і радіоелектронного впливу противника.

Проведений аналіз факторів впливу на функціонування СРТР дозволив записати перше диференціальне рівняння моделі Лотткі-Вольтери (1) у вигляді:

$$\frac{dN}{dt} = aN - \frac{a}{K} N^2 - \frac{wYN}{D + N}, \quad (2)$$

де a – коефіцієнт поповнення втрат СРТР;

w – коефіцієнт зниження кількості функціонуючих радіостанцій СРТР внаслідок впливу засобів радіоелектронної боротьби;

D – коефіцієнт зниження кількості функціонуючих радіостанцій СРТР внаслідок впливу вогневих засобів противника.

Перший компонент aN диференціального рівняння (2) характеризується експоненціальним зростанням кількості радіостанцій за умови необмежених ресурсів СРТР. Компонент $\frac{a}{K} N^2$ відображає радіоелектронний конфлікт між радіостанціями внаслідок обмеженого часового і частотного ресурсу СРТР. Третій компонент $\frac{wYN}{D + N}$ описує конфлікт радіостанцій СРТР із засобами вогневого та радіоелектронного впливу противника.

Отримане диференціальне рівняння першого порядку (2) більш адекватно описує взаємодію СРТР та засобів вогневого і радіоелектронного впливу противника, ніж рівняння моделі Лотткі-Вольтери через те, що кількість радіостанцій, які уражаються (подавляються) одним із засобів противника за одиницю часу дорівнює $wNY / (D + N)$. Коефіцієнтами w і D описуються можливості противника щодо вогневого та радіоелектронного придушення СРТР.

Крім цього, на підставі того, що такі фактори, як поповнення втрат вогневих і радіоелектронних засобів противника та наявна кількість радіостанцій безпосередньо впливають на функціонування СРТР, друге диференціальне рівняння моделі Лотткі-Вольтери (1) можна записати у вигляді:

$$\frac{dY}{dt} = SY \left(1 - \frac{JY}{N} \right), \quad (3)$$

де S – коефіцієнт втрат вогневих і радіоелектронних засобів противника;

J – коефіцієнт поповнення вогневих і радіоелектронних засобів противника.

Логіка застосування диференціального рівняння (3) полягає у тому, що коли кількість радіостанцій СРТР зростає ($N \rightarrow \infty$), то число вогневих та радіоелектронних засобів противника збільшується за показником S відповідно до правила Мальтуса [3]. Водночас, зі зменшенням кількості радіостанцій СРТР

швидкість зростання числа вогневих та радіоелектронних засобів противника зменшується і при $N < JY$ становиться негативною. Це відповідає припущенню про те, що один засіб радіоелектронного придушення або вогневого ураження противника подавляє не більше J радіостанцій СРТР.

На підставі наведеного, модель Лотткі-Вольтери (1) можна записати у вигляді системи диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = N \left(a - \frac{aN}{K} - \frac{wY}{D+N} \right) \\ \frac{dY}{dt} = SY \left(1 - \frac{JY}{N} \right) \end{cases}, \quad (4)$$

що у цілому за своїм змістом відповідає моделі Холлінга-Теннера. Відповідно до неї, у процесі бойового застосування СРТР кількість радіостанцій піддається «коливанням». Збільшення кількості функціонуючих радіостанцій СРТР призводить до зростання числа вогневих та радіоелектронних засобів противника, що у свою чергу, призводить до зменшення кількості радіостанцій СРТР, внаслідок чого поступово зменшується число засобів впливу на наші війська з боку противника.

Графічна інтерпретація наведеної моделі (4) відображена на рис. 1, де виділяються чотири зони, які відповідають різним фазам перебігу конфлікту між СРТР та засобами вогневого і радіоелектронного впливу противника.

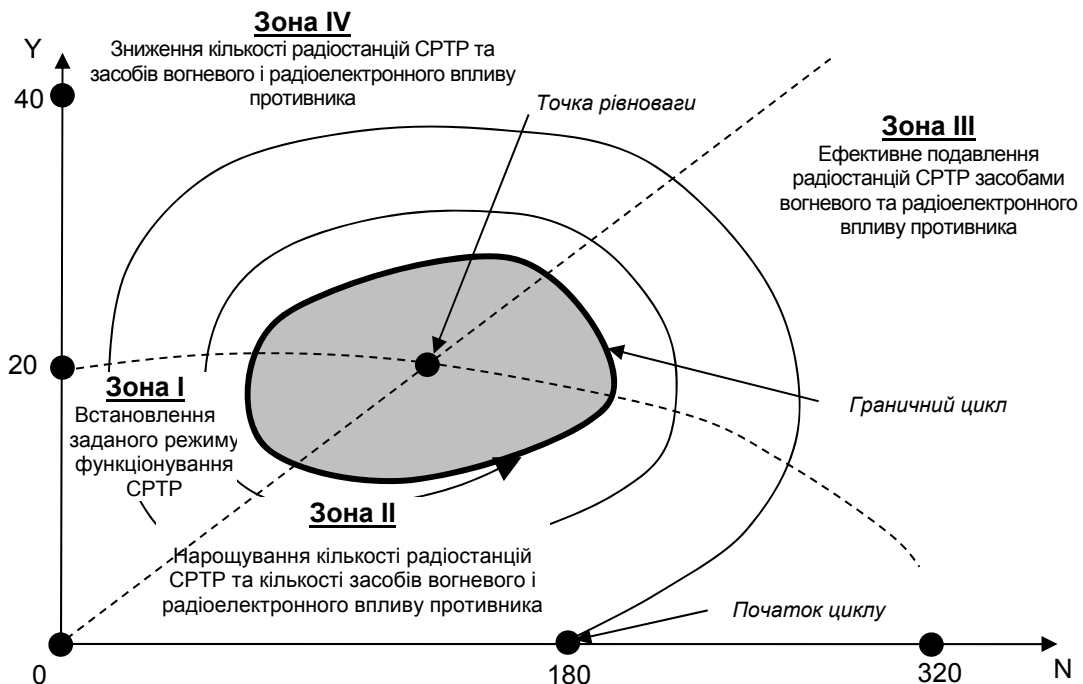


Рис. 1. Цикли функціонування системи радіозв'язку тактичного рівня

Зона I є зоною ефективного нарощування кількості радіостанцій СРТР. Зона II відображає процес нарощування кількості радіостанцій СРТР та засобів вогневого і радіоелектронного впливу противника до необхідного рівня. Зони III, IV віддзеркалюють вогневе та радіоелектронне придушення радіостанцій СРТР, у результаті чого здійснюється поступове зниження кількісного складу засобів вогневого та радіоелектронного впливу противника.

На рис. 1 сірим забарвленням відображений граничний цикл функціонування СРТР, який забезпечує потрібний рівень її стійкості. За допомогою цього граничного циклу визначається потрібна кількість радіостанцій з урахуванням можливостей кожної з протиборчих сторін щодо нарощування кількості своїх засобів за рахунок застосування резерву.

З метою розв'язування інформаційно-розрахункових задач інших воєнно-прикладних напрямків за рахунок застосування (4) також існує можливість визначення кількості засобів вогневого та радіоелектронного впливу противника, необхідної для придушення СРТР протягом заданого періоду ведення бойових дій.

Висновки

У результаті проведених досліджень отримали подальший розвиток підходи нелінійної динаміки щодо моделювання функціонування СРТР з точки зору забезпечення потрібного рівня її стійкості.

Обрана модель за своїм змістом відповідає моделі Холлінга-Теннера і, на відміну від наявних, враховує можливості противника у застосуванні наявного резерву.

Крім цього, врахований радіоелектронний та вогневий вплив на СРТР дозволяє більш точно визначити необхідну кількість одночасно функціонуючих радіостанцій протягом ведення бойових дій.

Перспективи подальших досліджень

Напрямок подальших досліджень вбачається у проведенні чисельного експерименту щодо перевірки адекватності запропонованої моделі.

Список використаних джерел

1. Путилин А.Н. Модель функционирования сети радиосвязи в условиях радиоэлектронного подавления [Текст] / А.Н. Путилин, С.В. Труфанов // Мат. Всерос. науч. конф. «Современные тенденции развития теории и практики управления в системах специального назначения». – 2013. – Т 4. – 42 – 44 с.
2. Макаренко С.И. Модели воздействия средств радиоэлектронной борьбы на систему связи на основе методов популяционной динамики [Текст] / С.И.Макаренко // Вестник ВГТУ. – 2011. – № 1. – 96 – 99 с.
3. Макаренко С.И. Помехозащищенность систем связи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты [Текст] / С.И. Макаренко, М.С. Иванов, С.А. Попов. – СПб. : Свое издательство, 2013. – 166 с.

Рецензент: Бачинський В.В., к.т.н., с.н.с., Військова академія (м. Одеса).

МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ РАДИОСВЯЗИ ТАКТИЧЕСКОГО УРОВНЯ

Д.А. Бухал

В статье предложена модель функционирования системы радиосвязи тактического уровня, которая базируется на основных положениях теории нелинейной динамики.

Ключевые слова: модель функционирования, система радиосвязи, радиоэлектронное и огневое воздействие противника.

FUNCTIONING MODEL OF TACTICAL RADIO SYSTEM

D. Bukhal

In this paper it has proposed functioning model of tactical radio system which has based on main principles of nonlinear dynamics theory.

Keywords: functioning model, tactical radio system, enemy's deception and fire neutralization.

УДК 621.396.4

**Д.А. Бухал¹,
О.Ю. Коркін²**¹Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна²Військова академія (м. Одеса), Україна

ДОСВІД СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ БУНДЕСВЕРУ

У статті проаналізований досвід створення автоматизованих систем Бундесверу. Розглянутий підхід до створення автоматизованих систем дозволяє гнучко змінювати вимоги тактико-технічного завдання, відповідно до отриманих результатів, та скоротити час постачання зазначених систем у війська.

Ключові слова: автоматизовані системи, Об'єднана система автоматизації.

Постановка проблеми

Прогноз розвитку воєнно-політичної обстановки в Європі свідчить про те, що безпосередня загроза воєнної агресії проти Федеративної республіки Німеччина (ФРН) на сьогодні та у середньостроковій перспективі є малоімовірною.

Водночас, неврегульовані регіональні конфлікти на кордонах Європи та нерозв'язані наслідки воєнних конфліктів на Балканах, в Україні, Грузії та Молдові створюють умови для дій незаконних збройних формувань, що призводить до необхідності ФРН мати військові ресурси для локалізації конфліктів та врегулювання криз на максимальній відстані від її території та громадян [1].

У цілому, зміст основних положень доктринальних документів [2–5] свідчить про те, що керівництво ФРН розглядає національні збройні сили як один із важливих інструментів забезпечення політичних та економічних інтересів держави та своїх союзників.

Так, відповідно до [4], завдання своєчасного реагування на визначений спектр воєнних загроз покладатиметься на Бундесвер. Він повинен брати участь у проведенні миротворчих операцій (в тому числі у складі коаліційних сил) та в урегулюванні локальних криз у форматі конфліктів низької інтенсивності.

Особливістю наявного етапу розвитку Бундесверу є те, що тактико-технічні характеристики значної частини зразків озброєння та воєнної техніки досягли своїх граничних значень в рамках раніше впроваджених технологічних рішень. В цих умовах міністерство оборони ФРН вважає, що навіть для незначного підвищення деяких показників озброєння необхідні суттєві ресурси, які, зазвичай, не виправдовуються еквівалентним підвищенням бойового потенціалу Бундесвера.

На цей час основним шляхом підвищення бойового потенціалу Бундесверу є створення Об'єднаної системи автоматизації (СА) (FulInfoSysSK-Führungs-und Informationssystem der Streitkräfte)) [5].

В умовах розроблення Єдиної автоматизованої системи Збройними Силами України аналіз досвіду створення автоматизованих систем (АС) Бундесверу є актуальним науковим завданням для галузі військового управління та зв'язку.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Аналіз досліджень з проблематики створення АС свідчить про те, що зазначеному питанню приділяється недостатня увага – досвід ФРН щодо створення АС у відкритій літературі практично не висвітлювався.

Постановка задачі та її розв'язання

Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

Досвід проведення робіт у нашій країні зі створення Єдиної автоматизованої системи управління Збройними Силами України засвідчив їх низьку ефективність. Так, лише приблизно 20 % проведених робіт дійшли до стадії виготовлення дослідних зразків, дослідної експлуатації та державних випробувань, а близько 80 % з них не знайшли свого впровадження і були призупинені на різних етапах виконання – ескізного та технічного проектування, розробки конструкторської документації.

Наявні результати свідчать про те, що на сьогодні система створення АС у Збройних Силах України потребує змін. У свою чергу зазначене вимагає вивчення відповідного світового досвіду.

З огляду на це, метою статті є аналіз досвіду створення АС Бундесверу.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

З метою збільшення оперативності управління Бундесвером (у тому числі у багатонаціональних операціях за межами країни) та збільшення ефективності застосування військ (зброї) у ФРН продовжується створення Об'єднаної СА.

Загальне керівництво щодо створення Об'єднаної СА покладається на Федеральне відомство управління та інформаційних засобів Бундесверу (Bundesamt für Informationsmanagement und Informationstechnik der Bundeswehr).

За проведення відповідних конкурсів зі створення Об'єднаної СА відповідає Федеральне відомство закупівель та експлуатації ОБТ, АСУ та зв'язку Бундесверу, яке було сформовано шляхом поєднання Федерального відомства розробки та закупівлі ОБТ і Федерального відомства інформаційних технологій Бундесверу.

Проведений аналіз роботи Федерального відомства закупівель та експлуатації ОБТ, АСУ та зв'язку Бундесверу дозволив скласти перелік АС, які створюються (модернізуються) в рамках Об'єднаної СА (табл. 1).

Таблиця 1

Перелік автоматизованих систем, які створюються (модернізуються) в рамках Об'єднаної СА

Солдат, відділення	Взвод-рота-батальйон	Бригада-дивізія	Армійський корпус, вид та рід військ
–	–	FulInfoSys H	FulInfoSysSK FulInfoSys H
–	FAUST	HEROS-2/1 FAUST	HEROS-3 HEROS-2/1
–	IFIS ADLER-II	IFIS ADLER-II	ADLER-II
–	SAFES	HflaAFUSys SAFES	DIFA HflaAFuSys SPIA, IRIS, HERGIS, SysEloka H, Opinfo, Rafes SAFES
	FUWES	–	–
IdZ-ES	–	–	–

У цілому, досвід створення Об'єднаної СА у ФРН свідчить про те, що помилки Федерального відомства управління та інформаційних засобів Бундесверу в розробленні тактико-технічного завдання та недооцінка розробником технологічної складності поставленого завдання призводить до збільшення строків розроблення АС, у середньому, в 1,9 рази, а вартості – до 40 %.

Для запобігання розповсюдження цієї негативної практики у міністерстві оборони ФРН створені робочі групи під загальним керівництвом Федерального відомства управління та інформаційних засобів Бундесверу. Враховуючи наявні потужності воєнно-промислового комплексу ФРН у сфері створення АС та відповідний рівень державного фінансування, ці групи із залученням необхідних фахівців періодично визначають потребу системи управління Бундесверу в необхідному рівні функціональності елементів Об'єднаної СА та розробляють відповідні тактико-технічні завдання.

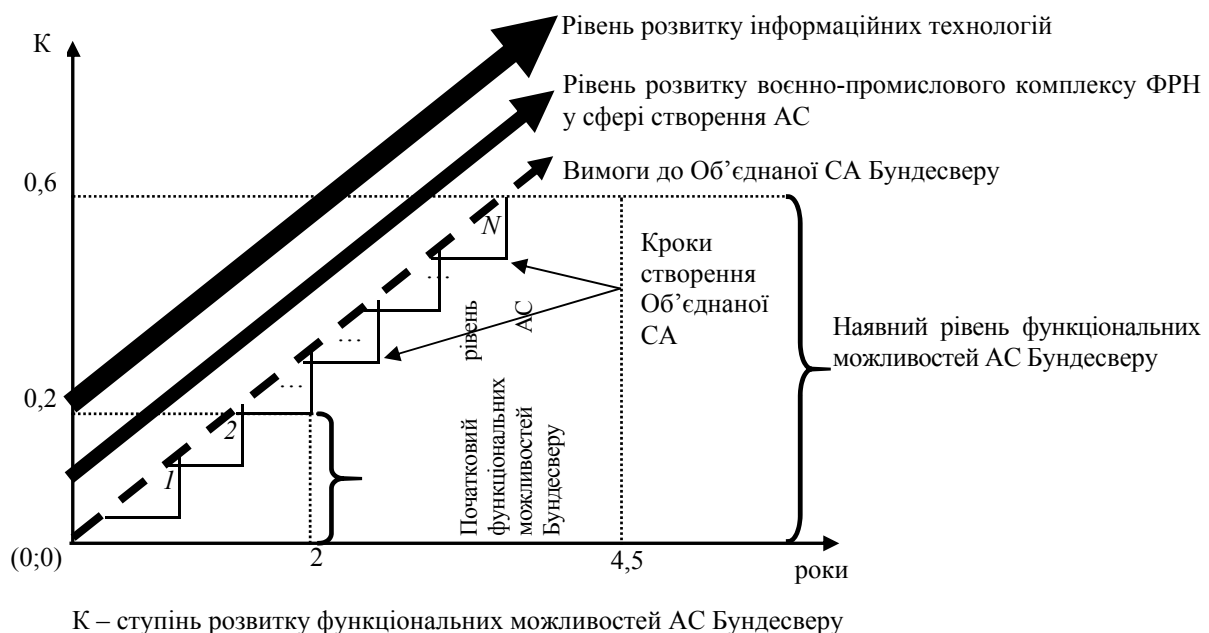
За пропозиціями робочих груп Об'єднана СА була поділена на невеликі функціональні компоненти у вигляді окремих АС, які необхідні для автоматизації діяльності органів військового управління.

Відповідні вимоги та потрібне фінансування їх розроблення визначаються Федеральним відомством управління та інформаційних засобів Бундесверу на кожному кроці створення Об'єднаної СА.

Загалом, сутність такого підходу полягає у створенні окремих СА (у рамках Об'єднаної СА) з початковим рівнем функціональних можливостей, їх постачання у війська та подальше доведення цих можливостей до повного задоволення потреб органів військового управління. За початковий рівень функціональних можливостей приймається показник 0,2, що відповідає можливості вирішувати першочергові завдання управління, за одиницю – рівень функціональних можливостей АС, необхідний для вирішення усіх завдань управління.

Тобто, на початковому етапі Бундесвер отримує АС з початковим рівнем функціональних можливостей, який дорівнює 0,2. У подальшому розробником проводиться поступове нарощування функціональності АС до одиниці, відповідно до визначених контрактом часових показників, що в цілому забезпечує потрібний рівень автоматизації процесів управління у військах.

Загальний вигляд розглянутого підходу відображений на рис. 1.



К – ступінь розвитку функціональних можливостей АС Бундесверу

Рис. 1. Підхід Федерального відомства управління та інформаційних засобів Бундесверу до створення Об'єднаної СА

Після проведення аналізу отриманої функціональності АС на кожному кроці створення Об'єднаної СА Федеральним відомством управління та інформаційних засобів Бундесверу вносяться у тактико-технічне завдання відповідні зміни та уточнення. Це забезпечує циклічний контроль Міністерства оборони ФРН над процесом створення системи та налагоджує конструктивний діалог із розробником у постійному режимі. Результатом такого підходу є своєчасне усунення помилок у тактико-технічному завданні кожної АС Об'єднаної СА.

Особливістю створення Об'єднаної СА є те, що чинна нормативно-правова база ФРН дозволяє проводити окремі конкурси щодо створення ескізних, технічних проектів, розроблення робочої конструкторської документації та створення дослідного зразка системи. При цьому на попередні та державні випробування, зазвичай, залучаються фірми, які не пройшли конкурс на створення дослідного зразка системи, але напряду конкурували з переможцем конкурсу.

Весь процес створення Об'єднаної СА регулюється директивою ЕС 2014/24/EU щодо публічних закупівель [6], директивою ЕС 2009/81/EU щодо закупівель для потреб у сфері оборони та безпеки [7], законом проти обмежень конкуренції (частина IV) (Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen), положенням про порядок укладання публічних контрактів (Vergabeverordnung), а також бюджетним кодексом ФРН (Bundeshaushaltsgesetz).

Позитивною рисою нормативно-правової бази ФРН є те, що її окремі положення дозволяють здійснювати відбір розробника за конкурсом на будь-якому етапі створення виробу та відмову Федерального відомства управління та інформаційних засобів Бундесверу від послуг розробника, відповідно до умов контракту.

На сьогодні Об'єднана СА (за результатами випробувань) здатна здійснювати інформаційне забезпечення та управління інформаційними потоками між різними рівнями управління, відповідно до рівня доступу і ступеня безпеки, що відповідає її основним функціям, відображеним у тактико-технічному завданні Федерального відомства управління та інформаційних засобів Бундесверу.

Необхідно зазначити, що за останні 20 років у військово-промисловому комплексі ФРН склалася успішна практика розробки АС за модульним принципом із застосуванням комерційних рішень у сфері інформаційних технологій.

Однак, повна інтеграція усіх наявних АС у рамках Об'єднаної СА не є завершеною. За оцінками [8], завершення всіх процесів інтеграції варто очікувати не раніше 2021 року.

Висновки

Таким чином, міністерство оборони ФРН приділяє велику увагу автоматизації діяльності органів військового управління Бундесверу. Послідовно проводиться створення та модернізація АС у рамках Об'єднаної СА із застосуванням розглянутого підходу. Це дозволяє військам досить швидко отримувати АС з подальшим нарощуванням їх функціональності, відповідно до умов контракту з розробником.

Підхід Федерального відомства управління та інформаційних засобів Бундесверу до створення Об'єднаної СА дозволяє:

- скоротити проміжок часу між розробленням АС та їх постачанням до військ;
- залучати на будь-якому етапі створення АС на конкурсній основі інших розробників необхідного напрямку;
- гнучко змінювати вимоги тактико-технічного завдання відповідно до отриманих результатів;
- більш точно в фінансовому плані оцінювати обсяг робіт, який буде проведений розробником.

Водночас, необхідно зауважити, що зазначений підхід в умовах навмисного затягування конкурсних процедур однією із фірм-конкурсантів та розв'язання суперечностей у судовому порядку щодо результатів проведення конкурсів може призвести до значної затримки процесу створення АС.

Перспективи подальших досліджень

Напрямок подальших досліджень вбачається у дослідженні ефективності застосування розглянутого підходу в рамках створення Єдиної автоматизованої системи управління Збройними Силами України.

Список використаних джерел

1. Липатов А. Военная доктрина Германии [Текст] / А. Липатов // Зарубежное военное обозрение, 2012. – № 9. – 13 – 18 с.
2. Основні напрямки політики ФРН в галузі оборони [Електронний ресурс] / Verteidigungspolitische Richtlinien, 2011. – Режим доступу: <https://www.bundesregierung.de>.
3. Біла книга політики безпеки ФРН та майбутнього Бундесверу [Електронний ресурс] / Weisses Buch zur Sicherheit Deutschlands und Entwicklung der Bundeswehr. – 2006. – Режим доступу: <http://www.bmvg.de>.
4. Концепції Бундесвера [Електронний ресурс] / Konzeption der Bundeswehr, 2004 – Режим доступу: <http://www.bundeswehr.de>.
5. План оснащення Бундесверу озброєнням та військовою технікою [Електронний ресурс] / Bundeswehrplan, 2015. – Режим доступу: <http://www.bundeswehr.de>.
6. Директива Європейського парламенту та Ради 2014/24/ЄС про державні закупівлі і скасування Директиви 2004/18/ЄС [Електронний ресурс] / United Europa, 2014. – Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/AUTO/?uri=OJ:L:2014:094:TOC>.

7. Директива Європейського парламенту та Ради 2009/81/ЄС про координацію процедур присудження замовниками окремих видів договорів про виконання робіт, постачання та надання послуг у галузях оборони та безпеки, зі змінами та доповненнями, внесеними Директивами 2004/17/ЄС та 2004/18/ЄС [Електронний ресурс] / United Europa, 2009. – Режим доступу: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/AUTO/?uri=OJ:L:2009:216:TOC>

8. Корчагин С. Автоматизированные системы управления Сухопутных войск Бундесвера [Текст] / С Корчагин // Зарубежное военное обозрение, 2013. – № 7. – С. 47–53.

Рецензент: Колчін Р.В., к.т.н., Військова академія (м. Одеса).

ОПЫТ СОЗДАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ БУНДЕСВЕРА

Д.А. Бухал, А.Ю. Коркин

В статье был проанализирован опыт создания автоматизированных систем Бундесвера. Рассмотренный подход к созданию автоматизированных систем позволяет гибко изменять требования тактико-технического задания согласно полученным результатам и сократить время поставки этих систем в войска.

Ключевые слова: автоматизированные системы, Объединенная система автоматизации.

CREATING EXPERIENCE OF BUNDESWEHR'S AUTOMATION SYSTEMS

D. Bukhal, O. Korkin

In this paper it has analyzed creating experience of Bundeswehr's automation systems. The considered approach for creating this systems gives an opportunity to flexible revise specifications of their performance characteristics according to received results and reduce time delivery automation systems to armed forces.

Keywords: automation systems, United system of automation.

УДК 355.02

О.Г. Водчиць¹, к.т.н., доц.**В.В. Кострач², к.пед.н.****Е.І. Сарафанюк³, к.пед.н., доц.****О.І. Зарицький¹, к.т.н.**¹*Військова кафедра Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна*²*Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна*³*Військова академія (м. Одеса), Україна*

МЕТОДИЧНИЙ АПАРАТ ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ЕКОНОМІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ ВОЄННОЇ БЕЗПЕКИ ДЕРЖАВИ

У статті автором запропоновано методичний підхід до оцінювання стану (рівня) економічної складової воєнної безпеки держави на основі оцінок її ресурсних можливостей.

Ключові слова: *воєнна безпека, складові воєнної безпеки, рівень воєнної безпеки.*

Постановка проблеми

Однією із найважливіших складових воєнної безпеки держави є економічна складова [1]. Забезпечення обороноздатності держави відбувається в умовах обмежень за ресурсними можливостями держави: людськими, матеріальними та фінансовими. Прогнозні ресурсні можливості держави впливають на визначення граничних показників щодо економічної складової рівня воєнної безпеки держави під час планування оборони держави та відповідно і на рівень воєнної безпеки.

Вирішення проблеми дисбалансу між реальними ресурсними можливостями держави та необхідним рівнем економічної складової воєнної безпеки є одним із найпріоритетніших завдань у процесах довгострокового та середньострокового оборонного планування. Цьому питанню присвячено багато робіт [2–6], але ні одна з них не дозволяє розкрити взаємозв'язок економічної складової воєнної безпеки держави із необхідним рівнем воєнної безпеки. Всі ці роботи мають тільки описовий характер та не дозволяють сформулювати практичні рекомендації щодо визначення показників забезпечення рівня воєнної безпеки держави. Очевидно, що сформулювати ці показники можна тільки на основі оцінювання стану економічної складової, залежно від наявності різних видів ресурсів. Тому питання щодо розроблення методичного апарату оцінювання стану економічної складової воєнної безпеки держави є одним із найпріоритетних завдань щодо забезпечення воєнної безпеки держави та обґрунтування перспективного обриса ЗС України.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

Дослідження сучасного стану питання щодо оцінювання рівня воєнної безпеки держави показує неоднозначність поглядів фахівців в цьому питанні. Тобто існує певна неоднозначність щодо вибору методичного підходу до визначення показників необхідного рівня воєнної безпеки держави та показників його ресурсної забезпеченості під час довгострокового та середньострокового оборонного планування, що створює низку проблемних питань, до яких можна зарахувати: не врахування взаємозв'язку між показником рівня воєнної безпеки держави та показниками прогнозних ресурсних можливостей держави під час планування; відсутність методики оцінювання рівня економічної складової воєнної безпеки держави на основі оцінок стану (рівня) її ресурсних можливостей; відсутність методики оцінювання рівнів забезпеченості ресурсами різних видів на основі оцінок їх складових; відсутність спроможності обґрунтованого (ефективного) корегування показника рівня економічної складової воєнної безпеки та показників його ресурсного забезпечення тощо.

Постановка задачі та її розв'язання

В умовах розробки нових стратегічних планових документів подальшого розвитку та реформування ЗС України, таких як Стратегічний оборонний бюлетень (СОБ), Державна програма розвитку ЗС України (ДПР), питання щодо визначення майбутнього обрису ЗС України на довгострокову перспективу дуже активно досліджується [2–6] та є достатньо актуальним сьогодні.

На сьогодні є багато суперечливих поглядів на можливості оцінювання взаємозв'язку показників рівня воєнної безпеки держави та показників його ресурсної забезпеченості, але чіткого послідовного підходу щодо вирішення цього завдання до теперішнього часу немає.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

На основі оцінювання відповідності стану (рівня) забезпеченості різними видами ресурсів держави необхідно сформувати методичний апарат оцінювання рівня економічної складової воєнної безпеки держави на визначений час (період) з метою визначення основних цілей і напрямків її становлення та розвитку на майбутнє, а, відповідно, й необхідних кількісних показників ресурсного забезпечення її підтримання на визначеному рівні. Узагальнена схема методичного апарату наведена на рис.1.

Цей методичний апарат являє собою послідовність дій, яка повинна дозволяти отримувати оцінки рівня економічної складової воєнної безпеки на визначений (плановий) час (період) її формування на основі оцінок стану (рівня) забезпеченості різними видами ресурсів та їх складовими. Запропонована методика наведена на рис .2.

Він складається з двох етапів: перший етап – визначення необхідного рівня економічної складової воєнної безпеки держави та відповідних показників його ресурсної забезпеченості; другий етап – оцінювання рівня економічної складової воєнної безпеки держави на основі оцінок її ресурсної забезпеченості.

На першому етапі, залежно від результатів аналізу воєнно-політичної обстановки в державі та навколо неї, а також прогнозних показників ресурсних можливостей держави, визначається необхідний показник рівня воєнної безпеки держави та її економічної складової на плановий період його формування та необхідні показники рівнів забезпеченості різними видами ресурсів і їх складовими протягом планового періоду та на моменти оцінювання. Результати розрахунків на першому етапі є вхідними даними для початку розрахунку на другому етапі запропонованого підходу, який являє собою методику оцінювання рівня економічної складової воєнної безпеки держави на основі оцінок її ресурсних можливостей у визначені моменти оцінювання з метою обґрунтованого корегування планових показників.

Запропонований методичний апарат складається з п'яти блоків:

1-й блок – блок вихідних даних та визначення математичної сутності побудови шкал оцінювання як показника стану економічної складової воєнної безпеки, так і рівнів забезпеченості ресурсами різних видів. В сучасних умовах оцінювання зазначених в методиці показників: відсутності повної інформації щодо практичних значень деяких з них; неможливості мати однорідну статистику для окремих; а деякі з них взагалі оцінюються за допомогою логічних висновків – це призводить до неоднозначності під час оцінювання та прийняття рішення.

Тому в основу шкал оцінювання відповідних показників пропонується покласти нечіткоюмножинну математичну модель, яка дозволить оперувати частковими нечіткими показниками оцінок, а також давати однозначну відповідь щодо чутливості отриманих результатів оцінювання до змін вхідних даних та стабільності прийнятих рішень на їх основі.

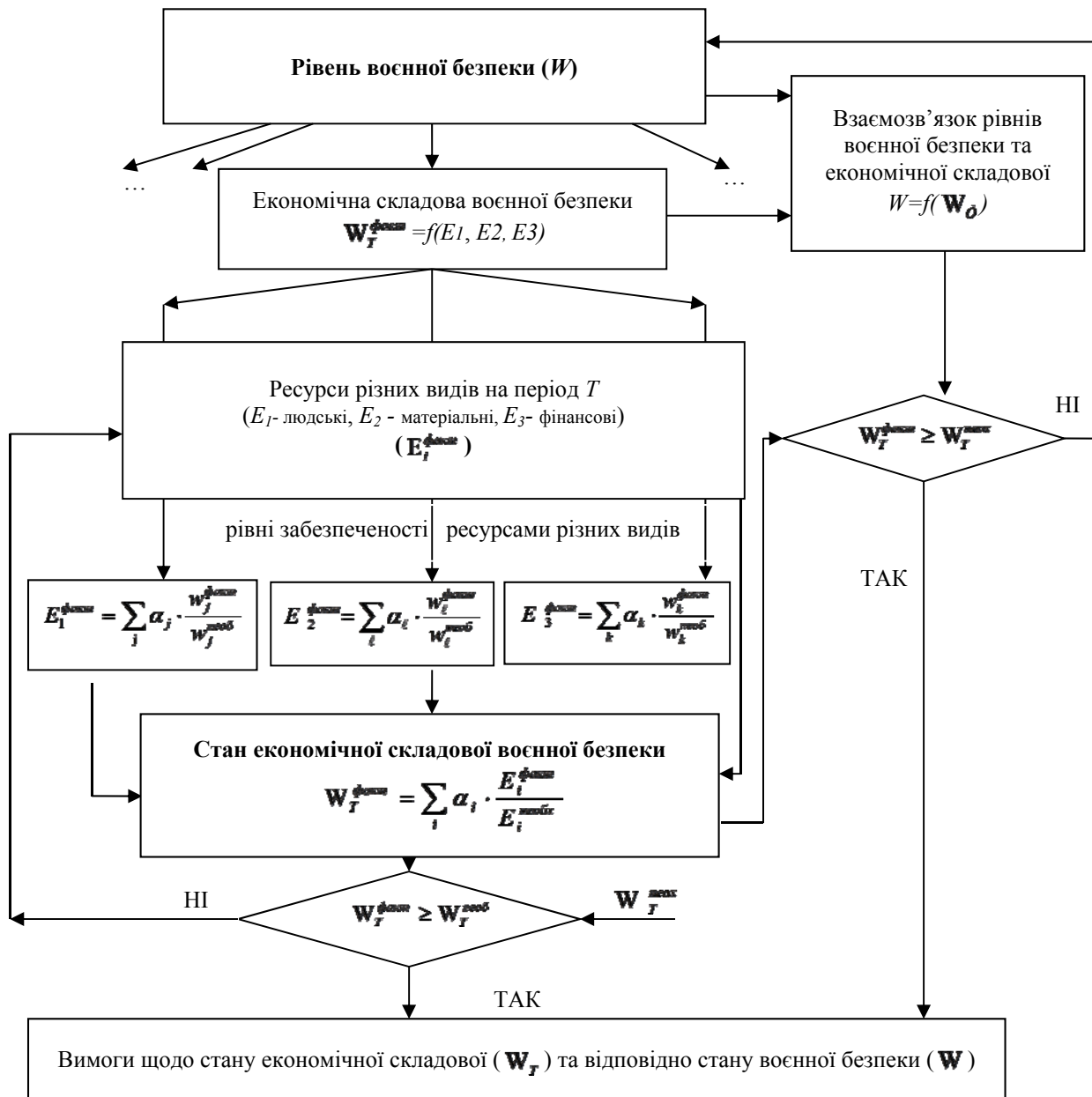


Рис. 1. Загальна схема методичного апарату оцінювання стану економічної складової воєнної безпеки держави

2-й блок – являє собою блок оцінювання рівнів забезпеченості ресурсами різних видів на плановий момент (період) оцінювання. В цьому блоці проводиться збір, аналіз та систематизація показників фактичної забезпеченості за складовими ресурсів різних видів та визначається рівень забезпеченості за ними протягом планового періоду або за час періодичного оцінювання. Також в цьому блоці визначаються коефіцієнти величин внеску складових різних видів ресурсів в загальний показник рівня забезпеченості за ними.

Аналогічний розрахунок проводиться і в третьому блоці під час визначення коефіцієнтів величини внеску показників рівнів забезпеченості різними видами ресурсів у показник рівня економічної складової воєнної безпеки держави на момент (період) оцінювання. Розрахунок коефіцієнтів величини внеску пропонується проводити експертним методом [7]. Після оцінювання рівня забезпеченості ресурсами різних видів за розрахованою експертним методом нечітко-множинною шкалою здійснюється порівняння із необхідним показником забезпеченості за період або вимогами до його стану на періодичні моменти оцінювання.

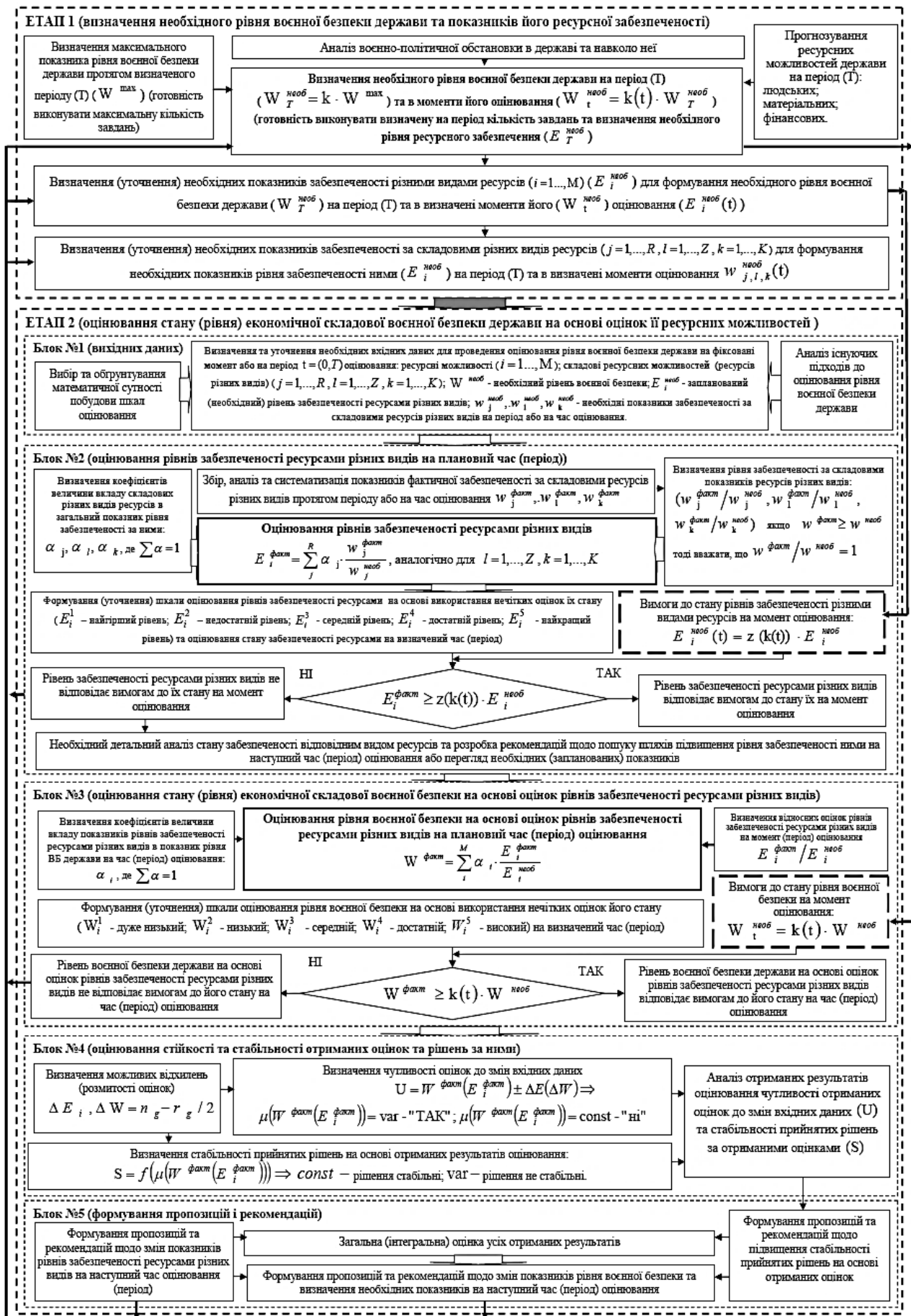


Рис. 2. Методичний апарат оцінювання стану (рівня) економічної складової воєнної безпеки держави

Далі, у разі відхилення, проводиться детальний аналіз отриманих результатів.

3-й блок – блок оцінювання рівня воєнної безпеки на основі оцінок рівнів забезпеченості ресурсами різних видів на визначений період або момент оцінювання. Математично порядок отримання відповідної оцінки побудований за аналогічним підходом, як і в блоці 2.

4-й блок – це блок оцінювання стійкості та стабільності отриманих оцінок та прийнятих на основі них рішень. В цьому блоці, оскільки шкали оцінювання побудовані на основі нечітко-множинної математичної моделі, визначається чутливість отриманих оцінок до можливих змін вхідних даних та стабільність прийнятих рішень на основі отриманих результатів оцінювання. Результати аналізу отриманих в цьому блоці оцінок є вхідними даними для п'ятого блоку.

5-й блок – являє собою блок формування пропозицій і рекомендацій щодо обґрунтованого, ефективного корегування показників необхідного рівня ресурсної забезпеченості воєнної безпеки держави або у разі неможливості її змін протягом планового періоду, збільшення строків його формування чи зміни самого рівня воєнної безпеки на цей період.

За запропонованим методичним апаратом був проведений практичний розрахунок. Результати розрахунків наведені в таблицях 1, 2, 3, 4, 5.

Таблиця 1

Людські ресурси

Показники Людські ресурси	$W_j^{необх}$ тис. чол.	$W_j^{факт}$ тис. чол.	$\alpha_j = w_j / \sum w_j$	$\frac{w_j^{факт}}{w_j^{необх}} \leq 1$	$\alpha_j \cdot \frac{w_j^{факт}}{w_j^{необх}}$	$E_1^{факт} = \sum \alpha_j \frac{w_j^{факт}}{w_j^{необх}}$
від 18 до 27 років	100	115	0,34	1	0,34	0,83
від 27 до 45 років	170	127	0,49	0,75	0,37	
від 45 до 60 років	55	38	0,17	0,69	0,12	

Оцінювання отриманих результатів проведено за визначеними нечітко-множинними шкалами оцінювання рівнів забезпеченості ресурсними можливостями та рівня воєнної безпеки держави.

Таблиця 2

Матеріальні ресурси

Показники Матеріальні ресурси	$W_l^{необх}$	$W_l^{факт}$	α_l	$\frac{w_l^{факт}}{w_l^{необх}} \leq 1$	$\alpha_l \cdot \frac{w_l^{факт}}{w_l^{необх}}$	$E_2^{факт} = \sum \alpha_l \frac{w_l^{факт}}{w_l^{необх}}$
Технічні	1	0,81	0,46	0,81	0,370	0,671
Матеріальні	1	0,47	0,21	0,77	0,099	
Продовольчі	1	0,37	0,18	0,37	0,070	
Медичні	1	0,87	0,11	0,87	0,096	
Інші	1	0,89	0,04	0,89	0,036	

Таблиця 3

Фінансові ресурси

Показники Фінансові ресурси	$W_k^{необх}$, млрд. грн.	$W_k^{факт}$, млрд. грн.	α_k	$\frac{w_k^{факт}}{w_k^{необх}}$	$\alpha_k \cdot \frac{w_k^{факт}}{w_k^{необх}}$	$E_3^{факт} = \sum \alpha_k \frac{w_k^{факт}}{w_k^{необх}}$
Запаси національної валюти	13,5	15,5	0,31	1	0,31	0,575
Валютні запаси	1	0,55	0,26	0,55	0,143	
Запаси цінних металів	1	0,76	0,38	0,21	0,08	
Запаси цінних паперів	1	0,83	0,05	0,83	0,042	

Таблиця 4

Стан (рівень) економічної складової воєнної безпеки

Показники Складові W	α_z	$E_i^{факт}$	$E_i^{необ}$	$\alpha_i \cdot \frac{E_i^{факт}}{E_i^{необ}}$	$W^{факт} = \sum \alpha_j \frac{E_j^{факт}}{E_j^{необ}}$
Людські ресурси	0,38	0,83	1	0,315	0,697
Матеріальні ресурси	0,26	0,671	1	0,175	
Фінансові ресурси	0,36	0,575	1	0,207	

Таблиця 5

Оцінювання чутливості оцінок та стабільності

	$\Delta E_i, \Delta W$	U	$\mu(E_i^{факт})$ $\mu(W^{факт})$	Аналіз чутливості	S	Оцінка	Висновок про корегу- вання
$E_1^{факт}$	0,055	0,775 / 0,885	const / const	НІ	стабільні	достатній	НІ
$E_2^{факт}$	0,1	0,771 / 0,871	var / var	ТАК	нестабільні	середній / достатній	ТАК
$E_3^{факт}$	0,085	0,49 / 0,66	constcons	НІ	стабільні	середній	НІ
$W^{факт}$	0,115	0,582 / 0,812	var / var	ТАК	нестабільні	середній / достатній	ТАК

На цих шкалах визначені розраховані відповідні показники рівнів забезпеченості ресурсами різних видів та розрахований загальний показник стану (рівня) економічної складової воєнної безпеки держави на визначений момент оцінювання та дана їм оцінка. Відповідно до отриманих результатів проведено оцінювання чутливості оцінок до змін вхідних даних та стабільності прийнятих рішень на їх основі.

На основі результатів отриманих практичних розрахунків повинні бути сформовані практичні рекомендації та пропозиції, які будуть враховані на наступний плановий період формування показника необхідного рівня воєнної безпеки. Розроблений методичний апарат передбачається для використання спеціалістами ГУОП ГШ ЗС України у процесі середньострокового оборонного планування і Департаменту воєнної політики та стратегічного планування під час проведення оборонного огляду та розроблення нового Стратегічного оборонного бюлетня у процесі довгострокового оборонного планування.

За результатами використання методичного апарату:

- планується обґрунтовано визначати або уточнювати показники необхідного рівня ресурсного забезпечення воєнної безпеки держави на плановий момент (період) оцінювання під час середньострокового або довгострокового оборонного планування;
- проводити оцінку рівнів забезпеченості ресурсними можливостями на визначений момент оцінювання та період планування;
- обґрунтовано, ефективно корегувати показники рівня воєнної безпеки держави та ресурсної забезпеченості його на визначений час (період);
- визначати чутливість отриманих оцінок до можливих змін вхідних даних та характеризувати стабільність прийнятих рішень на основі отриманих оцінок.

Висновки

Запропонований у статті методичний апарат дозволяє ефективно вирішувати проблему дисбалансу між необхідним рівнем економічної складової воєнної безпеки держави та її ресурсними можливостями шляхом їх оцінювання й обґрунтованого корегування під час процесу середньо- та довгострокового планування. В умовах розробки нового Стратегічного оборонного бюлетня та Державної програми розвитку ЗС України, які передбачають можливості корегування запланованих результатів, розроблений методичний підхід набуває значної актуальності, бо він дозволить обґрунтовано корегувати як рівень економічної складової воєнної безпеки держави, так і показники його ресурсної забезпеченості.

Перспективи подальших досліджень

Напрямок подальших досліджень вбачається у визначенні методичних підходів щодо оцінювання рівня національної безпеки держави.

Список використаних джерел

1. Радвик Б. Военное планирование и анализ систем [Текст] / Перевод с англ. В. Базарова / Под редакцией А.М. Пархоменко – М. : Воениздат, 1972. – 477 с.
2. Стратегічний оборонний бюлетень України на період до 2015 року. (Біла книга України) [Текст] – К. : МОУ, 2004. – 96 с.
3. Державна програма розвитку Збройних Сил України на 2006–2011 роки [Текст] – К., 2006. – 65 с.
4. Біла книга 2009. Збройні Сили України [Текст] – К. : МОУ, 2010. – 92 с.
5. Біла книга 2010. Збройні Сили України [Текст] – К. : МОУ, 2011. – 107 с.
6. Біла книга 2011. Збройні Сили України [Текст] – К. : МОУ, 2011. – 91 с.
7. Семененко О.М. Щодо оцінювання результатів виконання заходів програм розвитку Збройних Сил України за плановий період [Текст] / О.М. Семененко, В.П. Дідіченко // ЗНП ЦНДІ ЗС України, 2010. – № 4 (54). – С. 180–191.

Рецензент: Моторний В.А., к. держ.упр., Військова академія (м. Одеса).

МЕТОДИЧЕСКИЙ АПАРАТ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ВОЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСУДАРСТВА

О.Г. Водчиц, В.В. Кострач, Э.И. Сарафанюк, О.И. Зарицкий

В статье авторами был предложен методический подход к оцениванию состояния (уровня) экономической составляющей военной безопасности на основе оценок их ресурсных возможностей.

Ключевые слова: военная безопасность, составляющие военной безопасности, уровень военной безопасности.

ANALYTICAL TOOLS ASSESSMENT OF THE ECONOMIC COMPONENT OF MILITARY SECURITY

O. Vodchyts, V. Kostrach, E. Sarafanyuk, O. Zaryckyj

In the article the author suggested methodological approach to the evaluation of the state (level) economic component of military security based on estimates of the resources.

Keywords: military security, military security components, the level of military security.

УДК [623.611:621.396]:519.876.5

А.П. Волобуєв¹, к.т.н., с.н.с.**І.Ю. Волобуєва¹****О.Ю. Коркін²**¹Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна²Військова академія (м. Одеса), Україна

МЕТОД МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ В СИСТЕМІ РАДІОЗВ'ЯЗКУ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕНЗОРНОГО ЧИСЛЕННЯ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ СТІЙКІСТЮ ЗВ'ЯЗКУ В ПРОЦЕСІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НЕОБХІДНОГО РІВНЯ ЇЇ РАДІОМАСКУВАННЯ

У статті запропонований метод математичного моделювання інформаційного обміну в системі радіозв'язку військового призначення на основі тензорного числення для управління стійкістю зв'язку в процесі забезпечення необхідного рівня її радіомаскування. В якості стійкості зв'язку розглядається стійкість динаміки 4-тензору електромагнітного поля в об'ємі приймальної антени радіостанції по Ляпунову.

Ключові слова: математичне моделювання, система радіозв'язку військового призначення, інформаційний обмін, стійкість по Ляпунову, радіомаскування, тензор електромагнітного поля.

Постановка проблеми у загальному вигляді

Сьогодні на озброєнні у збройних силах розвинених у воєнному плані країн перебувають сучасні засоби та системи радіорозвідки [1-7], які з високою ефективністю спроможні викривати системи військового радіозв'язку, що розгортаються в інтересах різних ланок управління Збройних Сил України. Враховуючи те, що дії, спрямовані на зниження ефективності систем радіорозвідки противника є радіомаскуванням [8], можна зробити висновок про наявність об'єктивної суперечності між необхідним рівнем радіомаскування сучасних систем військового радіозв'язку та можливостями розглянутих систем радіозв'язку щодо забезпечення необхідного рівня радіомаскування. Для розв'язання цієї суперечності, враховуючи фізичне та моральне старіння наявного в Збройних Силах України парку засобів радіозв'язку, доцільним є створення системи радіозв'язку військового призначення (СР ВП), в якій би здійснювалося адаптивне управління рівнем радіомаскування СР ВП з метою забезпечення його необхідного рівня. Але у процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування виникає ризик погіршення стійкості зв'язку в СР ВП, що робить СР ВП неспроможною виконувати завдання за призначенням. Тому актуальним науковим завданням є математичне моделювання інформаційного обміну в СР ВП у процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування для управління стійкістю зв'язку і недопущення критичного її погіршення. Це наголошує на незмінно значній ролі математичних методів дослідження систем радіозв'язку військового призначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій показав, що стійкість зв'язку в СР ВП розглядається переважно з позиції стійкості до зовнішніх впливів на військовий зв'язок, а саме, впливу засобів радіоелектронної боротьби противника, засобів його вогневого ураження і т.ін. [9-19]. Для моделювання стійкості зв'язку застосовувалися різноманітні ймовірні моделі [10-13, 16, 19], доведення адекватності котрих вимагає наявності досить значних обсягів статистичних даних, або детерміновані моделі [9, 12, 14, 17, 18], що базуються на оперуванні скалярними потужностями, які подаються на передавальні антени радіостанцій СР ВП та потужностями, які знімаються з виходів приймальних антен радіостанцій ПРСР ВП. Але більш адекватним та фундаментальним був би розгляд не просто скалярних потужностей, а розгляд в цілому електромагнітного поля (ЕМП), що збуджується в цих антенах, та згідно з [20-21] подається антисиметричним 4-тензором ЕМП. Крім того, математичне моделювання інформаційного обміну в СР ВП для управління стійкістю зв'язку у процесі забезпечення необхідного рівня її радіомаскування у відомій літературі не виявлено.

Формулювання мети статті

Розробити метод математичного моделювання інформаційного обміну в СР ВП на основі тензорного числення для управління стійкістю зв'язку у процесі забезпечення необхідного рівня її радіомаскування, розглядаючи в якості стійкості зв'язку стійкість динаміки 4-тензору ЕМП по Ляпунову.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розглянемо кінцевий обсяг операційного району, в якому розгорнуто СР ВП, і для спрощення подальших обчислень будемо вважати, що операційний район має форму прямокутного паралелепіпеда, які відповідно складають X – по фронту, км; Y – у глибину, км; Z – по висоті, км. ЕМП, що створюється передавальною радіостанцією СР ВП з поточними координатами (x_g, y_g, z_g) в обсязі приймальної антени радіостанції з поточними координатами (x_n, y_n, z_n) в момент часу t , згідно з [20], є 4-тензорним полем другого рангу, що подається антисиметричним 4-тензором $F_{[\mu\nu]}$ ЕМП:

$$F_{[\mu\nu]} = \frac{\partial A_\nu}{\partial x^\mu} - \frac{\partial A_\mu}{\partial x^\nu}, \quad (1)$$

де $A_\mu = (A_0, A_1, A_2, A_3) = (\varphi, \mathbf{A})$ – 4-потенціал ЕМП в об'ємі приймальної антени;

$\varphi = A_0$ – скалярний потенціал ЕМП в об'ємі приймальної антени;

$\mathbf{A} = \mathbf{A}(A_1, A_2, A_3)$ – векторний потенціал ЕМП в об'ємі приймальної антени.

Тензор (1) також можна подати таким чином:

$$F_{[\mu\nu]} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 0 & (\partial_0 A_1 - \partial_1 A_0) & (\partial_0 A_2 - \partial_2 A_0) & (\partial_0 A_3 - \partial_3 A_0) \\ -(\partial_0 A_1 - \partial_1 A_0) & 0 & (\partial_1 A_2 - \partial_2 A_1) & (\partial_1 A_3 - \partial_3 A_1) \\ -(\partial_0 A_2 - \partial_2 A_0) & -(\partial_1 A_2 - \partial_2 A_1) & 0 & (\partial_2 A_3 - \partial_3 A_2) \\ -(\partial_0 A_3 - \partial_3 A_0) & -(\partial_1 A_3 - \partial_3 A_1) & -(\partial_2 A_3 - \partial_3 A_2) & 0 \end{pmatrix} =$$

$$= \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 0 & E_x & E_y & E_z \\ -E_x & 0 & -B_z & B_y \\ -E_y & B_z & 0 & -B_x \\ -E_z & -B_y & B_x & 0 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

де $E_k (k=1,2,3)$ – вектор напруженості електричного поля в об'ємі приймальної антени радіостанції;

B_k – вектор магнітної індукції в об'ємі приймальної антени радіостанції.

Отримати потенціали ЕМП в об'ємі приймальної антени радіостанції можна з системи рівнянь (3) [20]:

$$\Delta \mathbf{A} - \frac{\epsilon_g \mu_g}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{A}}{\partial t^2} = -\frac{4\pi \mu_g}{c} \mathbf{j}_g + \nabla \left(\nabla \mathbf{A} + \frac{\epsilon_g \mu_g}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right),$$

$$\Delta \varphi = -\frac{4\pi}{\epsilon_g} \rho_g - \frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} (\nabla \mathbf{A})$$

де $\nabla = \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z}$ – оператор набла (Гамільтона);

$\Delta = \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$ – оператор Лапласа;

- ϵ_{ϵ} – діелектрична проникність передавальної антени;
 μ_{ϵ} – магнітна проникність передавальної антени;
 $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль;
 $\mathbf{j}_{\epsilon}$ – щільність струму в об'ємі передавальної антени;
 ρ_{ϵ} – щільність заряду в об'ємі передавальної антени.

Тоді компоненти векторів напруженості електричного поля та магнітної індукції в об'ємі приймальної антени можна отримати з рівнянь (4) [20]:

$$\begin{aligned} \mathbf{B} &= [\nabla \mathbf{A}] \\ \mathbf{E} &= -\Delta \varphi - \frac{1}{c} \frac{\partial \mathbf{A}}{\partial t}. \end{aligned} \quad (4)$$

Також можливо отримати співвідношення між амплітудою напруженості електричного поля в об'ємі приймальної антени, та характеристиками радіостанції:

$$E_n^2 = \frac{S_{\text{об}} \eta_{\epsilon} \sqrt{\mu_n / \epsilon_n} L}{\lambda^2 \left((x_n - x_{\epsilon})^2 + (y_n - y_{\epsilon})^2 + (z_n - z_{\epsilon})^2 \right)} W_{\epsilon}, \quad (5)$$

де $S_{\text{об}}$ – дійсна площа передавальної антени;

η_{ϵ} – коефіцієнт корисної дії антено-фідерного тракту передавальної антени;

μ_n – магнітна проникність приймальної антени;

ϵ_n – діелектрична проникність передавальної антени;

λ – довжина хвилі;

L – ослаблення електромагнітної хвилі в середовищі операційного району;

W_{ϵ} – потужність, що подається на передавальну антену.

Таким чином, компоненти тензору ЕМП в об'ємі приймальної антени залежать від характеристик радіостанцій: $F_{[\mu\nu]} = F_{[\mu\nu]}(S_{\text{об}}, \eta_{\epsilon}, \mu_n, \epsilon_n, \lambda, W_{\epsilon}, x_n, y_n, z_n, x_{\epsilon}, y_{\epsilon}, z_{\epsilon})$. У процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування СР ВП будуть корегуватися значення характеристик радіостанцій, що призведе до деформації ЕМП в об'ємі приймальної антени. Отримаємо тензор деформації ЕМП в об'ємі приймальної антени у процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування. Для цього виконаємо симетрування [21] 4-тензора ЕМП і отримаємо такий симетричний тензор $\mathbf{F}_{(\mu\nu)}$:

$$\mathbf{F}_{(\mu\nu)} = \begin{pmatrix} 2\partial_0 A_0 & (\partial_0 A_1 + \partial_1 A_0) & (\partial_0 A_2 + \partial_2 A_0) & (\partial_0 A_3 + \partial_3 A_0) \\ (\partial_0 A_1 + \partial_1 A_0) & 2\partial_1 A_1 & (\partial_1 A_2 + \partial_2 A_1) & (\partial_1 A_3 + \partial_3 A_1) \\ (\partial_0 A_2 + \partial_2 A_0) & (\partial_1 A_2 + \partial_2 A_1) & 2\partial_2 A_2 & (\partial_2 A_3 + \partial_3 A_2) \\ (\partial_0 A_3 + \partial_3 A_0) & (\partial_1 A_3 + \partial_3 A_1) & (\partial_2 A_3 + \partial_3 A_2) & 2\partial_3 A_3 \end{pmatrix}. \quad (6)$$

З розгляду 4-тензора (6) видно, що в ньому співвідношення між частковими похідними 4-потенціалу $\mathbf{A}_{\mu}$ вже інші, ніж в (2) і не відповідають співвідношенням для електричного та магнітного поля. У зв'язку з цим встановимо сутність компонентів симетричного 4-тензора $\mathbf{F}_{(\mu\nu)}$. Симетричний 4-тензор (6) можна розкласти на 4-тензор $\mathbf{G}_{(\mu\nu)}$:

$$\mathbf{G}_{(\mu\nu)} = \begin{pmatrix} 2\partial_0 A_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 2\partial_1 A_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2\partial_2 A_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2\partial_3 A_3 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} G_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & G_x & 0 & 0 \\ 0 & 0 & G_y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & G_z \end{pmatrix} \quad (7)$$

та 4-тензор $\mathbf{D}_{(\mu\nu)}$:

$$\mathbf{D}_{(\mu\nu)} = \begin{pmatrix} 0 & (\partial_0 A_1 + \partial_1 A_0) & (\partial_0 A_2 + \partial_2 A_0) & (\partial_0 A_3 + \partial_3 A_0) \\ (\partial_0 A_1 + \partial_1 A_0) & 0 & (\partial_1 A_2 + \partial_2 A_1) & (\partial_1 A_3 + \partial_3 A_1) \\ (\partial_0 A_2 + \partial_2 A_0) & (\partial_1 A_2 + \partial_2 A_1) & 0 & (\partial_2 A_3 + \partial_3 A_2) \\ (\partial_0 A_3 + \partial_3 A_0) & (\partial_1 A_3 + \partial_3 A_1) & (\partial_2 A_3 + \partial_3 A_2) & 0 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} 0 & K_x & K_y & K_z \\ K_x & 0 & L_z & L_y \\ K_y & L_z & 0 & L_x \\ K_z & L_y & L_x & 0 \end{pmatrix}. \quad (8)$$

Спираючись на [22], можна зробити висновок, що 4-тензор $\mathbf{G}_{(\mu\nu)}$ (7) описує об'ємні деформації розтягування/стискання, а 4-тензор $\mathbf{D}_{(\mu\nu)}$ (8) описує деформації зсуву поля 4-потенціалу $\mathbf{A}_\mu$ у процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування СР ВП. Компоненти тензора $\mathbf{D}_{(\mu\nu)}$ у тривимірному просторі можна подати у вигляді компонентів двох векторів: полярного вектора $\mathbf{K}_k$, що подає деформацію зсуву в трьох площинах з часовою та просторовими осями координат, і вектору $\mathbf{L}_k$, що подає деформацію зсуву в трьох площинах з просторовими осями координат. З урахуванням їх особливостей, цим векторам можна дати назву: $\mathbf{K}_k$ – вектор просторово-часової деформації за рахунок радіомаскування, $\mathbf{L}_k$ – вектор просторової деформації за рахунок радіомаскування.

Знайдемо рівняння зв'язку між компонентами симетричного 4-тензора деформації ЕМП $\mathbf{F}_{(\mu\nu)}$ (6) і компонентами тензора ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$ (2). Оскільки 4-тензор $\mathbf{F}_{(\mu\nu)}$ є симетричним, то з його компонентів достатньо розглянути лише незалежні. Записавши часткові похідні за часом і простором цих компонентів тензора $\mathbf{F}_{(\mu\nu)}$, можна отримати вихідні співвідношення, з яких за аналогією з умовами Сен-Венана та рівняннями Бельтрамі [22] для суцільних середовищ отримуються шукані диференціальні рівняння зв'язку:

$$\partial_x \partial_x G_t - \partial_t \partial_t G_x = 2 \partial_x \partial_t E_x \quad (9)$$

$$\partial_t \partial_t G_y - \partial_y \partial_y G_t = 2 \partial_y \partial_t E_y \quad (10)$$

$$\partial_t \partial_t G_z - \partial_z \partial_z G_t = 2 \partial_z \partial_t E_z \quad (11)$$

$$\partial_z \partial_z G_y - \partial_y \partial_y G_z = 2 \partial_y \partial_z B_x \quad (12)$$

$$\partial_x \partial_x G_z - \partial_z \partial_z G_x = 2 \partial_x \partial_z B_y \quad (13)$$

$$\partial_y \partial_y G_x - \partial_x \partial_x G_y = 2 \partial_y \partial_x B_z \quad (14)$$

$$\partial_x K_z + \partial_x E_z = \partial_t L_y + \partial_t B_y \quad (15)$$

$$\partial_y K_x + \partial_y E_x = \partial_t L_z + \partial_t B_z \quad (16)$$

$$\partial_z K_y + \partial_z E_y = \partial_t L_x + \partial_t B_x \quad (17)$$

$$\partial_x K_y + \partial_x E_y = \partial_t L_z + \partial_t B_z \quad (18)$$

$$\partial_y K_z + \partial_y E_z = \partial_t L_x + \partial_t B_x \quad (19)$$

$$\partial_z K_x + \partial_z E_x = \partial_t L_y + \partial_t B_y \quad (20)$$

$$\partial_z L_y + \partial_z B_y = \partial_x G_z \quad (21)$$

$$\partial_x L_z + \partial_x B_z = \partial_y G_x \quad (22)$$

$$\partial_y L_x + \partial_y B_x = \partial_z G_y \quad (23)$$

$$\partial_y L_z + \partial_y B_z = \partial_x G_y \quad (24)$$

$$\partial_z L_x + \partial_z B_x = \partial_y G_z \quad (25)$$

$$\partial_x L_y + \partial_x B_y = \partial_z G_x \quad (26)$$

$$\partial_y K_x - \partial_y E_x = \partial_x K_y - \partial_x E_y \quad (27)$$

$$\partial_z K_x - \partial_z E_x = \partial_x K_z - \partial_x E_z \quad (28)$$

$$\partial_z K_y - \partial_z E_y = \partial_y K_z - \partial_y E_z \quad (29)$$

$$\partial_y L_y - \partial_y B_y = \partial_z L_z + \partial_z B_z \quad (30)$$

$$\partial_x L_x - \partial_x B_x = \partial_y L_y + \partial_y B_y \quad (31)$$

$$\partial_z L_z - \partial_z B_z = \partial_x L_x + \partial_x B_x \quad (32)$$

$$\partial_x K_x + \partial_x E_x = \partial_t G_x \quad (33)$$

$$\partial_y K_y + \partial_y E_y = \partial_t G_y \quad (34)$$

$$\partial_z K_z + \partial_z E_z = \partial_t G_z \quad (35)$$

$$\partial_t K_x - \partial_t E_x = \partial_x G_t \quad (36)$$

$$\partial_t K_y - \partial_t E_y = \partial_y G_t \quad (37)$$

$$\partial_t K_z - \partial_t E_z = \partial_z G_t \quad (38)$$

В теорії ЕМП, при розгляді його в потенціалах, для спрощення рівнянь застосовують калібрування Кулона і Лоренца.

$$\nabla \mathbf{A} + \frac{\varepsilon \mu}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t} = 0$$

$$\nabla \mathbf{A} = 0$$

У випадку, що розглядається, члени цих калібрувальних умов являтимуть собою компоненти 4-тензора розтягування/стискання $\mathbf{G}_{[\mu\nu]}$ й описуватимуть об'ємну деформацію ЕМП у процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування СР ВП, а сума цих компонентів буде першим інваріантом 4-тензора $\mathbf{G}_{[\mu\nu]}$. При цьому виключення з рівнянь компонентів 4-тензора $\mathbf{G}_{[\mu\nu]}$ означатиме виключення з рівнянь об'ємної деформації ЕМП.

Тепер введемо поняття стійкості зв'язку по Ляпунову [23] у процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування. Припустимо, що 4-тензор ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$ має 6 ступенів свободи:

$$S_{\partial\theta}, \eta_{\theta}, \mu_n, \varepsilon_n, \lambda, W, \quad (39)$$

які його визначають. Розглядаючи змінні (39) як функції часу, перші похідні від них позначимо так:

$$S'_{\partial\theta}, \eta'_{\theta}, \mu'_n, \varepsilon'_n, \lambda', W'. \quad (40)$$

Ці функції мають відповідати деяким диференціальним рівнянням другого порядку [23]. Нехай для цих рівнянь знайдено яке-небудь часткове рішення:

$$S_{\partial\theta} = f_1(t), \eta_{\theta} = f_2(t), \mu_n = f_3(t), \varepsilon_n = f_4(t), \lambda = f_5(t), W_{\theta} = f_6(t).$$

Такому частковому рішенням буде відповідати деяка визначена динаміка 4-тензора ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$. Порівнюючи її у відомому співвідношенні з іншими, можливими для неї при тих самих заходах щодо забезпечення необхідного рівня радіомаскування, цю динаміку будемо називати незбуреною в процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування СР ВП, а решту, з якими вона порівнюється, – збуреними у процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування СР ВП.

Розуміючи під t_0 деякий даний момент часу, назовемо значення показників (39–40) в якій-небудь динаміці 4-тензора ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$ через $S_{\partial\theta_0}, \eta_{\theta_0}, \mu_{n_0}, \varepsilon_{n_0}, \lambda_0, W_{\theta_0}, S'_{\partial\theta_0}, \eta'_{\theta_0}, \mu'_{n_0}, \varepsilon'_{n_0}, \lambda'_0, W'_{\theta_0}$.

Нехай

$$\begin{aligned} S_{\partial\theta_0} &= f_1(t) + \alpha_1, \eta_{\theta_0} = f_2(t) + \alpha_2, \mu_{n_0} = f_3(t) + \alpha_3, \\ \varepsilon_{n_0} &= f_4(t) + \alpha_4, \lambda_0 = f_5(t) + \alpha_5, W_{\theta_0} = f_6(t) + \alpha_6, \\ S'_{\partial\theta_0} &= f'_1(t) + \alpha'_1, \eta'_{\theta_0} = f'_2(t) + \alpha'_2, \mu'_{n_0} = f'_3(t) + \alpha'_3, \\ \varepsilon'_{n_0} &= f'_4(t) + \alpha'_4, \lambda'_0 = f'_5(t) + \alpha'_5, W'_{\theta_0} = f'_6(t) + \alpha'_6, \end{aligned}$$

де $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3, \alpha'_4, \alpha'_5, \alpha'_6$ – дійсні константи.

Завданням цих констант, які будемо називати збуреннями, визначиться збурена динаміка 4-тензора ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$. Будемо передбачати, що їм можна надавати будь-які достатньо малі значення.

Говорячи про збурені динаміки 4-тензора ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$, близькі до незбуреної, будемо розуміти динаміки, для яких збурення достатньо малі.

Нехай $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ – які-небудь безперервні дійсні функції величин

$$S_{\partial\theta_0}, \eta_{\theta_0}, \mu_{n_0}, \varepsilon_{n_0}, \lambda_0, W_{\theta_0}, S'_{\partial\theta_0}, \eta'_{\theta_0}, \mu'_{n_0}, \varepsilon'_{n_0}, \lambda'_0, W'_{\theta_0}.$$

Для незбуреної динаміки вони перетворюються на деякі відомі функції t , які позначимо через $F_1, F_2, \dots, F_n$. Для збуреної динаміки вони будуть функціями величин

$$t, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3, \alpha'_4, \alpha'_5, \alpha'_6.$$

Коли всі $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3, \alpha'_4, \alpha'_5, \alpha'_6$ дорівнюють нулю, величини

$$Q_1 - F_1, Q_2 - F_2, \dots, Q_n - F_n$$

будуть дорівнювати нулю для будь-якого t .

Але, якщо константи $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3, \alpha'_4, \alpha'_5, \alpha'_6$ не нульові, а передбачаються всі нескінченно малими, то виникає питання щодо можливості призначення таких нескінченно малих меж для величин $Q_s - F_s$, котрих останні б ніколи не перевищили за числовими значеннями.

Розв'язання цього питання залежить як від характеру незбуреної динаміки 4-тензору ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$, так і від вибору функцій $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ і моменту часу t_0 . При певному виборі останніх, відповідь на це питання буде, відповідно, характеризувати у відомому співвідношенні незбурену динаміку 4-тензору ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$, визначаючи собою ту його властивість, котру будемо називати стійкістю зв'язку по Ляпунову в ПРСР ВП, і протилежну йому – нестійкістю.

За аналогією з [23] будемо займатися лише випадками, коли вирішення цього питання не залежить від вибору моменту t_0 , в якому здійснюються збурення. Тому прийнемо таке визначення:

Нехай $N_1, N_2, \dots, N_n$ – довільно задані позитивні числа. Якщо при будь-яких N_s , якими б малими вони не були, можуть бути обрані позитивні числа $\Lambda_1, \Lambda_2, \Lambda_3, \Lambda_4, \Lambda_5, \Lambda_6, \Lambda'_1, \Lambda'_2, \Lambda'_3, \Lambda'_4, \Lambda'_5, \Lambda'_6$ так, щоб при будь-яких дійсних $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6, \alpha'_1, \alpha'_2, \alpha'_3, \alpha'_4, \alpha'_5, \alpha'_6$, які відповідають умовам

$$|\alpha_j| \leq \Lambda_j, |\alpha'_j| \leq \Lambda'_j,$$

і при будь-якому t , що перевищує t_0 , виконуються нерівності

$$|Q_1 - F_1| < N_1, |Q_2 - F_2| < N_2, \dots, |Q_n - F_n| < N_n,$$

то незбурена динаміка 4-тензора ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$ по відношенню до величин $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ стійка, у протилежному випадку – нестійка.

Особливістю такого подання буде те, що динаміка 4-тензора ЕМП $\mathbf{F}_{[\mu\nu]}$ в одній системі координат може бути нестійкою, в той час як в деякій іншій системі координат – стійкою.

Висновки з дослідження і перспективи подальших досліджень у цьому напрямку

Запропонований метод математичного моделювання інформаційного обміну в СР ВП на основі тензорного числення для управління стійкістю зв'язку в процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування. В якості стійкості зв'язку розглядається стійкість динаміки 4-тензора ЕМП по Ляпунову в об'ємі приймальної антени радіостанції СР ВП. Показано, що в процесі забезпечення необхідного рівня радіомаскування виникають деформації ЕМП, отриманий тензор деформації ЕМП та диференційні рівняння зв'язку між компонентами антисиметричного 4-тензора ЕМП в об'ємі приймальної антени радіостанції СР ВП та тензора деформації ЕМП. Вказано на зв'язок між компонентами вищезазначених тензорів та характеристиками радіостанцій СР ВП, що дозволяє формувати оптимізаційне завдання із забезпечення максимального рівня радіомаскування при мінімально припустимій стійкості зв'язку в СР ВП.

В майбутніх роботах доцільні постановка та розв'язання означеного оптимізаційного завдання та розроблення відповідного програмного забезпечення для автоматизованої системи управління СР ВП.

Список використаних джерел

1. Оружие и технологии России: энциклопедия. XXI век в 13 т. [Текст] / под ред. зам. Пред. Прав-ва РФ – Министра обороны РФ С. Иванова. – М. : Изд. дом «Оружие и технологии», 2006. – 695 с. – Т. XIII: Системы управления, связи и радиоэлектронной борьбы, 2006.
2. Фиолентов А. Французский авиационный комплекс радиоэлектронной разведки SARIG-NG [Текст] / А. Фиолентов // Зарубежное военное обозрение, 2002. – № 4. – С. 44–46.
3. Фароский А. Средства радиоэлектронной войны ВМС Франции [Текст] / А. Фароский // Зарубежное военное обозрение, 2001. – № 5–6. – С. 75–82.
4. Стрелецкий А. Мобильный автоматизированный комплекс радиоразведки сухопутных войск США [Текст] / А. Стрелецкий // Зарубежное военное обозрение, 2001. – № 5–6. – С. 40–42.
5. Стрелецкий А. Система радиоэлектронной разведки сухопутных войск США «Гардрейл коммон сенсор» [Текст] / А. Стрелецкий // Зарубежное военное обозрение, 2001. – № 9. – С. 23–26.
6. Кондратьев А. Перспективный комплекс РРТР и РЭВ сухопутных войск США «Профет» [Текст] / А. Кондратьев // Зарубежное военное обозрение, 2008. – № 7. – С. 37–41.
7. Стрелецкий А. Американский перспективный наземный комплекс ведения радиоэлектронной войны «Вулфпак» [Текст] / А. Стрелецкий // Зарубежное военное обозрение, 2002. – № 10. – С. 27–28.
8. Военный энциклопедический словарь [Текст] [Пред. гл. ред. комиссии Маршал Советского Союза С.Ф. Ахромеев]. – М. : Воениздат, 1986 – 863 с.
9. Харкевич А.А. Очерки общей теории связи [Текст] / А.А. Харкевич. – М. : Госиздат-во технико-теоретической лит-ры, 1955. – 268 с.
10. Финк Л.М. Общая теория связи [Текст] / Л.М. Финк, В.И. Коржик, Д.Л. Бураченко и др.; под ред. Л.М. Финка. – Л. : Военная академия связи, 1970. – 411 с.
11. Захаров Г.П. Методы исследования систем связи [Текст] / Г.П. Захаров. – Л. : Военная академия связи, 1965. – 428 с.
12. Шаров А.Н. Адаптивные автоматизированные системы военной связи [Текст] / А.Н. Шаров, Ю.П. Килимник, Е.В. Лебединский, В.К. Прохоров; под ред. А.Н. Шарова. – Л. : Военная академия связи, 1978. – 284 с.
13. Туник А.Т. Военные системы радиосвязи [Текст] / А.Т. Туник, Ю.П. Килимник, В.К. Прохоров и др.; под ред. А.Т.Туника. – Л. : Военная академия связи, 1985. – 576 с.
14. Игнатов В.В. Военные системы радиосвязи [Текст]: в 2 ч. / В.В. Игнатов, В.Ф. Пивоваров и др.; под. ред. В.В. Игнатова. – Л. : Военная академия связи, 1989. – 176 с. – Ч. 2: Средства, комплексы радиосвязи, радиоцентры и основы их боевого применения, 1989.
15. Попов К.Н. Пути повышения надежности военной радиосвязи [Текст] / К.Н. Попов, В.К. Прохоров, А.Н. Шаров. – Л. : Военная академия связи, 1974. – 196 с.
16. Котельников В.А. Теория потенциальной помехоустойчивости [Текст] / В.А. Котельников. – М. : Гос. энергоиздат-во, 1956. – 153 с.
17. Альперт Я.Л. Распространение радиоволн [Текст] / Я.Л. Альперт, В.Л. Гинзбург, Е.Л. Фейнберг. – М. : Гос. тех. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1953. – 883 с.
18. Elmasry, George F. Tactical wireless communications and networks: design concepts and challenges [Text] / George F. Elmasry. – NJ, USA: XPRT Solutions, Inc., A DSCI Company. Wiley, 2012. – 301 p.
19. Kelleher James J. Tactical communications network modelling and reliability analysis: overview [Text] / James J. Kelleher. – Adelphi, Maryland:Survivability management office U.S. Army LABCOM, 2001. – 92 p.
20. Ландау Л.Д. Краткий курс теоретической физики [Текст]: в 3 кн. / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М. : Наука: Глав. ред. физ.-мат. лит., 1969. – 271 с. – Кн.1: Механика. Электродинамика, 1969.
21. Акивис М.А. Тензорное исчисление [Текст] / М.А. Акивис, В.В. Гольдберг. – М. : Изд-во «Наука», Глав. ред. физ.-мат. лит-ры, 1972. – 351 с.

22. Лейбензон Л.С. Курс теории упругости [Текст] / Л. С. Лейбензон. – М. : ОГИЗ, 1947. – 465 с.

23. Ляпунов А.М. Общая задача об устойчивости движения [Текст] / А.М. Ляпунов. – М. : Госиздат-во технико-теоретической лит-ры, 1950. – 473 с.

Рецензент: Бачинський В.В., к.т.н., с.н.с. Військова академія (м. Одеса).

**МЕТОД МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО
ОБМЕНА В СИСТЕМЕ РАДИОСВЯЗИ ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕНЗОРНОГО
ИСЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СТОЙКОСТЬЮ СВЯЗИ В ПРОЦЕССЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
НЕОБХОДИМОГО УРОВНЯ ЕЕ РАДИОМАСКИРОВКИ**

А.П. Волобуев, И.Ю. Волобуева, А.Ю. Коркин

В статье предложен метод математического моделирования информационного обмена в системе радиосвязи военного назначения на основе тензорного исчисления для управления устойчивостью связи в процессе обеспечения необходимого уровня ее радиомаскировки. В качестве устойчивости связи рассматривается устойчивость динамики 4-тензора электромагнитного поля в объеме приемной антенны радиостанции по Ляпунову.

Ключевые слова: математическое моделирование, система радиосвязи военного назначения, информационный обмен, устойчивость по Ляпунову, тензор электромагнитного поля.

**THE METHOD OF MATHEMATICAL MODELING OF INFORMATION EXCHANGE IN A
WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM FOR MILITARY PURPOSES BASED ON TENSOR
CALCULUS FOR RESISTANCE MANAGEMENT IN THE PROCESS OF COMMUNICATION TO
ENSURE THE NECESSARY LEVEL OF ITS RADIO CAMOUFLAGE**

A. Volobuev, I. Volobueva, O. Korkin

In the article the method of mathematical modeling of an information exchange in military radiosystem based on tensor calculus for sustainability communication management in the process of securing the required level of its radio camouflage was offered. As the stability of communication is considered dynamics Lyapunov stability 4-tensor of the electromagnetic field in the volume of the radio receiving antenna.

Keywords: mathematical modeling, military radiosystem, information exchange, Lyapunov stability, electromagnetic field tensor.

УДК 355.02

О.М. Семененко¹**Ю.Б.Добровольський²****А.Є. Єфіменко³****О.С. Паюк²**¹Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна²Воєнна кафедра Національного авіаційного університету, м. Київ, Україна³Військова академія (м. Одеса), Україна

ОСНОВНІ ВОЄННО-ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНУВАННЯ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

У статті розкрито основні воєнно-економічні аспекти комплексного планування розвитку збройних сил і запропоновано порядок розробки та реалізації програм і планів розвитку.

Ключові слова: оборонне планування, програми розвитку збройних сил.

Постановка проблеми

Забезпечення обороноздатності залишається однією з найважливіших функцій сучасної держави. Здатність держави самостійно захищатися від зовнішніх загроз є головним елементом традиційних уявлень про суверенітет. Оборона України, захист її суверенітету, територіальної цілісності та недоторканості покладається на Збройні Сили (ЗС) України [1]. Однак, аналіз ситуації, що склалася у ЗС України сьогодні [1–5], виявляє низку проблем, які не дозволяють ЗС України виконувати завдання за призначенням у повному обсязі та на відповідному рівні. Аналіз документів оборонного планування показує [5–8], що під час їх складання на перспективу, воєнно-економічним питанням приділяється значна увага як у процесі їх формування, так і під час оцінювання результатів їх виконання за плановий період. Але стає зрозумілим, що сучасний стан ЗС України не відповідає необхідному, завдяки наявності недосконалостей як у процесі фінансування ЗС, так і в процесах планування їх подальшого розвитку. Тому вивчення основних воєнно-економічних аспектів забезпечення обороноздатності держави в умовах комплексного планування розвитку ЗС України є досить актуальною та своєчасною темою досліджень сьогодні.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Аналіз досліджень з проблематики формування реалістичних програм та планів розвитку ЗС приділена значна увага [1–10]. Але сьогодні повне оновлення ЗС України не можливо уявити без удосконалення наявної системи оборонного планування. Удосконалення процесу розробки та виконання програм і планів розвитку ЗС повинно ґрунтуватися на основі формування комплексного підходу щодо планування та виконання взаємопов'язаних із економічними можливостями держави заходів щодо створення, підготовки боєздатних та боєготових ЗС України. Важливим етапом в оновленні будь-яких ЗС держави є формування нових політичних установок керівництва щодо підвищення ефективності розвитку ЗС в подальшому. Цей процес накладає відповідні відбитки і на процес воєнного будівництва [9, 10]. Тобто будівництво ЗС повинно буде забезпечуватися переважно новими якісними параметрами. Визначальним фактором в реалізації відповідної політичної установки є розробка та успішне втілення сучасних економічних стратегій держави як у сфері оборони, так і в державі загалом.

Постановка задачі та її розв'язання.

Виокремлення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

Визначення та розкриття основних воєнно-економічних аспектів економічної стратегії України в оборонній сфері щодо комплексного планування майбутнього розвитку ЗС України є досить актуальним питанням сьогодення та потребує постійного вивчення та дослідження в сучасних умовах їх реформування та розвитку.

З огляду на це, метою статті є визначення основних воєнно-економічних аспектів комплексного планування розвитку Збройних Сил України та пропонування порядку розробки і реалізації програм та планів їх розвитку.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Зазвичай умовам, що складаються на кожному конкретному етапі розвитку міжнародної воєнно-політичної обстановки, повинен відповідати певний склад збройних сил, який найбільше забезпечує недоторканість національних інтересів країни. Однак умови: соціальні, політичні, економічні, воєнні та технічні доволі швидко змінюються. Під впливом багатьох факторів, у тому числі швидкого темпу науково-технічного прогресу, безперервно підвищується ступінь динамічності змінення міжнародної обстановки.

Основним засобом, що забезпечує пристосованість будь-якої системи, у тому числі і такої, як збройні сили, до змін зовнішнього середовища, є планування її розвитку. У зв'язку зі швидкими змінами зовнішніх умов вимоги до якості планування усіх заходів, що стосуються розвитку збройних сил, стають більш жорсткими. Це обумовлено багатьма причинами, серед яких можна назвати: збільшення можливостей сил та засобів та, як наслідок, посилення взаємозв'язку і взаємозалежності між видами збройних сил та родами військ; підвищення ролі усіх видів забезпечення при виконанні бойових завдань; подовження терміну розробки озброєння; ускладнення бойової техніки та, як наслідок, підвищення вимог до кваліфікації особового складу тощо.

Сьогодні планування розвитку збройних сил – це, насамперед, діяльність, що спрямована на інтеграцію планування у видах збройних сил та інших органах у єдине ціле, а також інтегрування процесів оборонного та бюджетного планування в єдину систему розвитку ЗС, з метою регулювання розвитку окремих елементів в інтересах системи в цілому. Без єдиного комплексного підходу до планування неможливо правильно сформулювати стратегічні завдання збройних сил, визначити перспективи розвитку окремих видів ЗС, розподілити між ними ресурси, що виділені, а також знайти раціональну сукупність заходів щодо розвитку центральних органів, забезпечення військ, підготовки кадрів тощо.

В основу комплексного планування розвитку збройних сил можуть бути покладені такі принципи:

- взаємопов'язане вирішення усіх питань, які напряду або не напряду стосуються оборонних потреб, з позиції загальнодержавних інтересів (системний підхід до оцінювання альтернатив);
- відповідність між змістом стратегічних завдань та обсягами ресурсів, що виділяються на оборонні потреби (збалансованість завдань та ресурсів);
- розвиток угруповань сил на територіях можливих театрів воєнних дій та центральних органів збройних сил, виходячи з інтересів збройних сил у цілому (гармонічний розвиток елементів системи);
- взаємопов'язане планування заходів з розвитку сил та засобів, що мають однакове цільове призначення, але які належать до різних видів збройних сил (програмно-цільове планування);
- регулярна воєнно-економічна оцінка відповідності запланованих та досягнутих результатів заходів розвитку ЗС;
- регулярне коригування перспективних планових документів та періодичне подовження їх терміну дії для охоплення встановленого періоду планування (так зване безперервне планування) на основі результатів воєнно-економічного оцінювання.

Комплексне планування розвитку збройних сил повинно розглядатися як органічна частина державного планування. Визначення обсягів ресурсів, що виділяються на воєнні потреби та формування стратегічних завдань повинно проводитися, виходячи з загальнодержавних інтересів за умови, що виконання поставлених завдань, може бути забезпечено ресурсами, що виділені.

Передбачається, що загальні стратегічні завдання збройних сил, які є основою для визначення складу угруповань військ та завдань центральних органів, будуть визначатися відповідно до воєнно-політичних цілей, що постають перед збройними силами.

Щоб забезпечити найбільш раціональний варіант розподілу завдань та ресурсів між видами збройних сил при комплексному плануванні, доцільна розробка спеціальних загальних планових документів – цільових програм. Головне призначення програм – підвищити ступінь відповідності планів, що розробляються, завданням, які поставлені перед збройними силами.

Для поліпшення якості планування робіт щодо створення нового озброєння необхідно зробити більш наочним зв'язок між поточним вкладенням коштів у дослідження та розробки, та їх результатами у майбутньому. Це може бути забезпечено за рахунок значного збільшення періоду планування, який повинен дозволити оцінити ефективність капіталовкладень в оборонній галузі промисловості та витрати на розробку озброєння. Як показує практика, капіталовкладення у промисловість починають виправдовувати себе через шість і більше років, а тривалість періоду від початку розробки озброєння до його серійної розробки та передачі у війська складає іноді понад 10 років. Тому планування розвитку збройних сил повинно бути довгостроковим та охоплювати період від п'ятнадцяти до двадцяти років, а в деяких випадках міжнародної обстановки може досягати двадцять п'ять років.

Оскільки процес заміни застарілого озброєння є безперервним, необхідно зберігати тривалість «обрію» планування, тобто зробити його безперервним. При цьому довгостроковий план повинен слугувати постійним орієнтиром для проведення досліджень і розроблення озброєння та військової техніки (ОВТ), а також для розподілу капіталовкладень у розвиток галузей виробництва.

Середньостроковий план повинен містити інформацію про передбачені масштаби проведення різних заходів (обсяг серійних поставок ОВТ, капітального будівництва, підготовки кадрів тощо). Заходи, що заплановані на перший рік середньострокового плану, є основою для складання поточного плану.

Вибір раціонального бойового складу збройних сил для виконання перспективних завдань і розподіл ресурсів на дослідження та розробку ОВТ повинен здійснюватися на основі деяких передбачень про майбутнє, наприклад, сукупності прогнозів, що характеризують діапазон умов, які можуть скластися на кінець періоду планування.

Очевидно, що з часом спочатку прийняті умови будуть уточнюватися. Зменшиться ступінь невизначеності різних показників (термінів виконання заходів розвитку, термінів розробки нового озброєння, обсягів передбачених витрат тощо). Може також змінитися міжнародна обстановка, що призведе до перегляду стратегічних завдань та змінення необхідного бойового складу збройних сил. У цих умовах проведення деяких заходів, які заплановані при розробленні довгострокового плану, може стати нерациональним.

Крім того, довгострокове планове опрацювання проблеми розвитку будь-якої досить складної системи доцільно представляти як безперервний процес, у якому з наближенням термінів виконання певних заходів уточнюються як терміни, так і обсяг проведення останніх. Це обумовлює необхідність здійснення періодичного коригування планів.

У системі комплексного планування розвитку Збройних Сил України передбачається взаємопов'язана розробка планів трьох видів: генерального (довгострокового – Стратегічний оборонний бюлетень), розрахованого на 12 років; перспективного (середньострокового – Державна програма розвитку ЗС України), розрахованого на 6 років; поточного (короткострокового) – Плану утримання та розвитку ЗС України на один рік та орієнтовного на рік вперед, крім того повинна передбачатися розробка окремих цільових програм. Розглянемо необхідний зміст основних планових документів, які існують та можуть існувати у системі комплексного планування розвитку збройних сил.

Генеральний (довгостроковий перспективний) план повинен мати концепцію розвитку збройних сил на 25 років. При визначенні довгострокової перспективи розвитку збройних сил головним є вибір воєнно-політичних цілей та формулювання стратегічних завдань, на досягнення яких будуть спрямовані ресурси, що виділені на воєнні потреби.

Зазвичай, з усієї кількості цілей і завдань, які можуть бути виконані при певному обсязі ресурсів, необхідно обрати найбільш оптимальну їх комбінацію та одночасно визначити основні напрямки розвитку сил і засобів, що забезпечують досягнення окреслених цілей (завдань). У генеральному плані будуть сформульовані стратегічні завдання, на досягнення яких повинен бути зорієнтований розвиток збройних сил та у збільшених показниках відображені зміни у складі збройних сил.

Генеральний план повинен бути основним документом, який відображає зв'язок між економічним та воєнним плануванням в державі. Тому в ньому необхідно відобразити не тільки загальний обсяг асигнувань на воєнні потреби, загальну чисельність збройних сил та основні напрямки їх розвитку, але й вказати розміри капіталовкладень у розвиток оборонних галузей промисловості, а також витрати на інші заходи оборонного характеру, що проводяться у загальнодержавному масштабі.

Цільові програми (довгострокові плани) на 12 років більш детально визначають завдання видів збройних сил для досягнення стратегічних завдань, які сформульовані в генеральному плані, та відображають заходи, які повинні бути проведені для цього у видах збройних сил. Програми є інструментом планування, що забезпечують координацію заходів, які мають однакове цільове призначення. Вони забезпечують вирішення основних питань, що стосуються розподілу завдань та ресурсів між видами збройних сил на найбільш ранніх етапах планування.

Конкретна (у кількісній формі) постановка завдань перед видами збройних сил (центральними органами) та встановлення обсягу асигнувань, що виділяються на розвиток сил і засобів, які забезпечують виконання цих завдань, буде сприяти скороченню часу на розробку планів у видах сил та підвищенню якості планування. Останнє буде полягати у тому, що: по-перше, плани, які розробляються у збройних силах будуть більш реальними; по-друге, підвищиться ступінь їх відповідності інтересам збройних сил, тобто збільшаться можливості збройних сил, а відповідно рівень обороноздатності держави.

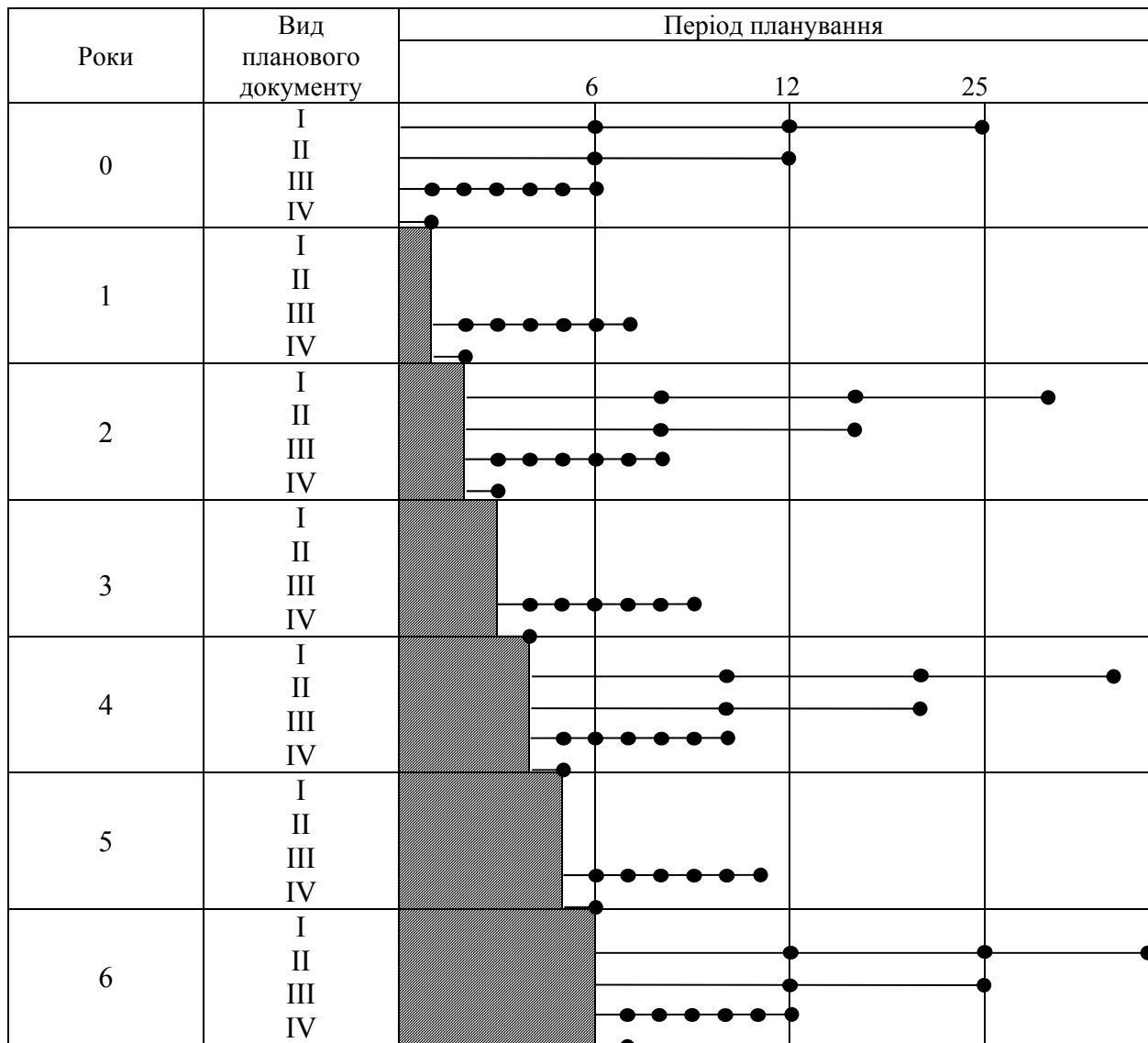
Перспективні (шестирічні або середньострокові) плани розвитку збройних сил з необхідною деталізацією повинні відображати усі заходи, які намічені для проведення на найближчі шість років, незалежно від цільового призначення цих заходів. Для ЗС України цим планом є Державна програма розвитку ЗС України (на шестирічний період). При цьому цей план повинен впливати із сукупності цільових програм.

У зв'язку із тим, що при розробленні програм склад сил буде визначатися орієнтовно, у процесі планування в межах кожного виду сил він буде уточнюватися із урахуванням можливостей їх послідовного використання для виконання різних завдань, що розглядаються у різних програмах.

Перспективний план виду збройних сил, як і програма, повинен бути безперервним, тобто регулярно подовжуватися на певний термін та за необхідності коригуватися. Він буде основою для розробки поточних планів видів ЗС (центрального органів). Взаємозв'язок планів та програм, які пропонується розробляти при комплексному плануванні розвитку збройних сил, показано на рис. 1.

Як видно з рисунку, до нульового року планування повинен бути складений генеральний план, який охоплює період 25 років, довгострокові програми на 12 років, середньострокові на 6 років, короткострокові з розбиванням на шестирічні інтервали, з розбиванням по роках та поточні плани на найближчий рік.

До наступного року повинні бути подовжені на один рік перспективні плани та розроблений (як реалізація перспективного плану) новий поточний план. Подовження генерального плану та програм може здійснюватися один раз на два роки.



I – довгостроковий перспективний план; II – довгострокові плани; III – середньострокові плани; IV – короткострокові плани

Рис. 1. Порядок розробки та реалізації планів і програм

Розробка планів і програм повинна здійснюватися методом послідовних наближень, тобто спочатку передбачається підготовка попередніх варіантів, потім вони уточнюються за допомогою відповідних балансових моделей та інших методів, після чого приймаються рішення. Воєнно-економічна оцінка можливих результатів за кожною з моделей є основою прийняття управлінських рішень щодо подальшого розвитку ЗС. Вибір балансової моделі та методів оцінювання повинен проводитися безпосередньо особою, яка приймає рішення та несе особисту відповідальність щодо наслідків цих рішень, але результати вибору моделі та можливі наслідки прийнятих рішень повинні бути науково обґрунтовані та погоджені у провідних науково-дослідних установах, що працюють за визначеним напрямком досліджень.

Розкриті основні воєнно-економічні аспекти комплексного планування ЗС доцільно сьогодні впровадити у практику планування розвитку ЗС України з метою удосконалення системи оборонного планування в країні та підвищення реалістичності документів, які регламентують процеси розвитку та реформування ЗС України сьогодні.

Висновки

Чітке розуміння фахівцями системи оборонного планування Міністерства оборони України та керівництва держави загалом основних воєнно-економічних аспектів комплексного планування розвитку Збройних Сил України дозволить ефективно розвивати ЗС України та економно витрачати на них

ресурси. Хронічне недофінансування потреб ЗС завжди призводить або до їх фактичного знищення, або до виділення значного фінансового ресурсу щодо їх відновлення. Економія на власній безпеці призводить в майбутньому до значних витрат на вирішення проблем кризи в секторі національної безпеки на рівні держави. Практична реалізація запропонованого порядку розробки та реалізації програм і планів розвитку ЗС України є важливим кроком щодо удосконалення системи оборонного планування сьогодні, але недотримання вимог програм та планів керівництвом держави спонукає до відновлення статусу розроблення нереалістичних документів.

Перспективи подальших досліджень

Подальшим напрямком досліджень є формування рівнів взаємозв'язків між програмами та планами розвитку ЗС із урахуванням документів бюджетного планування держави.

Список використаних джерел

1. Конституція України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vu.mil.gov.ua/index.php>.
2. Сучасний стан Збройних Сил України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : defpol.org.ua/site/index.php/ru/.../stan2016.
3. Генеральний секретар НАТО закликає Збройні сили України. 27.02.2016 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.nato.int/cps/uk/.../news_107301.htm.
4. Духовний стан Збройних Сил України: проблеми та шляхи їх вирішення, станом на грудень 2015 року [Електронний ресурс]. – Режим доступу : studentam.net.ua/content/view/7148/97/.
5. Актуальні питання розвитку Збройних Сил України у 2016 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу : irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/.
6. Стратегічний оборонний бюлетень України на період до 2015 року (Біла книга України). – К. : МОУ, 2004. – 96 с.
7. Державна програма розвитку Збройних Сил України на 2006–2011 роки. – К., 2006. – 65 с.
8. Указ Президента № 598 від 27.06.08 «Про проведення оборонного огляду в Україні» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.kmi.gov.ua/control>.
9. Радвик Б. Военное планирование и анализ систем [Текст] / Под ред. В.А. Пархоменко. – М., 1982. – 503 с.
10. Сторонин В.К. Принципы и этапы программно-целевого бюджетного планирования в Министерстве обороны РФ [Текст] / В.К. Сторонин // Военная мысль – М., 2001. – № 2. – С. 8–13.

Рецензент: Моторний В.А., к. держ.упр., Військова академія (м. Одеса).

ОСНОВНЫЕ ВОЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ВООРУЖЁННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

О.М. Семененко, Ю.Б. Добровольский, А.Е. Ефименко, О.С. Паюк

В статье раскрываются основные военно-экономические аспекты комплексного планирования развития вооружённых сил и предложен порядок разработки и реализации программ и планов их развития.

Ключевые слова: оборонное планирование, программы развития вооружённых сил.

BASIC MILITARY-ECONOMIC ASPECTS OF INTEGRATED PLANNING OF ARMED FORCES OF UKRAINE

O. Semenenko, Y. Dobrowolski, A. Efimenko, O. Payuk

The article reveals the basic military economic aspects of integrated planning of development of the armed forces is the proposed procedure for the development and implementation of programs and development plans.

Keywords: defense planning, development programs of the armed forces.

УДК 629.7

Ю.І. Адамов¹О.Ф. Дяченко², к.т.н., с.н.с.В.В. Завальнюк¹, к.ф.-м.н.М.В. Смоляний¹¹Військова академія (м. Одеса), Україна²Одеська державна академія технічного регулювання та якості, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОХИБОК НА ШВИДКІСТЬ ПРИЗЕМЛЕННЯ ОБ'ЄКТА, ЯКИЙ ДЕСАНТУЄТЬСЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАРАШУТНО-РЕАКТИВНОЇ СИСТЕМИ ПРИ РОЗРАХУНКАХ РЕАЛЬНОЇ МАСИ

Представлено залежність швидкості приземлення від термінальної швидкості спуску для визначення необхідної довжини щупів для своєчасного спрацювання реактивного двигуна, яким забезпечується гашення вертикальної швидкості знижування на парашуті в момент приземлення. Наведено розрахунки визначення повної довжини щупа

Ключові слова: парашутно-реактивна система (ПРС), десантування бойової машини, поправка до довжини щупа, польотна маса бойової машини, формулярна маса бойової машини, довжина щупа.

Постановка проблеми

Десантування важкої техніки і вантажів з літаків Іл-76 або Ан-22 пов'язано з необхідністю підвищення ефективності та надійності їхньої доставки у район десантування. При забезпеченні своєчасного загорання порохового заряду реактивного двигуна парашутно-реактивної системи (ПРС) особливо важливим є питання визначення та установки необхідної довжини її щупів. Похибка визначення необхідної довжини щупів парашутно-реактивної системи може призвести до можливого руйнування контейнерів з вантажами чи виведення з ладу техніки (озброєння) або загибелі (каліцтва) особового складу у разі його десантування разом з технікою. Тому питання подальшого вдосконалення методики визначення необхідної довжини щупів ПРС наразі є дуже актуальним.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Практично у повному обсязі проблема визначення необхідної довжини щупів ПРС розглядається у навчальних посібниках з питань забезпечення десантування важкої бойової техніки та вантажів [1, 2]. Актуальність питання розвитку засобів десантування озброєння, військової техніки і вантажів спонукає до продовження роботи у цьому напрямку, підвищуючи надійність, точність та безпечність десантування. Свідченням цього є дослідження зазначених питань у галузевих наукових закладах як провідних країн світу, так і в Україні. Певні напрацювання з цих питань висвітлюються у публікаціях, в матеріалах раціоналізаторської та винахідницької роботи [3, 4, 5] тощо. При цьому започатковуються нові напрямки розвитку засобів десантування. Прикладом цього, зокрема, є розробка автономної дистанційно керованої транспортної модульної платформи супроводження повітряного десанту [5].

Аналіз останніх досягнень і публікацій свідчить про появу нових напрямків розвитку засобів десантування та необхідність подальшого удосконалення наявних.

Постановка задачі та її розв'язання

Метою (завданням) статті є аналіз наявної методики визначення необхідної довжини щупів парашутно-реактивної системи ПРСМ-915 та пошуки напряму розробки безконтактної системи запуску двигунів ПРС з автоматичним корегуванням висоти їх спрацювання.

В результаті досліджень було з'ясовано, що в наявній методиці при визначенні необхідної довжини щупів увага здебільшого акцентується на визначенні польотної маси об'єкта, який десантується. Однак, досвід свідчить, що необхідна довжина щупів істотно залежить і від різниці температур порохового заряду та повітря у районі десантування, і від інших факторів, що вказує на необхідність удосконалення наявної методики.

Виклад основного матеріалу

Оптимальна довжина щупу ($L_{щ}$) розраховується на підставі даних щодо температури повітря (t_n) у районі десантування бойової машини, температури порохового заряду (t_3) блоку ПРД і польотної маси ($m_{пол}$) машини, яка десантується.

У математичному апараті дослідження проблеми приймаються такі умовні позначення та припущення:

$L_{щ}$ – повна встановлена довжина щупа;

L_0 – довжина щупа, визначена лише з урахуванням польотної маси, та без урахування температурних поправок;

ΔL – поправка до довжини щупа, пов'язана з різницею Δt температур повітря та порохового заряду;

t_n – температура повітря у районі десантування машини;

t_3 – температура порохового заряду блоку ПРД під час десантування машини;

m_0 – очікувана польотна маса бойової машини, яка десантується;

m_{ϕ} – формулярна маса бойової машини, яка десантується, складається з сухої маси машини, маси повної заправки та маси повного штатного боєкомплекту;

$m_{ГСМ \phi}$ – формулярна маса повної заправки бойової машини, яка складає 280 кг;

m_3 – маса реальної заправки машини, яка завантажена для десантування;

$\Delta m_{ГСМ}$ – різниця між масою повної заправки бойової машини, яка завантажена для десантування, і масою реальної заправки машини;

$m_{\phi к}$ – формулярна маса повного боєкомплекту бойової машини, яка складає 300 кг;

$m_{\phi к}$ – маса реально завантаженої кількості боєприпасів бойової машини при підготовці машини до десантування;

$\Delta m_{\phi к}$ – різниця між масою повного боєкомплекту бойової машини і масою реально завантаженої кількості боєприпасів при підготовці машини до десантування;

$m_{прс}$ – маса парашутно-реактивної системи модернізованої (ПРСМ – 915), яка на цей час використовується для десантування ОВТ ВДВ.

Умовні позначення, які у статті використовуються лише 1-2 рази, пояснюються відразу після формул в яких вони застосовуються, а в текстовій частині – безпосередньо там, де їх застосовано.

Зазвичай, розрахунок довжини щупа $L_{щ}$ проводиться за такою стандартною методикою:

а) визначається польотна маса $m_{пол}$ бойової машини, яка десантується:

$$m_0 = m_{\phi} - \Delta m_{ГСМ} - \Delta m_{\phi к} + m_{прс} \quad (1)$$

$$\Delta m_{ГСМ} = 280 - m_3 \quad (2)$$

$$\Delta m_{\phi к} = m_{\phi к, \phi} - m_{\phi к} \quad (3)$$

Похибка $\Delta m_{ГСМ}$ при визначенні маси фактичної заправки m_3 бойової машини виникає внаслідок того, що можуть бути похибки при зливі палива з машини під час завантаження в літак та відмінна від очікуваної витрата палива під час здійснення маршруту з пункту постійної дислокації до вихідного району для десантування.

Похибка $\Delta m_{\phi к}$ при визначенні маси фактично завантаженого боєкомплекту $m_{\phi к}$ бойової машини виникає внаслідок того, що може бути прийнято рішення на завантаження додаткової кількості боєприпасів для штатного озброєння бойової машини та стрілецької зброї екіпажу. Ця похибка може складати від 20 до 100кг. Фактична маса ПРСМ-915 $m_{прс}$ також може дещо відрізнятись від формулярної внаслідок різних причин.

Крім цього, значення температури повітря в районі десантування є суто оцінним і також може привести до значних помилок.

Примітка. У разі десантування бойової машини разом з особовим складом до польотної маси $m_{пол}$ машини, розрахованої за формулою (1), варто додати масу екіпажу зі спорядженням.

б) визначається різниця Δt між температурою повітря t_n у районі десантування машини і температурою порохового заряду t_3 блоку ПРД:

$$\Delta t = t_n - t_3 \quad (4)$$

Залежно від Δt , за графіком визначається поправка ΔL до довжини щупа.

Для пояснення вищевикладеного матеріалу розглянемо наступний приклад.

Приклад. При розрахунках приймаються формулярні дані:

$$m_\phi = 7200 \text{ кг}; m_{\text{бк} \phi} = 300 \text{ кг}; m_{\text{ГСМ} \phi} = 280 \text{ кг}; \text{формулярна маса ПРС } m_{\text{прс} \phi} = 1060 \text{ кг}.$$

За умовами прикладу вважається, що:

- фактичне завантаження боскомплекту $m_{\text{бк}}$ становить 200 кг;
- фактична заправка m_3 становить 230 кг;
- фактична маса ПРСМ-915 $m_{\text{прс}}$ становить 1060 кг;
- $t_n = -15^\circ\text{C}$;
- $t_3 = -5^\circ\text{C}$.

Слід наголосити, що при визначенні робочої довжини щупа необхідно знати польотну масу бойової машини m_0 , при визначенні якої неможливо уникнути похибок $\Delta m_{\text{ГСМ}}$, $\Delta m_{\text{бк}}$ та Δm_ϕ .

Як свідчить досвід десантування бойових машин, їх маса перед десантуванням m_0 за рахунок можливого завантаження в машину додаткового шанцевого інструменту механіка-водія та іншого майна може різнитися від формулярної m_ϕ до +300 кг. При цьому формулярна маса повної заправки може різнитися від маси реальної заправки m_3 машини, яка завантажена для десантування, до +(30 – 100) кг. Формулярна маса парашутно-реактивної системи $m_{\text{прс} \phi}$ може різнитися від $m_{\text{прс}}$ на ± 20 кг [6].

За формулами (2), (3) та (1) розраховуємо:

$$\begin{aligned} m_3 &= 230 \text{ кг}; & \Delta m_{\text{ГСМ}} &= 280 \text{ кг} - 230 \text{ кг} = 50 \text{ кг}; \\ m_{\text{бк}} &= 200; & \Delta m_{\text{бк}} &= 300 \text{ кг} - 200 \text{ кг} = 100 \text{ кг}; \\ m_0 &= 7200 \text{ кг} - 50 \text{ кг} - 100 \text{ кг} + 1060 \text{ кг} = 8110 \text{ кг}. \end{aligned}$$

Шляхом інтерполяції графіка залежності робочої довжини щупа від польотної маси бойової машини за визначеною польотною масою 8110 кг без урахування температурних поправок при десантуванні машини з літаків Іл-76 або Ан-22 визначається, що довжина щупа $L_0 \approx 13300$ мм.

При відомих температурах t_n та t_3 за формулою (4) розраховується значення Δt :

$$\Delta t = -15 - (-5) = -10^\circ\text{C}$$

Із графіка визначення поправок до довжини щупа від перепаду температур повітря і заряду визначається, що $\Delta L \approx -300$ мм.

Повна довжина щупа визначається алгебраїчною сумою отриманих вище значень $L_{\text{щ}}$ та ΔL :

$$L_{\text{щ}} = L_0 + \Delta L \quad (5)$$

Тоді, з урахуванням визначених вище чисельних значень L_0 та Δt , маємо:

$$L_{\text{щ}} = 13300 - 300 = 13000 \text{ мм}.$$

Із таблиці залежності довжини щупа від літери обмежувача визначається літера на обмежувачі та номер отвору щупа. Відповідно, для $L_{\text{щ}} = 13000$ мм відповідає літера В, а номер отвору – 22.

Далі розглядається вплив зміни параметрів зниження на вертикальну швидкість приземлення бойової машини.

Нехай, в момент увімкнення порохової системи стала вертикальна швидкість спуску дорівнює v_0 , польотна маса машини з парашутом дорівнює m , маса парашуту $m_{\text{пар}}$, висота над землею h_0 . Максимальна тривалість роботи порохової системи дорівнює τ , а її середня сила тяги – F_T .

За умови сталої потужності порохової системи час та оптимальна висота початку гальмування і швидкість спуску на парашуті пов'язані наступним чином.

Математичний опис руху тіла під дією декількох сил базується на другому законі Ньютона:

$$m a = m g - F_T \Rightarrow a = g - \frac{F_T}{m}.$$

З урахуванням того, що під час гальмування за допомогою реактивної системи рух парашуту стає незалежним від руху бойової машини та його вага перестає впливати на рух машини (вертикальна вісь обирається напрямленою вниз), маємо:

$$(m - m_{\text{пар}})a = (m - m_{\text{пар}})g - F_T \Rightarrow a = g - \frac{F_T}{m - m_{\text{пар}}} < 0 \quad (6)$$

де $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння, а від'ємний знак прискорення машини вказує на те, що воно напрямлене вгору. Позначивши швидкість приземлення бойової машини через v_n , можна записати:

$$h = \frac{v_n^2 - v^2}{2a}.$$

Зміна польотної маси бойової машини призведе до зміни швидкості її спуску на парашуті і, як наслідок, до зміни оптимальної висоти увімкнення порохової системи.

Зважаючи на те, що при падінні в атмосфері на будь-яке тіло завжди діють дві протилежно напрямлені сили:

- сила тяжіння Землі $F_{\text{тяж}} = m g$. Вона залежить лише від маси тіла m і є сталою величиною.

Ця сила напрямлена вниз та збільшує швидкість падіння;

- сила опору повітря $F_{\text{оп}}(v) = \beta v^2$. Вона залежить лише від форми тіла, швидкості його руху v , густини повітря ρ . Ця сила не залежить від маси тіла та завжди зменшує швидкість руху. У зазначеній формулі β – це коефіцієнт опору.

Реальне прискорення падіння залежить від векторної суми цих двох сил, які під час зниження завжди є протилежно напрямленими та частково або повністю компенсують одна іншу. На початковій фазі зниження швидкість падіння тіла є відносно малою. При цьому відповідна сила опору є значно меншою за силу тяжіння, тому тіло падає з прискоренням, близьким до прискорення вільного падіння g . Як результат, швидкість падіння тіла збільшується.

Зростання швидкості призводить до стрімкого збільшення сили опору повітря, яка, починаючи з деякого моменту часу падіння, повністю компенсує вплив сили тяжіння. Далі тіло рухається зі сталою швидкістю, яку називають термінальною швидкістю зниження.

З урахуванням наведених міркувань, рівняння для термінальної швидкості набуває вигляду:

$$m g = \beta v^2.$$

Звідси знаходимо значення термінальної швидкості зниження:

$$v = \sqrt{m g / \beta}.$$

Коефіцієнт опору повітря β залежить від парусності парашуту, парусності бойової машини та густини повітря. Більш детальний розгляд цього питання виходить за межі цієї роботи, тому надалі ми будемо використовувати дані, отримані з [1,2].

Варто зазначити, що парусність бойової машини є на порядок меншою за парусність парашута. Проте, після увімкнення гальмівної системи лише опір повітря, створюваний бойовою машиною продовжує впливати на швидкість її зниження, а дією парашуту на неї можна взагалі знехтувати.

Густина повітря істотно залежить лише від його температури. Її зміна призводить до зміни термінальної швидкості, відповідно похибка в оцінці температури повітря поблизу землі в районі десантування призводить до похибки в визначенні довжини щупа. Не заглиблюючись в теорію цього питання, вплив температури (густини) повітря наводиться на графіках додатку 5 [2].

Зміна термінальної швидкості польоту (внаслідок зміни маси бойової машини або температури повітря) впливає на процес гальмування. В разі зміни маси машини також змінюється і прискорення, з яким вона рухається під дією гальмівної системи. Як наслідок, відхилення польотної маси m бойової машини призводить до зміни оптимальної висоти h ввімкнення гальмівної системи – в іншому разі зміниться швидкість приземлення бойової машини v_n .

Відповідно до теорії рівноприскореного руху, **очікувані** значення швидкості приземлення машини $v_{n,0}$, термінальної швидкості v_0 зниження бойової машини, висоти h_0 початку гальмування та прискорення a_0 під дією гальмівної системи взаємопов'язані таким чином:

$$h_0 = \frac{v_{n,0}^2 - v_0^2}{2a_0}. \quad (7)$$

Варто зазначити, що у наведеному вище прикладі визначення довжини щупів всі розрахунки базуються лише на значенні польотної маси бойової машини. Проте, ця величина, як було показано вище, визначає термінальну польотну швидкість v_0 . Нагадаємо, що саме швидкість v_0 разом з силою тяги F_T гальмівної системи, визначає значення h_0 та гальмівне прискорення a_0 .

Виходячи з цього, під **очікуваними** значеннями v_0 , h_0 , a_0 потрібно розуміти ті значення зазначених параметрів, які було явно чи неявно використано під час розрахунку довжини щупів (див. наведений вище приклад). Після того, як довжину щупів h_0 установлено, цю величину можна назвати запланованою висотою початку гальмування.

Що стосується **очікуваної** швидкості приземлення машини $v_{n,0}$, то цілком зрозуміло, що задача розрахунків полягає саме в тому, що зробити її максимально наближеною до нуля. Однак, ця швидкість, загалом кажучи, не є рівною нулю, проте повинна потрапляти в діапазон від 0 до 5 м/с [1]. Причиною цього є вплив великої кількості додаткових факторів, які неможливо (або дуже складно) врахувати: швидкість вітру поблизу землі, локальні зміни температури повітря, нерівномірність згоряння порошу в гальмівній системі тощо.

У разі неправильного оцінювання польотної маси бойової машини перед десантуванням (очікувана m_0 , реальна – m) або неправильного оцінювання температури повітря у районі десантування реальна термінальна швидкість v зниження машини відрізнятиметься від очікуваної швидкості зниження v_0 .

Визначення впливу похибок оцінки маси машини та швидкості її зниження перед гальмуванням на реальну швидкість приземлення машини виконуються наступним чином.

З формули (7) для очікуваних значень швидкості зниження та висоти початку гальмування (довжини щупів) визначаємо відповідне гальмівне прискорення a_0 , яке під дією реактивної порохової системи напрямлене протилежно напрямку руху бойової машини при її знижуванні, та (за допомогою формули (6)) її середню силу тяги F_T :

$$a_0 = \frac{v_{n,0}^2 - v_0^2}{2h_0} < 0 \quad \text{та} \quad F_T = (m_0 - m_{\text{нар}})(g - a_0).$$

З урахуванням цього та формули (6) можна визначити реальне гальмівне прискорення a (воно буде відмінним від очікуваного прискорення a_0 у випадку $m_0 \neq m$):

$$a = g - \frac{m_0 - m_{\text{нар}}}{m - m_{\text{нар}}}(g - a_0) = a_0 \delta + g(1 - \delta); \quad \delta = \frac{m_0 - m_{\text{нар}}}{m - m_{\text{нар}}}. \quad (8)$$

Знаючи реальну термінальну швидкість руху v , заплановану висоту початку гальмування h_0 та реальне гальмівне прискорення a можна визначити реальну швидкість приземлення бойової машини за умови $v \neq v_0$ та $m \neq m_0$:

$$h_0 = \frac{v_n^2 - v^2}{2a} \Rightarrow v_n = \sqrt{2ah_0 + v^2} = \sqrt{2h_0(a_0\delta + g(1 - \delta)) + v^2} \Rightarrow \quad (9)$$

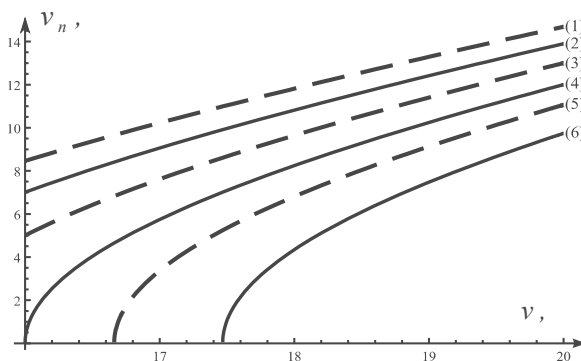
$$v_n = \sqrt{2h_0 g(1-\delta) + v^2 - (v_0^2 - v_{n,0}^2)\delta}. \quad (10)$$

У разі, коли $m = m_0$ (тобто, коли реальна й очікувана маса бойової машини не відрізняються) цей вираз спрощується і набуває вигляду:

$$v_n = \sqrt{v_{n,0}^2 + v^2 - v_0^2}.$$

Варто звернути увагу, що обчислена за формулою (10) швидкість приземлення приймає дійсні значення лише у випадку $v^2 > v_0^2 - v_{n,0}^2$ та зростає зі збільшенням швидкості парашутного спуску машини v . Зрозуміло, що висота підйому залежить від тривалості роботи реактивної системи та моменту часу, в який швидкість бойової машини зрівнюється з нулем.

Для наочності на рис. 1 наводяться побудовані за формулою (10) графічні залежності реальної швидкості приземлення v_n від реальної v та очікуваної v_0 швидкостей знижування та відношення δ очікуваної маси m_0 машини до її реальної маси m (за умови, коли $v_0=16$ м/с, $h_0=12$ м). На горизонтальній осі відкладено реальну термінальну швидкість знижування БМ, на вертикальній осі – реальна швидкість приземлення. Суцільні криві відповідають очікуваній швидкості приземлення $v_{n,0}$ рівній нулю, штрихові – $v_{n,0}=5$ м/с.



1. $v_{n,0} = 5$ м/с, $\delta = 0.9$ ($m = 1.11 m_0$).
2. $v_{n,0} = 0$ м/с, $\delta = 0.9$ ($m = 1.11 m_0$).
3. $v_{n,0} = 5$ м/с, $\delta = 1$ ($m = m_0$).
4. $v_{n,0} = 0$ м/с, $\delta = 1$ ($m = m_0$).
5. $v_{n,0} = 5$ м/с, $\delta = 1.1$ ($m = 0.91 m_0$).
6. $v_{n,0} = 0$ м/с, $\delta = 1.1$ ($m = 0.91 m_0$).

Рис. 1. Залежності швидкості приземлення v_n від термінальної швидкості спуску v

Аналіз наведених графіків демонструє, що відхилення реальної швидкості знижування v від очікуваної швидкості знижування v_0 навіть на 1 м/с призводить до істотного збільшення реальної швидкості приземлення v_n . Наприклад, з досвіду десантування відомо [1,2], що при швидкостях приземлення v_n від 0 до 5 м/с боєздатність техніки та озброєння зберігається з досить високою ймовірністю.

З графіку 3 та 4 видно, що, навіть за умови точного врахування польотної маси бойової машини, відхилення реальної швидкості зниження v від очікуваної v_0 лише на 1 м/с призводить до збільшення реальної швидкості приземлення v_n від 0–5 м/с до $\approx 6,75$ – $7,75$ м/с. Варто зазначити, що при цьому кінетична енергія бойової машини в момент зіткнення збільшується як мінімум в 1,8 – 2,4 рази, що, відповідно, різко збільшує ймовірність виходу техніки з ладу.

З графіків 1 та 2 можна побачити, що похибка у визначенні реальної польотної маси машини призводить до значно більш серйозних наслідків: реальна швидкість приземлення v_n зростає від 0–5 м/с до ≈ 9 – 10 м/с, що відповідає як мінімум 3–4-кратному зростанню кінетичної енергії в момент приземлення.

У разі, коли $v^2 < v_0^2 - v_{n,0}^2$, швидкість бойової машини зрівнюється з нулем ще до моменту приземлення, реактивна система починає підіймати бойову машину вгору доти, поки не вичерпається запас порохового заряду. Із вигоранням порохового заряду тяга двигуна стає меншою за вагу бойової машини і далі продовжує зменшуватися до нуля. Після того, як тяга порохового заряду стає меншою, ніж вага бойової машини, машина розпочинає вільне падіння на землю. При цьому швидкість вільного падіння буде залежати від її висоти над землею та вертикальної швидкості у момент вимкнення порохової системи.

У разі, коли реальна маса m менша очікуваної маси m_0 бойової машини, описана вище ситуація тільки погіршується.

Розглянемо цю ситуацію детальніше. Рівняння прямолінійного рівноприскореного руху в цьому випадку має вигляд ($h_0 > 0$):

$$h(t) = -h_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2},$$

де прискорення a ($a < 0$, тобто напрямлене вгору) визначається формулою (8).

Далі можливі три варіанти розв'язку:

$|a| < \frac{v_0^2}{2h_0}$ – приземлення з певною швидкістю (відмінною від нуля), яка визначається

за формулою (9): $v_n = \sqrt{2 a h_0 + v^2}$;

$|a| = \frac{v_0^2}{2h_0}$ – «м'яке» приземлення, тобто приземлення з нульовою швидкістю;

$|a| > \frac{v_0^2}{2h_0}$ – машина починає підійматись вгору, не досягнувши землі.

Перший варіант розв'язку детально досліджено в цій роботі. Другий варіант є ідеальним випадком, коли очікувані параметри точності співпали з реальними, а тому не вимагає додаткового дослідження.

Третій варіант вимагає більш глибокого дослідження, що виходить за межі цієї роботи. Крім цього, для його вивчення необхідна більш детальна інформація про роботу порохової системи гальмування (залежності її потужності та тривалості роботи від температури порохового заряду, а також зміна її потужності у процесі роботи по мірі вигорання пороху).

Набутий досвід десантування важкої техніки ВДВ за допомогою ПРС висвітлює проблему розрахунку довжини щупу, необхідної для успішного приземлення. Головним недоліком методики застосування щупів є те, що їх довжина жорстко фіксується задовго до моменту десантування (перед завантаженням), що не дозволяє корегувати її з урахуванням змін параметрів. Особливо це стосується реальної швидкості знижування ПРС, яка насамперед залежить від польотної маси бойової машини та температури навколишнього повітря, які важко спрогнозувати точно, а також швидкості вітру поблизу місця приземлення, що взагалі не враховується.

Тому виникає питання щодо вдосконалення способу визначення оптимальної висоти включення порохової системи гальмування, який би дозволив як мінімум покращити врахування вказаних вище параметрів для забезпечення мінімальної швидкості приземлення важкої техніки.

Ця проблема може вирішуватись шляхом заміни щупів ПРС оптичним чи радіохвильовим далекоміром. Це дозволить замість спроб неявної оцінки реальної швидкості знижування через польотну масу бойової машини і температуру навколишнього середовища постійно контролювати цю швидкість шляхом прямого вимірювання безпосередньо у процесі знижування.

Висновки

На підставі отриманих результатів дослідження маємо наступне:

- при підготовці бойових машин до десантування досить частими є істотні похибки у визначенні їх польотної маси;
- розроблена математична модель дозволяє враховувати ці похибки та визначити їх вплив на реальну швидкість приземлення;
- відносно малі похибки у визначенні польотної маси та оцінці швидкості знижування, яка ще й пов'язана з температурою повітря, призводять до значного збільшення швидкості приземлення.

Основними напрямками подальшого розвитку ПРС мають бути:

- проведення досліджень з оптимізації пристроїв, що входять до складу ПРС, зокрема, розробка безконтактної системи запуску двигунів ПРС з автоматичним корегуванням висоти їх спрацювання;

– забезпечення простоти експлуатації, високої надійності та високої точності управління роботою порохових двигунів:

– зважаючи на те, що десантування особового складу всередині об'єкта з використанням ПРСМ-915 є досить небезпечним, то одним із основних напрямків має бути створення умов для більш безпечного десантування екіпажу всередині об'єкта, який десантується.

Список використаних джерел

1. Соломатин И.И. Учебное пособие по тяжёлой воздушно-десантной технике. Часть пятая: учеб. пос. / И.И. Соломатин., М.В. Арабин // Управление командующего ВДВ. – М. : Воениздат, 1980. – 152 с.
2. Соломатин И.И. Учебное пособие по тяжёлой воздушно-десантной технике. Часть третья: учеб. пособ. / И.И. Соломатин., М.В. Арабин // Управление командующего ВДВ. – М. : Воениздат, 1967. – 168 с.
3. Основні напрямки розвитку засобів десантування озброєння та військової техніки: збірник наукових праць / Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України [за ред. О.Ю. Куянова, В.Є.Александрова]. – Харків, 2010. – № 1(1). – С. 49–54.
4. Дмитрієв В.А. Методи випробувань парашютних систем для повітряного десантування: збірник наукових праць / В.А. Дмитрієв // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України [за ред. В.А. Дмитрієва]. – Харків, 2013. – № 1(3). – С. 41–43.
5. Пат. 111571 Україна, МПК (2015.01) B64D 1/00, B64D 17/00, F41H 7/00. Автономна дистанційно керована транспортна модульна платформ супроводження повітряного десанту / О.В. Гуляк, Ю.Г. Даник, О.І. Кравчук; заявник та власник О.В. Гуляк, Ю.Г. Даник, О.І. Кравчук, С.С. Ковалішин, В.Т. Беліков № а 2015 08583; заявл. 04.09.2015; опубл. 10.05.2016, Бюл. № 9. – 6 с.
6. Парашютно-реактивные системы [Электронный ресурс] // Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра. Научно-популярный журнал. – Март. – 2011. – Режим доступа : www.otvaga2004.ru/tiv.

Рецензент: В.М.Оленев, п.н.с., к.в.н, професор, Військова академія (м. Одеса).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ НА СКОРОСТЬ ПРИЗЕМЛЕНИЯ ОБЪЕКТА, КОТОРЫЙ ДЕБАТИРУЕТСЯ С ПОМОЩЬЮ ПАРАШЮТНО-РЕАКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАСЧЕТАХ РЕАЛЬНОЙ МАССЫ

Ю.И. Адамов, О.Ф. Дяченко, В.В. Завальнюк, М.В. Смоляной

Представлена зависимость скорости приземления от терминальной скорости спуска для определения необходимой длины щупов для своевременного срабатывания реактивного двигателя, которым обеспечивается гашения вертикальной скорости снижения на парашюте в момент приземления. Приведены расчеты определения полной длины щупа.

Ключевые слова: парашютно-реактивная система (ПРС), десантирование боевой машины, поправка к длине щупа, полетная масса боевой машины, формулярная масса боевой машины, длина щупа.

THE DETREMINATION OF ERRORS' DEPENDENCE ON THE SPEED OF OBJECT'S LANDING WITH THE USE OF PARACHUTE AND REACTIVE SYSTEM WHEN CALCULATING THE ACTUAL WEIGHT

Y. Adamov, O. Dyachenko, V. Zaval'nyuk, M. Smolyanyi

The article gives the dependence of the landing speed on the terminal descending speed to determine the necessary probes' length for timely start of reactive engine which suppresses the speed of parachute landing. Also the calculation of the full probe's length is given.

Keywords: parachute and reactive system, combat vehicle landing, adjustment for probe's length, flight weight of combat vehicle, logging weight of combat vehicle, probe's length.

УДК 621.01/.03 + 330.43(075.8)

O. Mazur¹**O. Onishchenko**², **D.Eng.Sc., Prof.**¹ *National University «Odessa Maritime Academy»*² *Military Academy (Odessa)*

DECISION SUPPORT SYSTEM IN ASSESSING TECHNICAL DESIGN AND TENDER PURCHASES

A simple method of integrated assessment of quality indicators of various equipment, including the dual-purpose equipment has been represented. The difference relates to the combination of different methods of qualimetry, expert estimations and linguistic utterances.

Keywords: *dual-purpose equipment, qualimetry, tender, quality, integrated assessment*

Introduction

Applied scientific research, carried out by state order, tends to be ended by making project decisions, which is realized in terms of the tender. In assessing equipment characteristics [1], making a final decision during the tender procurement [2], establishing requirements for the parameters of individual components and modules it is obligatory: *a)* the final decision to be made after a reasonable comparison of several variants; *b)* a choice to be made under the established objective criteria, the best variant; *c)* proposed variants need to be developed by various independent contractors; *d)* assessment of variants should be performed not only by customer but also the third independent contractor. But that is where the problem can appear - how to measure efficiency [3] of different proposed technical, technological, environmental and so on possible solutions, which most frequently have different units of measurement, different scales and do not lend itself to analytic definition as well as can not be objectively compared? In addition, which characteristic, for example, energy efficiency of special transport equipment, can be reflected in the figures, it remains to be seen how significant is this figure, among other performance indicators[4]? Some characteristics can be evaluated by specialists intuitively, based upon personal experience, informal knowledge and therefore, it cannot be measured and principally some characteristics can be calculated, but there is lack of information or takes a long time to do it. It is clear that requirements of design specification can be satisfied with various technical and technological solutions. Certainly, the best design solution is to be determined if the technical requirements are performed equally well in different variants, in the tender [2], for example, for custom machinery, it is estimated involving complex economical indicators, or integrated technical-economic, technical-operational and other indicators [5]. The problem of determining the best design solution is most frequently solved through integrated quality indicators involving methods of analytical and expert evaluation [6, 7], econometric methods [1, 8] and fuzzy logic [9], but the method for determining the indicators especially for objects and dual-purpose systems considerably varies according to the assessment conditions and has subjectivity characteristics[10].

For that reason, the improvement of analysis methods and objective assessment of new technical projects for dual-use goods, as well as its implementation results based on tender procurements is an important and urgent task for the current state of the Ukrainian economy and a prolonged military and political crisis. [11]

Analysis of literary sources

Calculations of the relative economic efficiency of investments are applied when comparing the variants of business and technical decisions, placement of orders on engineered systems and facilities, in solving tasks in accordance with the choice of interchangeable products and services, the introduction of new technology, the development of new or reconstruction of existing enterprises. There is a tested method for evaluation and comparison of different technical solutions. The method of reduced costs [12, 13], in other words, all costs, conditionally reduced to one year of operation.

Various automated Decision Support Systems (DSS), for example, CMMS, CVSS (Computerised Maintenance Management Systems, Computerised Vendor Selection System), BI and BA instruments (Business

Intelligence, Business Analytics) and several others [14] can be used to solve the problem of choice supplier, to evaluate the quality of its offer in the tender procurement. Although, DSS are often not suitable or require adaptation for Ukrainian legislation and under special conditions of tender purchases, therefore are not widely implemented. Furthermore, when dealing with such DSS, there is a risk of information leakage.

Typically, in the various techniques and DSS, the comparative indicator of variants is the minimum of reduced expenditures [12, 13], where the costs are allocated to:

- capital, K_e (equipment purchases, its transportation, construction, installation, checkout, putting into operation). These costs are divided for each year of operation;
- operational costs, E_e (salary for maintenance personnel, costs for electricity, technical maintenance, repairs and overhead costs). These costs are calculated for each year of operation.

Reduced expenditures E_{np} for each variant, representing the sum of current and capital expenditures (reduced to the same dimension and in accordance with the normative coefficient [15] of effectiveness, are defined as: $E_{np} = (C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2)$, где C_1 и C_2 – current expenditures, and K_1 and K_2 – capital expenditures, consequently, for the first and second variants; E_n – the normative coefficient of efficiency of capital investments.

It is understandable that, the best solution would not have a minimum of operational (current) costs, as this variant requires the most large-scale investments.

Specifically, a number of years is determined for special means of transportation for which capital expenditures are reduced to. If the short term is determined, these capital expenditures turn out to be very considerable and can become economically unviable or practically unfulfilled. However, if we take the life cycle costs (lifetime) of specialized machinery or special transport vehicles, and it can be measured for marine or autotransport dual-purpose vehicles during the decade, it shows the capital expenditures are significantly being reduced.

Several approaches for quantitative assessment of quality design solutions [16] have been developed by qualimetric methods [1]. The following principles [18] were used for dual-purpose vehicles, for instance, [17].

1. Quality [19] – is a set of only those properties of vehicle, which are associated with the result, but not with the incurred expenses, which are visible during the vehicle's operation in accordance with its intended purpose (ISO 9000-9004, ISO 8402).

2. All properties of vehicle can be measured by absolute indicator property Q_i ($i = 1, \dots, n$, where n – the number of properties of assessed vehicle). The obtained indicator values is expressed in specific units for each property, whereas the analytical and expert methods [6, 7], classical metrology methods are used for measurement. Out properties forming the quality indicator, organize hierarchical structure – the properties tree [20].

3. Normative *payback period* (T) – is the time required to recover the investment costs. However, the payback period may not be taken into account for transport equipment and dual-purpose technology considering that the payback period of various variants of transport equipment serves as a tool for implementing state policy.

Short payback periods stimulate rapid increase in production but require considerable investment attraction. Long payback periods are used in sustainable and planned development of the industry, such as the Sea and River Fleet, the Armed Forces of Ukraine (AFU), [3], as well as for the technology of long-term operation. They are typical of conditions of market economy development, economic instability, demonstration of federalization, aggressive behavior of other states. In such difficult circumstances, the capital owner can even take chance of great costs, but only with a short payback period, guaranteed by the state. The new solution to be competitive in the global market must not only meet the requirements established by the technical design specifications, but also correspond to the current state of science and technology development as well as currently have the best operational and environmental characteristics and so on. If the project is a production, then the concept of its service life and operation includes the following production issues such as: materials consumption, unification, manufacturability, etc.), export opportunities for future products (patentability), some features (dual-purpose production), which do not comply with the concept of operation of the finished product, utilization and so forth.

Note that when it comes to a complex instrument, mechanism, dual-purpose vehicle, as the goods of production, therefore it is necessary to take into account the specific properties, which are visible during its technical operation. Technical operation – is a part of the operation, including transportation, storage,

technical maintenance and repair of the product. In such a case, exploitation is taken to mean the stage of the product life cycle, on which is implemented, maintained and restored its quality (GOST 25866-83).

Therefore, various methods of qualimetry, which are the part of econometrics [21] and studies the methods of complex and quantitative assessment (products of labor, objects, processes, etc.) are used to evaluate operational, eco-economic and other indicators.

Consequently, it can be concluded that comprehensive, integrated indicator should be used in assessing technical projects and at the tender procurement. Moreover, it should be applied not only when using metrological measurement methods and econometrics methods [1, 21], as well as in combination with non-analytical, expert [7, 22] methods.

Objective, task, subject and topic of research study

The objective of the research is to prove the possibility of using the individual components of Decision Support Systems (integrated indicators) used for the final assessment of various competing technical and technological projects (mainly - dual-use goods and special transportation means), as well as during subsequent tender purchases, aimed at implementing selected solutions.

The task of the research is to improve the calculation methodology of the integrated indicators, assessing the quality of projects, products, equipment or tender offers, based on the use of additive qualimetry methods and expert estimations.

The subject of the research are the processes and quality assessment procedures as well as making decisions in solving the expert and tender tasks for the projects and equipment of double and special purpose.

The topic of the research are the calculation methods of integrated quality indicators of the projects, products, equipment, or tender offers of double and / or special purpose.

The basic material

If a competing variant (the project tender offer, equipment, etc.) has not only reduced operating expenditures as well as increased technical parameters and characteristics such as productivity, cargo capacity, reliability, universality, environmental friendliness etc., in this case, the payback period T of capital expenditures will be considerably reduced. Usually, the reduced expenditures ($ПВ$) are calculated by the example:

$$ПВ = E_{\epsilon} + \frac{K_{\epsilon}}{T} . \quad (1)$$

It is clear that the variant will win, which has the lowest value of the reduced expenditures and the highest "quality".

Quality is not only the whole complex of the properties and characteristics of the products or services, which give them the ability to meet the conditional and prospective consumers' needs, but also is a set of object properties that are evident in the process of consumption, operation, usage, object implementation and describes the positive and negative results achieved in these conditions. Separately, the quality does not assess the expenditures for production and consumption. [19]

It may be considered that dual-purpose production are determined by quality factors such as: factors of project; materials, raw material, semi-finished products; works; observance of project; norms and standards. Notwithstanding, these factors not equally have an impact on the quality of new or renovated transportation means, such as dual-purpose vehicles. The most important quality, up to 80% of overall weight is the quality of manufacturing design solution. This is due to the fact that the latest components (quality of materials, works, observance of norms, etc.) are easily controlled by the customer.

While assessing properties, it is possible to apply scales [23]: ratio scale ("how many times"); interval scale ("how much"); ordinal scale (information about what is of better quality, but not how much better or how many times better it is); nominal scale. Although, to compare the different properties measured on different scales, it is convenient to use relative dimensionless quality indicator K_i [18, 22]. This index reflects the degree of approximation of absolute indicator of property Q_i to the benchmark Q_i^{em} and defective index $Q_i^{\bar{op}}$, characterizing the highest and lowest levels of assessment.

The relative indicator is described by conjugacy with $K_i = f(Q_i, Q_i^{em}, Q_i^{\bar{op}})$ which is standardized by the function [18, 22] in the case of using qualimetric methods:

$$K_i = \frac{Q_i - Q_i^{\bar{op}}}{Q_i^{em} - Q_i^{\bar{op}}} \quad (2)$$

We use [22] dimensionless coefficients of weight properties G_i to compare selected tree properties of individual indicators according to relative importance, and have $0 < G_i < 1$, a $\sum_{i=1}^n G_i = 1$. Weight coefficients can be determined with the involvement of various expert, analytical methods and its combinations.

In general, quantitative assessment of quality is expressed by quality indicator [19]:

$$K_{jя} = \varphi(K_i, G_i, K_{je}), \quad (3)$$

where K_{je} – efficiency coefficient of j object ($0 \leq K_{je} \leq 1$).

For example, the function $\varphi(K_i, G_i, K_{je})$ can be expressed by polynomials, posynomials, averages and all that. Commonly, the quality indicator can be expressed by the simplified formula:

$$K_{jя} = K_{je} \cdot \sum_{i=1}^n K_i \cdot G_i \quad (4)$$

Except for the quality of technical project or special equipment, it is necessary to take into account the expenditures for its creation, production and consumption (usage, operation), the overall expenditures (for example, the reduced expenditures). That is why, the integrated quality indicator, value determination of which is based on the same principles is used instead of the quality indicator (4). We will determine the procedure to be followed while assessing the possible solutions and tender procurements.

Construction of tree properties. Quality assessments depend on the properties indicators, a set of which forms the quality model of assessed object: under one set of indicators, the 1st vehicle will be better in quality than the 2^d vehicle, but under a different set of indicators, on the contrary, the 2^d vehicle is better than the 1st one. It is clear that, the set of indicators against which the quality is assessed, must be unambiguous, ordered and decomposed into the properties tree. Comparing by quality several variants of the object (product, project) of one type, those properties are excluded from consideration, which are equally expressed in comparable variants. In other words, assessment results are interpreted as if they are expressed in ratio scale [23]. It provides information not only on how much each variant differs in quality from the other, but how many times the difference appears. In this case, quality assessments can be expressed by ordinal scale and provide information about what of better quality (but not how much better).

Determination of reference values and defective values of indicators properties. Reference values of indicators are taken in this manner.

1. Some objects-analogues are selected in relation to the assessed object and some of the objects are determined by the best quality.
2. Determination of indicators of individual properties of the best object are taken as reference values.
3. The best for the whole complex of these analogue values of indicators of each property are defined for selected objects-analogues. These values are taken as reference values.

In [1, 21] it has been proved that use of objects-analogues can result in errors and that determination of reference values must be the following: the value needs to be selected of the best in the world (at the time of quality assessment) the indicator values of corresponding properties. This relates to the defective factors as well (the worst, intolerable) performance properties.

Determination of indicators properties. Commonly, linguistic expression of gradation of values of absolute properties, otherwise speaking, vague (fuzzy [9]) expression is used instead of digital expression gradation in methods for quality assessment. For example, a five-grade scale: excellent, good, satisfactory, unsatisfactory, fail. Though, due to small discreteness of gradations the relative error of assessments is 20%. To reduce the margin of errors, it is necessary to increase the number of gradations, but not in all sizes, but particularly those, which are within the psychological capabilities of man (expert, specialist). If the object,

the vehicle, the transportation device of special purposes, dangerous vehicle, etc. are estimated, then the scale can be more rigid and demanding to positive evaluations. Clearly, the gradations can be sufficiently flexible and vary according to the requirements of the final product or project.

It is proved that the best number of gradations should be up to 20 for psychological and mental-logic capabilities of highly qualified expert. A good outcome could be achieved if 100-percent scale with gradations is used, for example 5% or 10%. However, in our opinion, at the beginning and at the end of this scale it is necessary to use smaller gradation (5%), while larger gradation (10%) should be used in the middle of the scale. It applies to those properties, the indicators of which are impossible, difficult or undesirable to use normal physical units.

[18, 22] doesn't show how to convert the linguistic, fuzzy experts' assessments into single-digit and numerical. A well-known Harrington's scale [24] is proposed to be used for assessing linguistic indicators made by experts (excellent, good, qualitative, almost possible etc. with smaller indicators at the beginning and at the end of the scale). A well-know method for each indicator can be easily implemented for Harrington's scale - to use dimensionless (relative, normalized) scale on a certain range. The scale of Harrington is formed by means of the expression $y(x)$:

$$y(x) = e^{-E}, \quad (5)$$

where $E = e^{-x}$ – a function to determine linguistic variable.

This scale is of the same type for all merged indicators, allowing them to compare. Despite the fact that the assessment result is heavily dependent on the source information about private indicators, on determination accuracy of generalizing characteristics and properties and the experts' qualifications, then this scale is universal and easily adaptable to experts' linguistic utterances [25].

Source information is normalized on the range $\{0, \dots, 1\}$ or $\{0\% \dots 100\%\}$ and partial indicators (assessment, Tab. 1, Fig. 1) are normalized as well. Thus, it is possible to easily establish finer gradations at the beginning and at the end of the scale, where the function (5) is the most sensitive to the change of linguistic variable x .

Table 1

Possible assessment on the scale of Harrington

Range inside of Harrington's scale	Expert's assessment
1,00 – 0,80	Excellent
0,80 – 0,63	Good
0,63 – 0,37	Satisfactory
0,37 – 0,20	Bad
0,20 – 0,00	Very bad

Here is the method to assess the technical design, which can be used in the common Decision Support System in evaluating and comparing different projects variants, as well as at the tender procurement proceeding.

Define the indicator for assessing the quality of the hypothetical construction project of dual-purpose vehicle. The objective is to continue to carry out tender procurements, therefore we use the described method and experts' assessment of indicators properties and execute several mandatory phases, which almost completely exclude the subjective component of evaluation [5, 10].

We show the calculation only for one object (project, vehicle, solutions, technology), or rather for K_{1j} , according to (4), $j=1$. Clearly, that the calculations of the other indicators of alternate solutions ($K_{2j}, K_{3j}, \dots, K_{ij}$) are carried out in a similar way but the best solution is determined by comparing the coefficients

Stage 1. Expert evaluation. Objective assessment of individual components of the project quality depends on personal qualities, speciality, experts' experience:

- experts should have the authority, seniority and experience;
- the number of experts should be from 7 to 10 people;
- the representatives of different professions, services, research areas and so on must be among the experts.

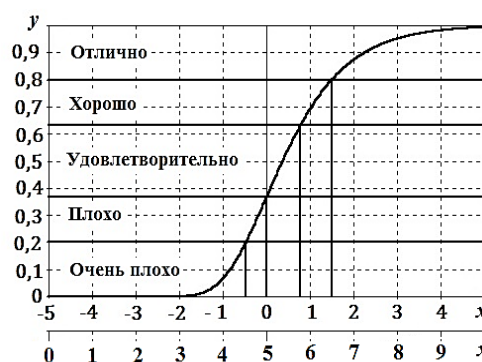


Fig. 1. Variant of graphical representation of Harrington scale

Stage 2. Determination of characteristic quality indicators. Indicators and its number is determined by the customer. It is essential to aim for determining the most characteristic indicators and to avoid its too large number.

As an example, the following list is proposed.

1. Patentability – is the number of technical and technological solutions protected by patents (customer, contractor, industry or state) and its coverage of the proposed scientific and technological solutions in the project.
2. Energy efficiency of vehicle.
3. Material consumption in both qualitative and quantitative terms especially for scarce materials (precious and non-ferrous metals, rare-earth elements, etc.).
4. Manufacturability of vehicle – the degree of unification of separate components, availability of appropriate technologies in production, or conversely, the need for the creation of innovative technology.
5. Coverage of vehicle, the process of its operation or designing of modern information technologies (IT).
6. Reliability, or rather the ability to work out the normalized terms of exploitation with the minimum of downtime and repairs.
7. Environmental friendliness, specifically, the environmental impact at all stages of the life cycle.
8. Ergonomics, aesthetics, that is the maximum approaching to physio-logical control capabilities and aesthetic preferences of the person.
9. Functionality – namely, in the product (design, vehicle, etc.) everything should be adapted to perform the main goal and there is nothing superfluous, too difficult, and so on.

Further, in the calculations, we use the number of indicators (1-9) to represent the weight coefficients, G_i , of absolute and relative indicators properties Q_i and K_i .

Stage 3. Weight determination of quality indicators.

For example, 7 experts (Eg.1 ..., Eg.7) should fill his column in the table (Tab. 2), and write down the criterion number from 9 to 1 against each indicator. These actions are conducted by experts using (5). Figure 9 corresponds to the most important indicator, while 1 – to the least significant.

Table 2

Weights indicators of properties (vehicle, project, solution)

Indicator	Ranking of indicators							Sum of ratings	Weight, G_i
	Eg. 1	Eg. 2	Eg. 3	Eg. 4	Eg. 5	Eg. 6	Eg. 7		
1. Patentability	1	5	4	8	3	8	5	34	0,108
2. Energy efficiency	4	7	8	5	4	5	9	42	0,133
3. Material consumption	2	9	1	1	7	2	3	25	0,080
4. Manufacturability	7	6	5	3	1	9	4	35	0,111
5. IT- Technologies	5	4	9	2	6	4	1	31	0,098
6. Reliability	9	1	3	4	9	3	7	36	0,114
7. Environmental friendliness	6	3	6	6	5	6	2	34	0,108
8. Ergonomics	3	2	7	9	8	1	8	38	0,121
9. Functionality	8	8	2	7	2	7	6	40	0,127
Sum	45	45	45	45	45	45	45	315	1

Table 2 shows that energy efficiency (42 points), functionality (40 points), ergonomics (38 points) and reliability (36 points) are at the first places in importance. Then, manufacturability (35 points), environmental friendliness and patent purity (34 points) tend to be given preference. IT technologies (31 points) and material consumption (25 points) are at the very lowest. Most importantly, that each of the indicators obtained specific weight coefficient, using the expression (5), which reflects a generalized representation of experts.

Stage 4. Absolute indicators. Each of the experts forms the absolute indicators in relation to some imaginary sample. Here is the problem of determining a benchmark indicators of properties Q_{iem} . It is not recommended to choose the biggest of indicators that is in the table as a benchmark in qualimetry theory. An absolute indicator of the best world level is advisable to be chosen as the benchmark.

If we take the reference values for each of the indicators 100%, then the normalized indicators K_i by the expression (2) will be lower, compared with certain world standards. Defective factor Q_i^{dp} should be taken as the lowest possible indicator. Calculate absolute indicators of properties Q_i as arithmetic mean value of experts.

Table 3

Indicators of properties for one version of the project design

Indicator	Absolute indicators of properties							Summed up indicators			
	Eg.1	Eg.2	Eg.3	Eg.4	Eg.5	Eg.6	Eg.7	Q_i	Q_i^{em}	Q_i^{dp}	K_i
1. Patentability	40	35	60	45	45	50	70	49,3	100	40	0,155
2. Energy efficiency	65	60	55	70	60	50	80	62,8	100	50	0,256
3. Material consumption	55	60	60	70	55	65	65	61,4	100	50	0,228
4. Manufacturability	40	45	55	65	60	55	45	52,1	100	40	0,202
5. IT-Tecnhnologies	40	50	55	50	40	45	50	47,1	100	40	0,118
6. Reliability	55	50	55	55	60	65	60	57,1	100	50	0,142
7. Environmental friendliness	50	45	55	40	60	55	40	49,2	100	40	0,153
8. Ergonomics	50	55	60	45	55	70	60	56,4	100	45	0,207
9. Functionality	55	75	70	65	65	65	60	65,0	100	50	0,300

According to the Table 4 absolute indicators of properties Q_i , experts for this project are mostly satisfied with functionality ($K_i = 0,30$), energy efficiency (0,256) and material consumption (0,228), and the least of all satisfied with environmental friendliness and reliability of decision.

It is clear that the indicators only for one version are given in the example (table 3). Really, the tables need to be filled out for several variants of possible solutions and so that, the columns with different variants for each of the properties would stay close by - for a visual comparison of all variants.

Table 4

Ranking of relative indicator K_i of project properties

Number of indicator	Indicator	Ki	Rank
9	Functionality	0,300	1
2	Energy efficiency	0,256	2
3	Material consumption	0,228	3
4	Manufacturability	0,202	4
8	Ergonomics	0,207	5
1	Patentability	0,155	6
7	Environmental friendliness	0,153	7
6	Reliability	0,142	8
5	IT-Tecnhnologies	0,118	9

Now, according to the expression (4), the resulting evaluation can be determined – the overall quality coefficient of the estimated project. Due to the fact that we do not have information about saving individual properties of projects in time, so the expression (4) is simplified ($K_{je} = 1$) to:

$$K_{j\pi} = 1 \cdot \sum_{i=1}^n K_i \cdot G_i. \quad (6)$$

With the help of (6) we obtain the quality coefficient of the first project $K_{1\pi} \approx 0,2$. In particular, the project, which is estimated (Tables 2, 3 and 4), only corresponds to 20% of the world's best models (standard $Q_i^{em} = 100\%$). Conclusions can be drawn about the best or the worst of them only after calculating the quality coefficients of other projects.

Conclusions

1. The represented method has been tested on one of the auto-repair enterprises Air Defense Gun and when designing the universal dual-purpose ship. The method has given the opportunity for: a) formulation of the results-oriented instructions for developers, designers, repair and maintenance services to further improve the individual indicators of proposed decisions, b) election of the best, with several variants for the purchase of equipment, components and materials.

2. *The possibility of using heterogeneous integrated indicators, formulated by experts in decision support systems has been shown on the basis of the given calculation methodology. The described method is supposed to be used in such decision support systems as well as during the tender procurement, where specific evaluation of the technical and technological projects, dual-purpose goods, special vehicles are used.*

3. *An example of the integrated assessment of the project quality of hypothetical dual-purpose vehicle has been given. The difference represented from well-known methods lies in the improvement of the calculation procedure of heterogeneous integrated indicators, assessing the quality of projects, products, equipment, tender offers, which is based on the use of additive methods of qualimetry, expert estimations and linguistic utterances.*

Literature

1. Берндт Э. Практика эконометрики: классика и современность / Э. Берндт. – М. : Юнити-Дана, 2005. – 848 с.
2. Державні закупівлі. Офіційний загальнодержавний веб-портал. Нормативно-правова база з питань державних закупівель. – Режим доступу : https://tender.me.gov.ua/EDZFrontOffice/menu/uk/cms_provisions_list_type1/
3. Момот А.И. Соотношение понятий «результативность» и «эффективность» при осуществлении производственной деятельности / А.И. Момот, Е.А. Бакало // Матер. 6-ї рег. наук.-практ. конф. «Проблеми розвитку та упровадження систем управління якістю в регіоні». – Донецьк : ДонНТУ, 2009. – С. 114–117.
4. Проблема эффективности в современной науке // под ред. А.Д. Урсула. – Кишинев : Штиинца, 1985. – 256 с.
5. Кириленко І.В. Основи оборонної економіки. Курс лекцій для курсантів спец. «Фінанси» / І.В. Кириленко. – К. : ВІКНУ ім. Т. Шевченка, 2009. – 135 с.
6. Seker S.E. Computerized Argument Delphi Technique, 2015. IEEE Access 3 (2). – p.p. 368–380. DOI: 10.1109/ACCESS.2015.2424703.
7. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник / А.И. Орлов. – Ч. 2: Экспертные оценки. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.
8. Racine J. S. Nonparametric econometrics: a primer / J. S. Racine. – Quantile, 2008. – № 4. – p.p. 7–56.
9. Uziel Sandler, Lev Tsitolovsky Neural Cell Behavior and Fuzzy Logic. Springer, 2008. – 478 p.
10. Левин М.И. Лекции по экономике коррупции: учеб. пособие / М.И. Левин, Е.А. Левина, Е.В. Покатович. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : Изд. дом ВШЭ, 2011. – 356 с.
11. Указ Президента Украины №555/2015. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 2 вересня 2015 року «Про нову редакцію Воєнної доктрини України». – Режим доступу : <http://www.president.gov.ua/documents/5552015-19443>.
12. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки / Л.И. Лопатников. – М. : Дело, 2003.
13. Мунтіян В.І. Економіка та оборонні витрати: аналіз зарубіжних досліджень і український шлях розвитку : моногр. / В.І. Мунтіян. – К. : НДФІ, 1998. – 464 с.
14. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные системы поддержки принятия управленческих решений // Проблемы управления. – № 1. – 2003. – 13–28 с.
15. Нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений. Основные понятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://bank-explorer.ru/finansy/normativnyj-koefficient-effektivnosti-kapitalnykh-vlozhenij.html>.
16. Бабешико Л.О. Основы эконометрического моделирования: учебн. пособ. / Л.О. Бабешико. – М. : КомКнига, 2006. – 432 с.
17. Большой десантный корабль проекта 1171 «Танир» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.rusarmy.com/vmf/dk_pr_1171.htm.
18. Обнявко Т.С. Визначення ефективності тендерних проектів у військовій економіці методами економетрики / Т.С. Обнявко, О.А. Ониценко // Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія «Економічні науки». – № 9, Ч. 2. – 2014. – С. 212–218.
19. Огвоздин В.Ю. Управление качеством. Основы теории и практики: учебн. пособ. – 6-е изд. – М. : Дело и Сервис, 2009. – 304 с.
20. Азгальдов Г.Г. Построение дерева показателей свойств объекта // Стандарты и качество. – 1996. – № 11. – С. 97–104.

21. Магнус Я.Р. Эконометрика. Начальный курс : учебник / Я. Р. Магнус, П.К. Катышев, А.А. Пересецкий. – М. : Дело, 2004. – 576 с.
22. Голиков В.А. Методология научных исследований: навч. посіб. // В.А. Голиков, М.А. Козьмичих, О.А. Онищенко. – Одеса : ОНМА, 2014. – 163 с.
23. Шкалы и применение их в метрологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.support17.com/component/content/568.html?task=view>.
24. Булгакова И.Н. Использование «функции желательности» для формализации комплексного показателя конкурентоспособности промышленного предприятия / И.Н. Булгакова, А.Н. Морозов // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление. – 2009. – № 2. – 54–56 с.
25. Системы нечеткого вывода. Лекция 8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://fuzzy-group.narod.ru/files/Fuzzy_Modeling/Lecture08.1.Fuzzy.inference.system.pdf.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ И ТЕНДЕРНЫХ ЗАКУПКАХ

Мазур О.Н., Онищенко О.А.

Представлена простая методика интегрированной оценки показателей качества различного оборудования, в том числе – двойного назначения. Отличие заключено в сочетании различных методов квалиметрии, экспертных оценок и лингвистических высказываний.

Ключевые слова: оборудование двойного назначения, квалиметрия, тендер, качество, интегральная оценка.

ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ ОЦІНЮВАННІ ТЕХНІЧНИХ ПРОЕКТІВ ТА ТЕНДЕРНИХ ЗАКУПІВЛЯХ

Мазур О.М., Онищенко О.А.

Представлена проста методика інтегрованої оцінки показників якості різного устаткування, у тому числі – подвійного призначення. Відмінність полягає у поєднанні різних методів кваліметрії, експертних оцінок і лінгвістичних висловлювань.

Ключові слова: обладнання подвійного призначення, кваліметрія, тендер, якість, інтегральна оцінка.

УДК 681.3.01. + 681.3.067. + 519.6

М.В. Орда, к.т.н., с.н.с.**С.В. Абрамов****В.Ф. Даневич***Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ, Україна*

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОПЕРАТИВНОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ РАЙОНУ ВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЇ ДЛЯ СИСТЕМ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

Розглянуто питання інформаційного забезпечення оперативної обробки зображень земної поверхні. Визначено варіант схеми оперативної обробки зображень та їх властивості, запропонований статистичний підхід до сегментації на підставі композиції авторегресійного і поліноміального представлень.

Ключові слова: система повітряної розвідки, інформаційне забезпечення, оперативна обробка зображень, сегментація, статистична теорія прийняття рішень.

Постановка проблеми

Важливою тенденцією останніх війн і збройних конфліктів другої половини XX – початку XXI століть є зростання ролі та можливостей систем розвідки, які стали невід'ємною частиною бойової діяльності військ. Комплексна цілеспрямована діяльність щодо збору, накопичення, аналізу і доведення розвідувальних даних, яка розпочинається за декілька тижнів або місяців до початку бойових дій із застосуванням всіх видів та засобів технічної розвідки, дає змогу оперативно виявляти об'єкти ураження на всю глибину території противника.

Засоби повітряної розвідки є найбільш інформативними та оперативними приладами, що забезпечують бойові дії видів збройних сил і родів військ даними про угруповання противника і топографічні характеристики району бойових дій. В умовах глобального процесу скорочення збройних сил та озброєння і зростання політичної нестабільності у низці регіонів, роль повітряної розвідки як засобу контролю за воєнною діяльністю іноземних держав і запобігання раптовим воєнним конфліктам різко зростає.

Досвід сучасних воєнних конфліктів свідчить про суттєве посилення ролі повітряної розвідки та спостереження, які в масштабі часу, близькому до реального, дають змогу найточніше визначити координати об'єктів і виконувати оглядову та детальну зйомку. Застосування засобів повітряної розвідки вже сьогодні надало необмежені можливості оперативного отримання видової інформації, яка необхідна для прийняття рішень воєнно-політичним керівництвом держави.

Успіх ведення бойових дій у майбутніх війнах багато в чому визначатиметься своєчасністю, повнотою і достовірністю одержуваних командуванням розвідувальних даних про противника. Величезна руйнівна сила ядерної, звичайної та високоточної зброї, а також збільшені мобільність і маневреність військ зробили розвідку ключем до успіху в бою, операції й у війні в цілому. Найбільш комплексу вимог, які висувають до розвідки в сучасних умовах, відповідають засоби повітряної розвідки – як основні, що дають змогу здобувати дані про велику кількість об'єктів у відносно короткі терміни.

Найхарактернішою рисою збройної боротьби сучасності та найближчого майбутнього варто вважати провідну роль розвідки, управління військами і зброєю, передачу даних і вогневе ураження противника в масштабі часу, наближеному до реального.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

На сьогодні засоби повітряної розвідки розглядаються як системоутворююча складова воєнно-технічних засобів ведення збройної боротьби. Для імплементації концепції «Ведення бойових дій у єдиному інформаційному полі» (США) провідні країни світу розробляють глобальні системи, на зразок: система бойового управління та зв'язку сухопутних військ «Army Tactical Command and Control System», глобальна система оперативного управління сухопутних військ «Global Command and Control System»,

система стратегічної повітряної розвідки наземних цілей НАТО «Alliance Ground Surveillance», об'єднана система збору та розподілу інформації, спостереження і розвідки НАТО «Joint Intelligence, Surveillance & Reconnaissance», глобальна система управління тилового забезпечення збройних сил «Global Combat Support System – Joint», автоматизована система збору, обробки та розподілу розвідувальної інформації «Distributed Common Ground System», які містять автоматизовані підсистеми обробки та аналізу розвідувальної інформації [1-5].

Вирішальну роль в таких підсистемах відіграють методи, алгоритми та обчислювальні засоби, які дозволяють в автоматизованому режимі визначати і розпізнавати цілі на знімках земної поверхні. Методи автоматизованого прийому, обробки, аналізу та розподілу розвідувальної інформації знаходять місце як під час створення глобальних систем, так і у процесі побудови підсистем засобів повітряної розвідки.

Досвід застосування збройних сил США і Північноатлантичного альянсу у Перській затоці, на Балканах і в Афганістані, свідчить про значну увагу, що приділяється саме розвідувальному забезпеченню проведення операцій. Комплексне застосування наземних, повітряних і космічних технічних засобів розвідки дає змогу використовувати їх можливості у широкому діапазоні оперативних завдань, що спільно виконують авіаційні, наземні й морські угруповання військ (сил) як на етапах підготовки, так і в ході сучасних воєн.

Висока мобільність об'єктів розвідки, їх маскування і створення противником хибних об'єктів визначають вимоги обробки інформації в реальному масштабі часу і застосування датчиків різної фізичної природи, що підвищують ймовірність розкриття замаскованих і ймовірність селекції хибних об'єктів. Виконання зазначених вимог, у поєднанні з широкою смугою огляду території засобів повітряної розвідки, висока деталізація ведення розвідки і висока швидкість носіїв, приводить до необхідності оперативної обробки інформаційних потоків, інтенсивністю понад 10^{10} - 10^{12} біт/с [6,7]. Це вимагає високого ступеню автоматизації.

Постановка задачі та її розв'язання

Завдання автоматизації обробки розвідувальної інформації, принаймні частково повинні вирішуватися безпосередньо на борту літального апарату, що обумовлено необхідністю звуження смуги сигналу, що передається з борту на наземний пункт обробки розвідувальної інформації, для узгодження з вузькосмуговою лінією передачі. Разом з тим, через технічні труднощі забезпечення повної автоматизації процесу виявлення і розпізнавання наземних об'єктів, у найближчому майбутньому передбачається збереження певної ролі в цьому процесі людини-оператора. Тому конфігурація технічних засобів та інформаційного забезпечення для автоматизованої обробки розвідувальної інформації повинна бути пристосованою до процесів обробки інформації у низці випадків оператором.

Варіант схеми оперативної обробки розвідувальної інформації показаний на рис. 1, де запропоновано поділ всього процесу обробки на етапи, що проводяться на борту літального апарату й етапи, що реалізовані на наземному пункті обробки. Поетапний процес автоматизованої обробки забезпечує послідовне зменшення інформації у полі аналізу. Можливість участі людини-оператора передбачається на етапі «класифікації» об'єктів повітряної розвідки.

Використання в системах повітряної розвідки об'єднання даних від багатьох датчиків призначено для автоматизації процесів асоціації й об'єднання інформації з метою отримання загальних файлів супроводу цілі та виведення інформації для відтворення на загальному індикаторі в єдиній системі координат. При цьому досягається мета – зниження завантаження льотчика, поліпшення характеристик супроводу багатьох цілей, зменшення часу відновлення даних, зниження чутливості системи зброї до втрати інформації від будь-якого датчика і поліпшення розпізнавання цілей [8].

Наявні на сьогодні методи розпізнавання недостатньо використовують апарат штучного інтелекту і потужних засобів обчислювальної техніки, що не дозволяє у повній мірі реалізувати переваги, що надаються об'єднанням інформації. До того ж наявні у розпорядженні таких систем датчики не призначені для такого об'єднання.



Рис. 1. Варіант схеми оперативної обробки інформації

Сучасні бортові системи розвідки для розпізнавання використовують інформацію після вторинної обробки, що не дозволяє автоматизувати процес розпізнавання наземних об'єктів [8]. Глибина і повнота інформаційного забезпечення авіаційних систем повітряної розвідки і їх експлуатація багато в чому визначає ступінь реалізації можливостей, потенційно закладених в цих складних військово-технічних системах. Питанням дослідження методів розпізнавання цілей в авіаційних системах повітряної розвідки присвячено низку робіт [3,4,6]. Однак у цих роботах недостатня увага приділена математичному опису сегментації зображень. При цьому під сегментацією розуміється виокремлення на площині зображення ряду ділянок, які можуть інтерпретуватися як цілі, їх складові частини або фонові об'єкти. З метою вдосконалення систем повітряної розвідки доцільно розробити математичну складову інформаційного забезпечення розпізнавання об'єктів, що приведе у підсумку до підвищення ефективності таких систем.

Зображення земної поверхні, що формується системою повітряної розвідки, є за своєю природою складноструктурним. Під складноструктурним будемо розуміти зображення, що складається зі статистично однорідних фрагментів, які є ділянками фону, і структурних об'єктів (об'єктів розвідки, місцевих предметів, хибних об'єктів), що складаються зі взаємопов'язаних елементів простої геометричної форми. Фон зображення описується з використанням поняття «текстура». Під текстурою зображення зазвичай розуміють просторовий взаємозв'язок елементів (пікселів) статистично однорідних (стаціонарні й ергодичні) ділянок зображення. Цей взаємозв'язок може бути випадковим, функціональним або комбінованим. Для природних текстур фонів характерні випадкові та комбіновані зв'язки елементів з гаусовським розподілом яскравості елементів. Функціональна організація елементів текстури можлива за рахунок діяльності людини, наприклад, при саджанні сільськогосподарських культур, лісів. Під структурою об'єктів розвідки будемо розуміти просторовий взаємозв'язок їх елементів, який є, як правило, функціональним або, при організації позицій військ, комбінованим.

У разі телевізійних, тепловізійних і радіолокаційних зйомок природних наземних об'єктів типу елементів рельєфу, рослинного покриву, водної поверхні, ґрунту і окремих штучних об'єктів (цілей і елементів фону) доречно говорити про кусково-однорідні зображення, в яких окремим об'єктам або складовим частинам відповідають однорідні ділянки площини зображення, тобто ділянки, в межах яких сигнали відносно однорідні і відрізняються від сигналів для суміжних ділянок [9].

Шляхом дослідження зображень земної поверхні визначено, що найбільш стійкими елементами до зміни типу датчику є контури областей, тому від сегментації площини зображення на однорідні області суттєво залежить уся наступна обробка та інтерпретація сцени.

Зір людини виключно пристосований до виявлення регулярної геометричної форми, яку приймає межа однорідних ділянок або продовжують відрізки на відстані, що є межами різних ділянок та характеризуються стійкими відмінностями (контрастами) сигналів. До подібних форм відносяться багато цілей і фонові штучні об'єкти: дороги, транспортні засоби на близькій відстані, будівлі і т.ін. Поняття однорідності сигналів у межах певної ділянки площини зображення передбачає введення формальних критеріїв, що дозволяють оцінювати ступінь однорідності конкретних розподілів сигналів. Вибір таких критеріїв відображає вимушений компроміс між прагненням врахувати характерні особливості сигналів на ділянках та необхідністю збереження конструктивності математичних моделей сигналів для однорідних ділянок, на основі яких будуються операції нижнього рівня обробки.

У багатьох випадках локалізація місць на зображенні, в яких з великою ймовірністю можуть перебувати цілі, поєднана з сегментацією: пошук світлих і темних ділянок площини зображення, які можуть інтерпретуватися як цілі або їх складові частини. Сегментація спрямована на відділення цілей від фону з максимально досяжною точністю після того, як знайдена позиція цієї цілі на зображенні.

Це дозволяє зробити висновок, що в сучасних технологіях розпізнавання по зображеннях провідну роль відіграє нижній рівень внаслідок своєї значущості та можливості формалізації завдання. З огляду на те, що стійкими елементами до зміни типу датчика є контури областей, від сегментації площини зображення на однорідні області суттєво залежить уся подальша обробка і інтерпретація сцени. Основні напрями обробки-формування шляхом сегментації карт ділянок, однорідних з тих чи інших характеристик сигналів знімка і поліпшення зображень для подальшого зорового сприйняття. Таким чином, отримання інформаційного забезпечення для опису кусково-однорідних зображень є актуальною науковою задачею, вирішення якої дозволить підвищити ефективність застосування авіаційних систем повітряної розвідки з автоматизованого розпізнавання протяжних об'єктів.

Авторами запропоновано модель зображення типу «сукупність областей» двох типів, які апроксимуються авторегресійним і поліноміальним статистичними представленнями з різними параметрами. При такій постановці класифікація фрагмента зображення зводиться до оцінки параметрів авторегресійної або поліноміальної моделі і прийняття оптимального рішення на користь тієї або іншої гіпотези [10]. Детальні математичні викладки запропонованого підходу наведені в [11].

Отримана модель дозволила отримати зручні в обчислювальному відношенні процедури оцінювання параметрів статистичних представлень та виразу для вирішального правила. Воно зводить сегментацію зображення до процедури перевірки гіпотез статистичної теорії прийняття рішень.

Припустимо, що необхідно визначити зображення фіксованого розміру до одного з певного відомого набору різних класів. На схему класифікації (рис. 2) поширюється оцінювання таким чином, що узагальнене вирішальне правило використовує значення оцінок параметрів.

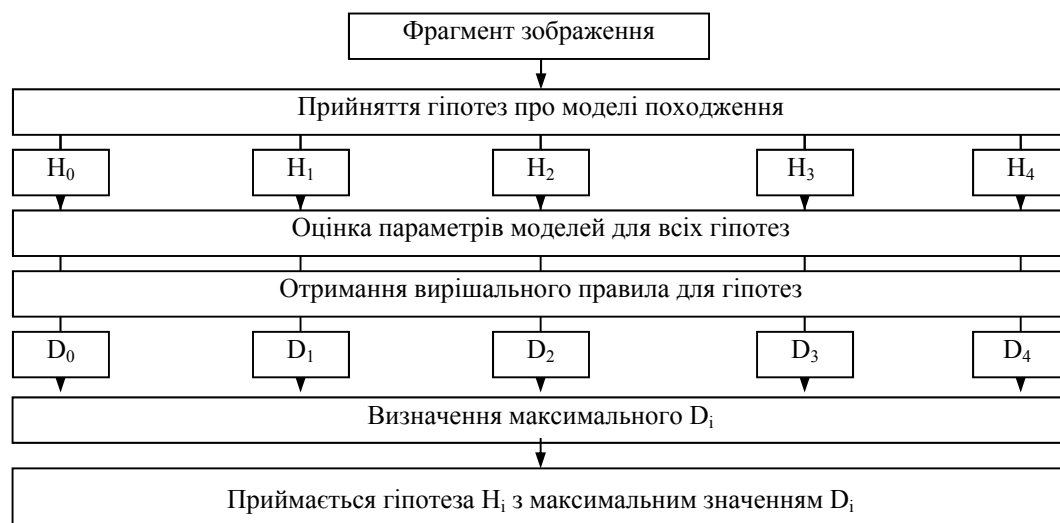


Рис. 2. Схема алгоритму класифікації

Розглядалася ситуація, коли тестове зображення відноситься до одного з відомих класів зображень, таких як поліноміальна модель першого порядку, другого порядку, авторегресійна модель з околom 2×2 , околom 3×3 елементи та інші.

Кожна гіпотеза пов'язана з величиною вирішального правила, яке обчислюється по тестовому зображенню; оптимальною є та гіпотеза, яка дає максимальне значення критерію.

Використання запропонованої схеми класифікації дозволяє отримувати незв'язані ділянки, які містять в загальному випадку кілька пов'язаних фрагментів (ділянок) площини зображення з однаковими моделями сигналів еталонного зображення. Використання при сегментації прямого виділення областей призводить до процесу злиття-розщеплення.

Висновки

Інформаційне забезпечення побудоване з використанням процедури перевірки гіпотез статистичної теорії прийняття рішення дозволило отримати аналітичний вираз для ймовірності помилки сегментації. Для зменшення помилки сегментації необхідно збільшувати кількість моделей, а саме статистичних уявлень з різними параметрами, які використовуються для сегментації. Кожне таке представлення має описувати один тип з виділених однорідних областей. Тобто, кількість областей сегментації визначається виходячи з розмірів зображення і необхідного часу обробки при допустимій якості сегментації (ймовірності помилки).

Експериментальна перевірка працездатності запропонованого інформаційного забезпечення проводилася на синтезованих модельних і реальних знімках земної поверхні, отриманих від оптико-електронних та радіолокаційних засобів повітряної розвідки. Запропонований підхід дозволяє виділити пов'язані області на зображеннях земної поверхні, що і є частковою кінцевою метою обробки зображень земної поверхні у системах повітряної розвідки.

Список використаних джерел

1. Артюшин М., Мосов С. *Аерокосмічна розвідка в локальних війнах сучасності: досвід, проблемні питання і тенденції*. – К. : НАОУ, 2002. – 202 с.
2. Смирнов С. Многофункциональная радиоэлектронная аппаратура управления нанесением огневых ударов вооруженных сил стран НАТО // ЗВО. – № 6/2015. – С. 50-52.
3. Соколов А. Состояние и перспективы развития военно-воздушных сил США // ЗВО. – №5/2015. – С. 61-70.
4. Сканцев А. К вопросу об автоматизации системы управления вооружёнными силами США // ЗВО. – № 4/2015. – С. 24-32.
5. Гаврилов А. Автоматизированная система сбора, обработки и распределения разведывательной информации СВ США DCGS-A // ЗВО. – № 7/2010. – С. 32-40.
6. Бирюков И.Ю. Комплексный метод обнаружения и распознавания наземных целей на основе анализа цифровых изображений и регистрации акустических возмущений / Новітні технології – для захисту повітряного простору. – ХУПС, 2015. – 298 с.
7. Мальшевский В.А. Модернізація пілотованого комплексу повітряної розвідки / Новітні технології – для захисту повітряного простору. – ХУПС, 2015. – 290 с.
8. Бочкарев А.М. Методы интеграции датчиков изображений различной физической природы / А.М. Бочкарев, В.М. Бойцов, Ю.В. Бойко, М.В. Орда // Зарубежная радиоэлектроника. – № 2. – М., 1995. – С. 54-59.
9. Орда М.В. Сегментация кусочно-однородных изображений на основе параметрического решающего правила / М.В. Орда, Л.А. Чехович // Известия ВУЗ СССР. Радиоэлектроника. – № 7. – К., 1997. – С. 57-68.
10. Тихонов В.И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов. – М. : Радио и связь, 1991. – 608 с.

11. Орда М.В. Вдосконалення розвідувального циклу безпілотного авіаційного комплексу за допомогою автоматизованої підсистеми виявлення площадних об'єктів / М.В. Орда, С.В. Абрамов // Збірник наукових праць Військової академії (м.Одеса). – № 4. – 2015. – С. 42-50.

Рецензент: О.П. Мірошников, к.військ.н., професор, Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, м. Київ.

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ОПЕРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ РАЙОНА
ПРОВЕДЕНИЯ ОПЕРАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМ ВОЗДУШНОЙ РАЗВЕДКИ**

М.В. Орда, С.В. Абрамов, В.Ф. Даневич

Рассмотрены вопросы информационного обеспечения оперативной обработки изображений земной поверхности. Определён вариант схемы оперативной обработки изображений и их свойства, предложен статистический подход к сегментации на основе авторегрессионного и полиномиального представлений

Ключевые слова: система воздушной разведки, информационное обеспечение, оперативная обработка изображений, сегментация, статистическая теория принятия решений.

**INFORMATION SUPPORT OF THE OPERATIONAL PROCESSING OF THE IMAGE
THE EARTH'S SURFACE AREA OF THE OPERATION FOR
THE AERIAL RECONNAISSANCE SYSTEMS**

M. Orda, S. Abramov, V. Danevych

The problems of information support of operative of image processing the earth's surface. Definitely an option scheme operative an image processing and their properties, proposed a statistical approach to segmentation based on autoregresionogo and polynomial representations

Keywords: aerial reconnaissance system, information technology, operational image processing, segmentation, statistical decision theory.

УДК 681.3.06.+519.718.2

С.Є. Гнатюк¹**Л.М. Сакович², к.т.н., доц.****Є.В. Рижев³, к.т.н.**¹Державний науково-дослідний інститут Спецзв'язку, м. Київ, Україна²Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації, м. Київ, Україна³Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна

МОДЕЛЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОГРАМНО-КЕРОВАНИХ ЗАСОБІВ ЗВ'ЯЗКУ

У статті досліджено наявні математичні моделі надійності програмних засобів та показано відсутність єдиної універсальної моделі і великий діапазон відхилення результатів моделювання при отриманні одних і тих же вихідних даних. Запропоновано математичні статичну та динамічну моделі надійності залежно від умов фіксування відмов програмних засобів, які відрізняються мінімальним значенням середньоквадратичного відхилення результатів моделювання від статистичних даних про відмови програмних засобів в умовах реальної експлуатації програмно-керованих засобів зв'язку.

Ключові слова: програмно-керовані засоби зв'язку, математичні моделі надійності програмних засобів, система спеціального зв'язку.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій

Система зв'язку Збройних Сил (СЗЗС) України розвивається у напрямку підвищення значень показників її якості, що викликає відповідне ускладнення військової техніки зв'язку. Вона удосконалюється впровадженням цифрової обробки сигналів між абонентами (окремими пристроями або обчислювальними центрами) і використанням програмно-керованих засобів зв'язку (ПКЗЗ) [1]. Об'єм програмних засобів (ПЗ), які використовуються, неперервно зростає, розробляються та впроваджуються нові програмні продукти, спрямовані на забезпечення захищеності інформації, що передається. Однак оцінка показників надійності СЗЗС здійснюється тільки із врахуванням можливих відмов апаратних засобів (АЗ), хоча помилки нового ПЗ в початковий період його впровадження надають істотний вплив на збої та перерви обміну інформацією.

Питання вдосконалення і підвищення (або забезпечення) необхідних значень показників надійності ПЗ, цифрових радіоелектронних засобів різного призначення, а також комп'ютерних систем (КС) і мереж в теперішній час досить глибоко розглянуті і досліджені в наукових роботах вітчизняних та зарубіжних авторів, серед яких Волочій Б.Ю., Маєвський Д.А., Половко А.М., Харченко В.С., Яковина В.С. та багато інших. Проте у відомих роботах в недостатній мірі враховують особливості оцінки показників надійності сучасних ПКЗЗ за результатами їх дослідної експлуатації в початковий період використання за призначенням перспективних цифрових систем спеціального зв'язку (ССЗ). Але відомі моделі і методики оцінки показників надійності ПЗ і АЗ головним чином орієнтовані на використання під час тестових випробувань, ще до вводу цих засобів в експлуатацію, коли ПЗ містять досить багато помилок. Тобто, виникає необхідність розробки моделей і методик оцінки та прогнозування значень показників надійності за результатами випробувань в початковий період експлуатації нових зразків ПКЗЗ з помилками в ПЗ, які не виявлені під час тестових випробувань. Цю задачу можна вирішити удосконаленням відомих моделей за рахунок отримання нових аналітичних виразів і алгоритмів обчислення їх коефіцієнтів з метою мінімізації середньоквадратичного відхилення (СКВ) результатів моделювання від експериментальних даних [2, 3].

Мета статті

Мета роботи полягає в дослідженні впливу якості ПЗ на стійкість СЗЗС для отримання і використання результатів досліджень в методиках кількісної оцінки показників надійності ПЗ, АЗ та системи в цілому, які можуть бути практично реалізовані.

Виклад основного матеріалу

Статична модель надійності ПЗ ПКЗЗ – сукупність аналітичних виразів, що описують функціональні залежності показників надійності від часу і дозволяють отримати їх кількісну оцінку для визначення надійності системи в цілому у реальних умовах експлуатації при щомісячному підбитті кількості відмов в постійних умовах використання за призначенням. Модель призначена для кількісної оцінки і прогнозування значень показників надійності ПЗ за результатами обробки статистичних даних про відмови за деякий період часу.

В результаті аналізу даних підконтрольної експлуатації за n місяців і припущенні про експоненціальний закон зміни числа відмов ПЗ від часу з використанням методу найменших квадратів виконується апроксимація залежності експериментальних даних від часу, після чого обчислюються значення коефіцієнтів статичної моделі надійності ПЗ.

Сутність моделі полягає в отриманні кількісної оцінки показників надійності ПЗ ПКЗЗ при заданих обмеженнях і припущеннях на базі використання нових функціональних залежностей, які аналізують зміну значень показників від часу, та нових алгоритмів їх розрахунку.

Вихідні дані для використання моделі у випадку щомісячного підведення підсумків про відмови: K_m – число відмов ПЗ за місяць m ; T – період прогнозування показників надійності ПЗ.

Обмеження на використання моделі: умови експлуатації АЗ КС і ПКЗЗ за час отримання початкових даних і на період прогнозування постійні; ПЗ функціонує у середовищі близькому до реальних умов експлуатації КС і ПКЗЗ.

Припущення при використанні моделі: інтенсивність виявлення помилок пропорційна їх поточному числу в ПЗ; всі помилки ПЗ однаково ймовірні, а їх поява незалежна одна від іншої; проява кожної помилки веде до порушення правильності функціонування ПЗ; час до наступної відмови ПЗ розподілений експоненціально; помилки ПЗ після виявлення усуваються без внесення нових; інтенсивність виявлення помилок постійна в інтервалі між двома суміжними моментами появи помилок.

Математичний апарат моделі базується на використанні методів теорії надійності і теорії ймовірностей. Основні аналітичні вирази і функціональні залежності статичної моделі зведені в табл. 1, де A_1 та A_n – результати апроксимації кількості відмов ПЗ за перший та останні місяці підконтрольної експлуатації.

Адекватність моделі підтверджується за критерієм узгодження χ^2 Пірсона за виразом:

$$\chi^2 = \sum_{m=1}^n \frac{(N_m - K_m)^2}{N_m},$$

де N_m – прогнозована кількість відмов ПЗ.

У даному випадку адекватність моделі кількісно оцінюється мінімальним значенням СКВ результатів моделювання від статистичних даних про відмови, отриманих в процесі дослідної або підконтрольної експлуатації обладнання ССЗ.

Ефект від використання запропонованої моделі в порівнянні з відомими полягає в підвищенні точності кількісної оцінки і прогнозування значень показників надійності ПЗ: розрахункове значення числа відмов ПЗ за T місяців експлуатації відрізняється від істинного всього на 1,5 %; помилка в оцінці числа відмов ПЗ за місяць експлуатації КС не перевищує 0,6 %; зменшення значення СКВ результатів обчислень від експериментальних даних за n місяців експлуатації КС, порівняно із кращими з відомих моделей, до 9 %.

Сутність подальшого розвитку моделі, що забезпечує порівняно з відомими мінімізацію СКВ результатів моделювання від експериментальних даних, полягає в тому, що отримані нові аналітичні вирази і алгоритм розрахунку коефіцієнтів статичної моделі надійності ПЗ.

Відрізняється від відомих:

- доступним набором вихідних даних і можливістю використання в реальних умовах експлуатації обладнання СЗЗС на вузлах зв'язку та обчислювальних центрах з метою оцінки та прогнозування надійності ПЗ існуючих, а також перспективних зразків ПКЗЗ;
- припущеннями та обмеженнями на використання, які відповідають реальним умовам експлуатації обладнання СЗЗС;
- зменшенням значення СКВ результатів моделювання від експериментальних даних за рахунок використання нових алгоритмів розрахунку значень коефіцієнтів моделі;
- позитивним ефектом від використання, що полягає в підвищенні точності оцінки і прогнозування значень показників надійності ПЗ.

Таблиця 1

**Розрахунок кількісних оцінок значень
показників надійності ПЗ статичної моделі надійності**

Показник надійності ПЗ	Розрахунок а і b	Апроксимація
Значення коефіцієнтів моделі за результатами апроксимації даних про відмови ПЗ	$b = \ln(A_n / A_1) / (1 - n)$ $a = A_1 (A_n / A_1)^{1/(1-n)}$	Розрахунок методом найменших квадратів на ЕОМ
Кількість відмов ПЗ за місяць m (N_m)	$a \exp(-mb)$	$A_1 (A_n / A_1)^{(1-m)/(1-n)}$
Сумарна кількість відмов ПЗ за T місяців (N_T)	$\frac{a(e^{bT} - 1)}{e^{bT}(e^b - 1)}$	$\frac{A_1 [(A_n / A_1)^{T/(1-n)} - 1]}{(A_n / A_1)^{(T-1)/(n-1)} [(A_n / A_1)^{1/(1-n)} - 1]}$
Ймовірність безвідмовної роботи ПЗ за місяць m (P_{nm})	$\exp(-ae^{-mb})$	$\exp\left[-A_1 \left(\frac{A_n}{A_1}\right)^{\frac{m-1}{n-1}}\right]$
Інтенсивність потоку відмов ПЗ за місяць m (λ_m)	$-ab(A_n / A_1)^m$	$\frac{A_1 (A_n / A_1)^{\frac{m-1}{n-1}} \ln(A_n / A_1)}{1 - n}$
Напрацювання ПЗ на відмову за місяць m (T_{nm})	$-\left(A_n / A_1\right)^{-m} / ab$	$\frac{1 - n}{A_1 (A_n / A_1)^{\frac{m-1}{n-1}} \ln(A_n / A_1)}$
Середньоквадратичне відхилення результатів прогнозування N_m від даних про відмови ПЗ за n місяців (σ)	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{m=1}^n (ae^{-mb} - K_m)^2}$	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{m=1}^n \left(A_1 \left(\frac{A_n}{A_1} \right)^{\frac{1-m}{1-n}} - K_m \right)^2}$

Достовірність результатів моделювання підтверджується використанням апробованого математичного апарату, подібністю результатів до відомих в часткових випадках, а її адекватність – перевіркою відповідності результатів розрахунків дослідним даним за критерієм узгодження і мінімізацією значення СКВ [4].

Динамічна модель надійності ПЗ – функціональна залежність загальної кількості відмов з початку експлуатації, що прогнозується на заданий період часу, від статистичних даних для оцінки надійності системи в реальних умовах експлуатації при фіксації відмов у момент їх виявлення в постійних умовах використання за призначенням.

Аналіз залежності сумарних статистичних даних про відмови (N_{cm}) від часу з початку експлуатації (m) показує можливість апроксимації експериментальних даних функцією виду:

$$N_{cm} = a \left(\frac{m}{T} \right)^b \exp \left(- \frac{m}{T} b \right),$$

де T – період прогнозування числа відмов ПЗ.

Значення коефіцієнтів a і b обчислюються за результатами апроксимації експериментальних даних за час i та j із початку експлуатації ($1 < i < j < m$) та уточнюються методом найменших квадратів.

Отримана модель дозволяє кількісно оцінити інтенсивність відмов (λ_n) і напрацювання на відмову ($T_n = 1/\lambda_n$) ПЗ.

Основні математичні вирази кількісних оцінок показників надійності ПЗ приведені в табл. 2.

Укрупнений алгоритм реалізації моделі складається з наступних операцій: отримання та аналіз вихідних даних за результатами підконтрольної експлуатації виробів; апроксимація залежності сумарної кількості відмов від часу; розрахунок коефіцієнтів динамічної моделі за алгоритмом; розрахунок кількісних показників надійності ПЗ за виразами табл. 2; вивід результатів моделювання у вигляді таблиць або функціональних залежностей.

Таблиця 2

**Розрахунок кількісних оцінок значень
показників надійності ПЗ з використанням динамічної моделі**

Показник надійності ПЗ	Аналітичний вираз розрахунку показника
Значення коефіцієнтів моделі за результатами апроксимації даних про відмови ПЗ	$b = \frac{\ln(N_{cj}/N_{ci})}{(i-j)/T - \ln(i/T) + \ln(j/T)}$ $a = N_{ci} / \left[\left(\frac{i}{T} \right)^b \exp(-ib/T) \right]; 0 < i < j \leq T$
Кількість відмов ПЗ за місяць m (N_m)	$\frac{a}{T^b} \cdot \frac{m^b - (m-1)^b e^{b/T}}{e^{mb/T}}$
Сумарна кількість відмов ПЗ за T місяців (N_T)	$a \exp(-b)$
Ймовірність безвідмовної роботи ПЗ за місяць m (P_{nm})	$\exp \left[- \frac{a \left(m^b - (m-1)^b e^{b/T} \right)}{T^b e^{mb/T}} \right]$
Інтенсивність потоку відмов ПЗ за місяць m (λ_m)	$\frac{a \left[m^b e^{-b/T} - (m-1)^b \right]}{T^b \exp[b(m-1)/T]}$
Напрацювання ПЗ на відмову за місяць m (T_{nm})	$\frac{T^b \exp[b(m-1)/T]}{a \left[m^b e^{-b/T} - (m-1)^b \right]}$
Середньоквадратичне відхилення результатів прогнозування N_m від даних про відмови ПЗ за n місяців (σ)	$\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{m=1}^n \left(K_{cm} - \frac{a \left[m^b - (m-1)^b e^{b/T} \right]}{T^b e^{mb/T}} \right)^2}$

Адекватність динамічної моделі кількісно оцінюється мінімальним значенням СКВ результатів моделювання від вихідних статистичних даних про відмови ПЗ.

Ефект від використання динамічної моделі надійності ПЗ полягає в зменшенні значень σ (більше 9 %) та відносної помилки прогнозування кількості відмов за місяць експлуатації δN (до 5 %), а також за весь період прогнозування $\delta N_{\text{ст}}$ (до 3,1 %).

Наукова новизна моделі полягає в тому, що вперше:

– запропонована нова динамічна модель надійності ПЗ, алгоритм її реалізації із обґрунтуванням достовірності та адекватності отриманих результатів; в моделі, на відміну від відомих, використані нові аналітичні вирази для розрахунку показників надійності ПЗ (табл. 2), які уточнюють функціональні залежності їх зміни з часом; пропонується новий алгоритм розрахунку коефіцієнтів моделі; розроблений новий алгоритм реалізації динамічної моделі надійності ПЗ, що забезпечує мінімізацію значення СКВ результатів моделювання від експериментальних даних про експлуатаційну надійність.

Запропонована динамічна модель оцінки і прогнозування надійності ПЗ відрізняється від відомих зменшенням значення СКВ результатів розрахунків від дослідних даних більше 9 %.

Отриману модель доцільно використовувати у методиках кількісної оцінки значень показників надійності спеціальних ПКЗЗ [5].

Висновки

1. Дослідження відомих математичних моделей надійності ПЗ показало відсутність єдиної універсальної моделі та великий діапазон відхилення результатів моделювання при отриманні одних і тих же вихідних даних, що потребує створення і використання моделей, які мінімізують СКВ результатів моделювання від експериментальних даних при використанні доступної вихідної інформації в умовах реальної експлуатації обладнання і ССЗ.

2. Залежно від умов фіксування відмов ПЗ запропоновано математичні статичну та динамічну моделі надійності, що відрізняються мінімальним значенням СКВ результатів моделювання і статистичних даних про відмови, наукова новизна яких полягає у тому, що вперше: отримали подальший розвиток статична та динамічна моделі надійності ПЗ; в моделях оцінки і прогнозування надійності ПЗ, на відміну від відомих, використані нові аналітичні вирази для визначення числа помилок в ПЗ і оцінки його надійності; пропонуються нові алгоритми реалізації моделей, які забезпечують мінімізацію СКВ результатів моделювання від експериментальних даних щодо кількості відмов ПЗ.

3. Впровадження результатів досліджень в процес оцінки якості функціонування ССЗ дозволяє: підвищити точність оцінки і прогнозування значень показників надійності ПЗ; підтвердити високу імовірність відповідності гіпотези щодо функціональної залежності кількості відмов ПЗ від часу результатам експлуатації від 0,78 до 0,94 за критерієм χ^2 Пірсона, і відхилення числа відмов за період прогнозування від 1,5 до 3,1 %, зменшення значення СКВ від 0,463 до 0,966, тобто 9,32 % до 10,35 %.

Список використаних джерел

1. Гнатюк С.Є. Принципи побудови та перспективи розвитку програмно-керованих радіостанцій / С.Є. Гнатюк, С.П. Лівенцев, В.П. Павлов, Л.М. Сакович // *Зв'язок*, 2013. – № 1. – С. 11-15.
2. Сакович Л.М. Моделювання надійності програмних засобів техніки зв'язку / Л.М. Сакович, Я.Е. Небесна, С.Є. Гнатюк // *Зв'язок*, 2013. – № 1 – С. 15-19.
3. Сакович Л.М. Оцінювання надійності програмно-керованих засобів зв'язку / Л.М. Сакович, С.Є. Гнатюк // *Зв'язок*, 2013. – № 2. – С. 25-29.
4. Гнатюк С.Є. Аналітична модель надійності програмних засобів комп'ютерних систем і програмно-керованих засобів зв'язку / С.Є. Гнатюк, Л.М. Сакович // *Зв'язок*, 2013. – № 3. – С. 45-49.

5. Гнатюк С.С. Аналітична модель надійності програмних засобів комп'ютерних систем і програмно-керованих засобів зв'язку / С.С. Гнатюк // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних сил України. – № 3 (16). – Харків, 2014. – С. 104-108.

Рецензент: Давіденко С.В., к.т.н., доц., Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів.

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОГРАММНО УПРАВЛЯЕМЫХ СРЕДСТВ СВЯЗИ

С.Е. Гнатюк, Л.Н. Сакович, Е.В. Рыжов

В статье исследованы существующие математические модели надежности программных средств и показано отсутствие единой универсальной модели, большой диапазон отклонения результатов моделирования при получении одних и тех же исходных данных. Предложено математические статическую и динамическую модели надежности в зависимости от условий фиксации отказов программных средств, которые отличаются минимальным значением среднеквадратического отклонения результатов моделирования от статистических данных об отказах программных средств в условиях реальной эксплуатации программно-управляемых средств связи.

Ключевые слова: программно-управляемые средства связи, математические модели надежности программных средств, система специальной связи.

MODELING OF THE RELIABILITY OF THE PROGRAM DRIVEN COMMUNICATION MEANS SOFTWARE

S. Hnatiuk, L. Sakovych, Y. Ryzhov

The article examines existing mathematical models of software reliability and shows the lack of single universal model, as well as great deviation range of modeling results given the same input data. Mathematical statistic and dynamic reliability models depending on the conditions of software failure recording, that differ by minimal value of mean square deviation of modeling results from statistic data on software failure in the conditions of actual exploitation of computer driven communication means have been suggested.

Keywords: computer driven communication means, mathematical models of software reliability, special communication system.

УДК 355.461: 519.87

А.М. Дончак, к.психол.н.**О.В. Дубов, к.військ.н., доц.****О.Г. Петровський***Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна*

ДЕЯКІ ПИТАННЯ ФОРМАЛІЗАЦІЇ МОРСЬКОГО БОЮ КОРАБЕЛЬНИХ УДАРНИХ ГРУП (КОРАБЛІВ) ВМС ЗС УКРАЇНИ

На основі матеріалів, отриманих з відкритих джерел, розглянуті питання щодо бойового складу, окремих характеристик та бойових можливостей кораблів ВМС ЗС України; розрахунку коефіцієнтів бойових потенціалів за різними методиками; а також прийнятих гіпотез, допущень і проблем, що виникають при розв'язанні задачі формалізації морського бою сьогоденних ВМС України.

Ключові слова: бойові можливості, коефіцієнти бойових потенціалів, корабель, корабельна ударна група, морський бій, математичний апарат, імітаційна модель, формалізація.

Постановка проблеми

В умовах загострення сучасної міжнародної обстановки, коли рівень загроз (ризиків) національній безпеці України різко підвищився, викликає широку стурбованість у суспільства стан її Збройних сил і, особливо, їх військово-морського компоненту.

У зв'язку з втратою Україною частини сил та засобів ВМС у Криму, виник значний некомплект існуючих плавзасобів (передусім бойових), який не дозволяє якісно виконати навіть першочергові завдання ВМС. В умовах некомплекту все більше постає проблема виконання завдань флоту існуючими можливостями, визначення необхідного для цього складу сил і засобів. Значну допомогу в вирішенні цього питання може надати активне використання в ході розробки та прийняття рішення флотським командиром математичного апарату (імітаційної математичної моделі) для прогнозування ходу та результатів морського бою у довільний момент часу, надання рекомендацій для призначення (змін) складу сил та засобів з метою успішної реалізації задуму.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Питання застосування загальних тактичних розрахунків достатньо відомі ще з 60-80-х років ХХ сторіччя, наприклад, дослідження Терехова А. Г. [1], Вайнера А.Я. [2], Краснощокі П. С. [3]. В ході аналізу матеріалу розглядалося коло дисертаційних робіт, присвячених розрахунку та обґрунтуванню ефективності застосування сил (військ), в тому числі [4-5]. Ефективність застосування сил (військ) ВМФ (ВМС) у різні часи розкривалася в дослідженнях таких військових фахівців, як Абчук В.А., Волгін М.С., Матвейчук Ф.А. [6], Загорка О.М., Томашевський Л.П. й інших. Деякі особливості щодо підвищення ефективності застосування сил ВМС під час виконання завдань захисту територіальних вод та узбережжя більш детально відображені в [7].

Постановка задачі та її розв'язання

При наявному математичному апараті, навіть у вигляді оперативно-тактичних розрахунків, отримане рішення буде недостатньо достовірним внаслідок похибок у математичному описуванні процесу реального бою при формалізації. Окремі питання покращення формалізаційних процесів, врахування в них багатоваріантності подій реального бою, підвищення рівня достовірності отриманих результатів і є метою цієї статті.

Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

Наявні методики формалізації морського бою (у вигляді комплексу математичних задач або математичної моделі) далеко не в повній мірі враховують різноманіття факторів сучасного бою, його антагоністичний стохастичний характер. Запропонований в цій статті підхід вказує на можливий напрямок розв'язання цієї задачі.

Виклад основного матеріалу досліджень з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Говорячи про формалізацію антагоністичного зіткнення сторін необхідно розуміти, що мова піде про розрахунки (в тому чи іншому вигляді) бойових потенціалів засобів сторін з їхніми бойовими можливостями.

Бойові можливості військ [8] – це кількісні і якісні показники, що характеризують можливості підрозділів виконувати визначені бойові завдання за встановлений час у конкретних умовах обстановки за умови збереження боєздатності військ на рівні, що забезпечує подальше виконання бойового завдання.

Бойові можливості військ це величина непостійна, вона залежить від багатьох факторів, які умовно можна розділити на:

- фактори, що характеризують матеріальну основу бойових можливостей військ (кількість і якість озброєння і військової техніки і т.ін.);
- фактори, що характеризують конкретну бойову обстановку (вид бою, засоби підсилення, забезпеченість своїх військ, воєнно-географічні умови, пору року та час доби і т.д.);
- фактори, що характеризують рівень військової, спеціальної та польової виучки особового складу, його морально-психологічного стану, досвіду бойових дій, злагодженості, дисципліни, досвіду та тактичної підготовленості командного складу в управлінні підрозділами.

Існує багато методик розрахунку імовірних результатів бою протидіючих сторін, які співвідносять сумарні коефіцієнти бойових можливостей корабельних ударних груп (КУГ) чи окремих кораблів або їх бойові потенціали. Однак, більшість з них розглядають протистояння сторін в ході наземного бою.

Разом з тим, існує і декілька методик, які сьогодні дозволяють оцінити та спрогнозувати результати стохастичного процесу морського бою в окремих його складових (етапах, часових проміжках і т.п.).

Так, спільноті широко відома інтернет-методика, яка запропонована Центральним Військово-Морським Порталом (ЦВМП) [9].

Цей портал впродовж ряду років проводить незалежне дослідження складу і стану флотів провідних світових держав і, в першу чергу, флоту Російської Федерації (РФ), традиційно оцінюючи його бойовий потенціал по відношенню до військово-морських сил США (дослідження за 2007, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 роки).

Розглядаючи процес розрахунку бойових можливостей флотів в представленій методиці, стає зрозумілим, що ЦВМП при розрахунках бойового потенціалу ВМС внаслідок складності обліку не враховує сукупності різних зразків озброєння і техніки, систем управління і забезпечення, інших чинників і складових, які мусять супроводжувати такий розрахунок. Портал (ЦВМП) застосував свою методику розрахунку, яка дозволяє спрощено і наочно в табличній формі не лише відобразити усе різноманіття корабельного складу двох флотів (РФ й США), але порівняти їх бойові можливості.

Ваговий коефіцієнт у вищевказаній методиці – це узагальнений показник співвідношення кількості і бойової потужності корабельного складу ВМФ РФ відносно аналогічних характеристик найбільшого з флотів світу – ВМС США. Вони застосовуються для порівняльної оцінки бойових можливостей різних класів кораблів ВМФ РФ і ВМС США. Ці ж коефіцієнти використані для визначення бойових можливостей кораблів ВМС ЗС України.

За аналогією із запропонованою методикою в роботі розглянуто як третю порівняльну частину – ВМС ЗС України (табл. 1).

Кожному рядку таблиці (кораблю) присвоєний свій коефіцієнт. Як і в традиційних методиках розрахунку бойового потенціалу, для цього застосовуються середньозважені вагові коефіцієнти, що відображають сукупність показників бойових властивостей кораблів. Вибір значення вагових коефіцієнтів (лише виходячи з приблизної оцінки сукупності бойових властивостей кораблів того або іншого класу) проведений не достатньо глибоко для їх врахування штабами.

Таблиця 1

Бойові можливості ВМС (ВМФ) США, РФ, України

Найменування класів і підкласів бойових кораблів, ваговий коефіцієнт	ВМФ РФ Обліковий склад, од.	Вага, ум. од.	ВМС США Обліковий склад, од.	Вага, ум. од.	ВМС ЗСУ Обліковий склад, од.	Вага, ум. од.
Особовий склад	143000	-	322000 + резерв 124000	-	6500 (з них плавсклад - 550)	-
Атомні ПЧ з балістичними ракетами (ваговий коефіцієнт 0)	14 (15) ¹	0	14	0	-	-
АПЧ з крилатими ракетами великої дальності (ваговий коефіцієнт 5)	7 (9) ¹	35	4	20	-	-
Атомні ПЧ (ваговий коефіцієнт 5)	16 (19) ¹	80	53	265	-	-
Дизельні ПЧ (ваговий коефіцієнт 3)	19 (21) ¹	57	-	0	-	-
Авіаносці (ваговий коефіцієнт 6)	1	6	10	60	-	-
Крейсери УРО (ваговий коефіцієнт 4)	4 (6) ¹	16	22	88	0(1) ¹	0
Есмінці УРО (ваговий коефіцієнт 3)	13 (17) ¹	39	62	186	-	-
Фрегати / СКР (ваговий коефіцієнт 3)	5 (7) ¹	15	9	27	1(1) ¹	3
Корвети / кораблі контролю територіальних вод типу LCS (ваговий коефіцієнт 1)	8 (9) ¹	8	4	4	2(4) ^{1,2}	2
Десантні вертольотоносці / УДК (ваговий коефіцієнт 4)	-	0	11	44	-	-
Десантні кораблі-доки / ДВКД (ваговий коефіцієнт 3)	-	0	21	63	-	-
Десантні кораблі (ваговий коефіцієнт 2)	19 (21) ¹	38	-	0	2(2) ¹	4
Протимінні кораблі (морські тральщики) (ваговий коефіцієнт 1)	35 (39) ¹	35	11	11	1(1) ¹	1
МРК, ракетні катери (ваговий коефіцієнт 1)	31 (32) ¹	31	-	0	1(1) ¹	1
МПК, катери (ваговий коефіцієнт 1)	44 (74) ¹	44	13	13	20(20) ^{1,2}	20
Разом	216	404	234	781	27	31
Співвідношення	92,31%	51,73%	100%	100%	11,54	3,97
ДОПОМІЖНИЙ ФЛОТ (не враховується в загальному розрахунку)						
Судна постачання, допоміжний флот, учбові, гідрографічні і дослідницькі судна (ваговий коефіцієнт 1)	292	292	198	198	42	42
Разом	508	696	432	979	69	74
Співвідношення	117,59%	71,09%	100%	100%	15,97	7,56

Примітки:

1. У дужках надається загальна кількість кораблів (катерів) даного класу, в тому числі й ті, що недобудовані, на консервації, ремонтуються, модернізуються; без дужок вказано кількість з них боєздатних кораблів.
2. Кількість катерів вказана з урахуванням засобів прикордонних військ.

Атомним підводним ракетноносьцям, незважаючи на їх виняткову вогневу потужність, присвоєний коефіцієнт «0». Таким чином, з розрахунку свідомо виключено «морську складову ядерного щита» не лише тому, що «не передбачається їх участь в неядерній війні», але й щоб вивести з тіні цього щита реальне співвідношення бойових можливостей ВМФ Росії, ВМС США та ВМС України.

Навіть простий розрахунок (табл. 1) показав результати, що дозволяють взагалі зрозуміти гостру ситуацію з сучасним станом наших ВМС.

Так, при прийнятті сумарного бойового складу ВМС США й сумарної умовної ваги їх плавзасобів (з урахуванням їх вагових коефіцієнтів) за 100 %, відповідні показники для ВМС України становлять: сумарний бойовий склад – 11,54 %, умовна вага – 3,97 %. Такий значний контраст, нажаль, достатньо об'єктивно відображає стан сучасних ВМС України, що вимагає невідкладних рішень керівництва ВМС та держави в цілому щодо його покращення.

Крім методики, що розміщена на ЦВМП в мережі Internet, широко відома у колі спеціалістів ВМС методика, розроблена колективом авторів під управлінням наукового керівника – контр-адмірала ВМФ РФ Матвійчука Ф. О. [6].

Це – узагальнена методика, що включає в себе сукупність окремих методик (математичні розрахунки, графічні схеми та методику експертних оцінок), які можуть використовуватися самостійно одна від іншої та надавати зрозумілий результат або враховуватися як частина однієї комплексної методики (в якості відповідних вихідних даних). У загальну методику входять:

- методика визначення бойової стійкості корабельних з'єднань від ударів різних сил і засобів противника;
- методика визначення бойових можливостей ракетних підводних човнів, ракетних кораблів та берегових ракетних частин;
- методика визначення бойових можливостей надводних кораблів в артилерійському бою;
- методика визначення бойових можливостей штурмової авіації;
- методика визначення бойової стійкості підводних човнів та ефективності торпедних ударів.

Наприклад, методикою визначення бойової стійкості корабельних з'єднань від ударів різних сил і засобів противника враховуються наступні чинники тактичної обстановки:

- склад (кількість і типи кораблів) з'єднання, що обороняється;
- склад сил охорони;
- побудова ордера і похідного (бойового) порядку;
- результати попередніх ударів противника (зменшення ефективності сил і засобів оборони, зниження боєздатності об'єктів, що обороняються);
- склад сил і засобів нападу противника;
- результати попередніх ударів інших сил ВМФ по противнику до нанесення їм удару по з'єднанню, що обороняється;
- варіанти дій сил противника (поодиноким, групами, послідовні або одночасні удари).

Методика побудована на використанні формул, таблиць і графіків, що дозволяють в короткі строки виконати розрахунки з достатньою точністю. При виконанні розрахунків, як правило, немає необхідності в користуванні додатковими матеріалами, оскільки ефективність сил і засобів нападу противника і ефективність сил і засобів оборони приведені у відповідних таблицях для типових умов бойових дій.

Основними критеріями оцінки ефективності оборони (оборонних можливостей) корабельного з'єднання в цієї методиці являються імовірність збереження боєздатності (не ураження) кожного з кораблів, що охороняються, чи математичне очікування (МОЧ) долі або числа збережених (неуражених) кораблів, що охороняються. Додатковими критеріями можуть бути: імовірність збереження боєздатності кожного з кораблів охорони, МОЧ долі або числа збережених кораблів охорони, а також МОЧ числа знищених сил і засобів нападу противника.

Окрім визначення бойової стійкості корабельних з'єднань розглянута методика дозволяє шляхом підбору варіантів визначити необхідний склад сил та засобів для дій в різних зонах оборони (у далекій, ближній і в зоні самооборони) в різних умовах.

Однак, ці методики дозволяють отримати результати дослідження складових етапів морського бою статично (або дискретно), але не розглядають його розвиток в динаміці, не в повному обсязі враховують імовірнісний характер подій, випадковість і антагонізм більшості процесів.

Наведені методики, при всієї їх корисності, враховують лише частину чинників обробленої початкової інформації та не в повній мірі враховують погіршення (втрату) управління, недостатньо відображають множини факторів реального бою (стан і якість підготовки особового складу, його бойовий досвід, несправність зброї, закінчення боекомплекту та ін.).

Для спрощення та наближення цих методик та окремих математичних розрахунків до процесу бойового протистояння в реальному морському бою на них накладаються обмеження, тобто вказуються межі застосування у вигляді гіпотез та допущень.

Наприклад, для опису процесу протистояння корабельних ударних груп або окремих кораблів сторін, можуть бути встановлені гіпотези, подібні нижчевикладеним:

1. Будь-яке бойове протистояння носить двосторонній характер та має заздалегідь непередбачений результат: може привести як до успіху, так і до поразки однієї зі сторін залежно від співвідношення сил і засобів, динаміки введення в бій наявних можливостей, а також невизначеностей випадкового, природного і антагоністичного характеру.

2. Протидіюча сторона завжди прагне виконати бойову задачу з мінімальними втратами.

3. Дії протистоячих сторін ведуться в умовах повної інформації про противника при ідеальному управлінні та в умовах відсутності упереджувальних ударів.

Крім того, виходячи з досвіду навчань та реальних бойових дій, у розрахунки, як правило, вводиться система допущень про найбільш суттєві особливості процесу бойового протистояння. Наприклад, в преамбулі широко відомої серед морських фахівців методики Матвійчука Ф. О. [6] окремо підкреслюється, що в ході підготовки рішення, крім розрахованих методикою результатів необхідно брати до уваги й інші невраховані фактори: спрямування противника на хибні напрями і об'єкти, умови видимості, підготовленість особового складу та інші, що включаються в систему допущень.

Так, система допущень [4] може включати подібні обмеження:

1) сторони мають кількісний склад, який відповідає організаційно-штатній структурі ЗС України і одного з тимчасових угруповань флотів країн Чорноморсько-Середземноморського басейну і діють відповідно до своїх тактичних нормативів.

2) противник може застосовувати досконалішу зброю і маневр для більш ефективного ураження сил і засобів протистоячої сторони.

3) протидіючі сторони мають резервні засоби ближнього бою, що не уражаються протистоячими сторонами до їх введення у бій, чисельність яких обмежена.

4) допоміжні (забезпечувальні) засоби сторін, а також атомні підводні човни, що оснащені балістичними ракетами (або іншою ЗМУ), в розрахунку результатів бойового зіткнення не враховуються.

5) бойові засоби сторін умовно поділяються на дві групи: засоби ближнього бою, до яких відносяться бойові кораблі і катери, десантні засоби, і засоби вогневої підтримки, до яких відносяться ракетні кораблі, катери та авіація.

6) атакуюча сторона має бойові одиниці засобів вогневої підтримки (артилерія, авіація, ракети і тому подібне) і бойові одиниці ближнього бою (малокаліберні гармати, великокаліберні кулемети та стрілецька зброя й інше) на плавзасобах, як розгорнутих у бойовий порядок, так і резервних, що значно переважають за чисельністю засоби сторони, яка обороняється.

7) вважається, що зброя – справна, боекомплект – повністю в наявності, особовий склад здоровий, підготовлений до бойових дій. В розрахунках не враховується використання морських мін та застосування зброї масового ураження.

8) співвідношення сил сторін визначається як відношення їх кількісного складу, взятого з поправочними коефіцієнтами на тип проекту, його озброєння та оснащення (коефіцієнт бойового потенціалу).

9) ефективність управління силами і засобами сторін впродовж бою не змінюється.

10) вплив погодних умов (шторм-штиль; опади й т.ін.), часу доби (день-ніч), часу року (зима-літо) на дії сторін враховуються відмінностями ефективності ураження бойових одиниць засобів ближнього бою та вогневої підтримки.

11) інтенсивність дій сторін в ході бою не змінюється. В той же час, протиборство кожної із сторін буде послаблюватися внаслідок безповоротних втрат попри те, що в бій можуть вводитися резервні бойові одиниці засобів ближнього бою.

12) резерви сторін вводяться у бій безінерційно, відразу після завдання ударів засобами вогневої підтримки після прийняття рішення на їх введення в бій.

13) сторони ведуть лише зустрічні, нефлангові дії, тобто перпендикулярно загальній лінії бойового зіткнення.

14) бойове протиборство сторін у ближньому бою складається з двох етапів: зближення протидіючих сторін, що супроводжується інтенсивним взаємним вогневим впливом, і безпосереднього зіткнення, що має за ціль нанесення максимальних втрат.

15) вважається, що в ході бою наступаюча сторона першою завдає вогневого ураження.

16) різні засоби ведуть вогонь не лише на знищення, коли уражений засіб назавжди втрачає свою боєздатність, але й допускається можливість лише часткового пошкодження. Протиборчі сторони вживають заходи щодо відновлення боєздатності.

17) відповідно до загальноприйнятих поглядів військових експертів, втрати сил та засобів підчас ведення оборони не повинні перевищувати 60-80 %, а також наступаюча сторона при втратах 50 % і більше відмовляється від подальших дій.

Крім цих обмежень, в ході розробки реально діючого математичного апарату (моделі) можуть встановлюватися й інші.

Разом з тим, відомо, що, чим більше ми наближуємо створений математичний апарат опису бою (або, навіть, математичну імітаційну модель) до його реалій, використовуючи метод накладання обмежень, тим більш недостовірним він (вона) буде.

Тобто, задача дослідника (офіцера-математика) зводиться до врахування більшості факторів, що впливають на хід та результати морського бою, залишаючи найменше можливу кількість гіпотез та допущень. При цьому, отримана модель не повинна бути статичною, «незворотною». Кількість зовнішніх початкових даних, що вводяться для роботи не повинна перевантажувати її різними дрібними елементами, що ускладнюють роботу офіцера – «оператора» штабу. Усі дрібноти повинні бути сховані всередині алгоритму та при математичній формалізації розробленої методики (апарату, моделі).

Отже, представляється доцільним на I-му етапі формалізації для зменшення кількості гіпотез і припущень більшість з них вказувати у якості поправочних коефіцієнтів k_{ij} [4] (при $0 \leq k_{ij} \leq 1$) у числовому або відсотковому вигляді, точне значення яких може розраховуватися за окремими простими методиками (отримуватися методом експертних оцінок або визначатися за досвідом військових конфліктів чи навчань і т.д.).

На II-му етапі створення математичного апарату доцільно формалізувати залежності величини кожного з цих коефіцієнтів від зовнішніх факторів морського бою, тобто отримати математичну залежність у вигляді виразу, рівняння, формули.

Накопичення об'єктивно формалізованих складових моделі (математичного розрахунку), які зменшують кількість допущень, веде до більшої складності математичного апарату та взагалі моделі. В той же час, це веде й до більшої її об'єктивності та впливає на більшу достовірність отриманих результатів перебігу реального морського протистояння.

Разом з тим, питання складності математичного розрахунку в сьогоденних умовах швидкого розвитку електронно-обчислювальної техніки явно вже не є критичним і представляє деякі труднощі лише на етапі розбудови алгоритму моделі та її перекладу на одну з машинних мов.

Таким чином, стає задача розробки методики, в основі якої лежить стохастична імітаційна модель (математичний апарат), що представлена у вигляді рівнянь або систем рівнянь і нерівностей, в яких закладений імовірнісний характер бойового протиборства сторін.

Подібна модель (математичний апарат) повинна враховувати невизначеності антагоністичного, випадкового і природного характеру, що виникають в ході бою, відносно бойової виучки, реалізації бойової ефективності озброєння сторін, особливостей кліматичних умов, часу доби і так далі, що дозволяє дослідникам вивчати результати поведінки конфліктуючої системи в динаміці (у часі), а також приймати рішення в умовах невизначеностей, використовуючи принцип «гарантованого результату».

Відповідно до свого призначення, дослідницький математичний апарат в такий методиці повинний забезпечити рішення комплексу розрахунково-аналітичних задач, наприклад:

- 1) імітацію початку бою;
- 2) числовий аналіз ситуації про співвідношення сил і засобів сторін до початку безпосереднього бойового зіткнення сторін; облік результатів обміну ударами сторін на етапі зближення;
- 3) прогнозування успіху дій сторін на кожен довільний момент часу;
- 4) визначення очікуваних втрат сторін із заданою імовірністю в довільний момент часу;
- 5) оцінку очікуваної кількості уражених об'єктів і засобів сторін;
- 6) оцінку очікуваного відсотку виконання завдань сторонами;
- 7) оцінку варіантів зміни складу (необхідного посилення) тимчасових угруповань сторін та їх оснащення необхідним озброєнням;
- 8) оцінку очікуваного оптимального складу і стану сторін за часом і етапами бою;
- 9) можливість коригування рішення на бій дослідником на підставі досвіду і у зв'язку з можливим не врахуванням самою моделлю будь-яких чинників реального бою, який досліджується.

Результати, які були отримані за допомогою методики, повинні надавати легкозасвоюваний результат та розкриватися насамперед, у таких напрямках:

- визначення бойового складу та бойових потенціалів угруповань протидіючих сторін;
- оцінка очікуваного ступеня втрат сторін та імовірного результату бою;
- надання рекомендацій щодо застосування засобів вогневої підтримки у відповідності із прийнятими рішеннями по вогневому ураженню;
- оцінка очікуваного ступеня втрат сторін у ході ближнього бою та в багатьох інших параметрах;
- висновки щодо стану боєздатності на момент закінчення етапу морського бою та здатності сторін у подальшому виконувати бойові завдання, тобто доцільності діяти у відповідності із прийнятим рішенням.

Формування програмного продукту на основі будь-якого математичного апарату (методики) у вигляді діючої імітаційної моделі морського бою вимагає урахування спеціальних вимог до наочності та гнучкості процесу моделювання, деякими з котрих є:

- а) необхідність контролю і відображення помилок операторів;
- б) необхідність забезпечення багатоваріантності застосування методики (для підбору окремих варіантів співвідношення сторін, застосування сил і засобів, розрахунків і уточнення існуючих рішень і тому подібне);
- в) можливість неодноразового використання введених початкових даних з окремим їх коригуванням, можливість накопичення варіантів розрахунків та ін.

Для якісного вирішення питання моделювання морського бою необхідно отримати достовірні вихідні дані. Передусім, це питання визначення кількості і стану плавзасобів ВМС, виду та боєздатності їх озброєння, наявності боєкомплекту (в т.ч. ракетного). Окремо стає питання отримання вихідних даних по наземному і повітряному компоненту ВМС (морській авіації, береговій обороні, морській піхоті та ін.).

Більшість невизначеностей пов'язана з захопленням і утриманням частини українських плавзасобів Російською Федерацією та поступовим поверненням окремих затриманих кораблів (катерів, суден забезпечення) до ВМС ЗС України.

В даній статті автори намагалися, крім іншого, узагальнити різноманітну інформацію щодо складу плавзасобів ВМС ЗС України, їх стану, тактико-технічних характеристик, озброєння, яка надається у відкритому друці (табл. 2).

Таблиця 2

Сучасні бойові плавзасоби України

№ з/р	Проект	Клас, назва, бортовий №, зовнішній вигляд	Основні характеристики	Коефіцієнти можливостей	
				К ₁	К ₂
1	1135.1	Фрегат «Гетьман Сагайдачний» U130 	Водотоннажність, т – 3180 Розміри, м - довжина тах/КВЛ – 123/113 - ширина тах/КВЛ – 14.2/13.2 - осадка по тах – 4.72 Швидкість повного ходу, вузли – 32 Дальність плавання, миль – 3900 Тип ГЕУ – ГГТУ (ТУК) Потужність повного ходу, к.с. – 57000 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 192 (31) Автономність, діб – 30 Озброєння: - авіаційне, засоби зльоту, кількість і тип ЛАК – 1хВПП, 1хКа-27 - ракетне - ППО – 1 ЗРК СО «Оса-М» 1х2 ПУ (20) - ПЧО і ПТЗ – 2 РБУ-6000 - Артилерійське – 1х1 100-мм АК-100, 2х6 30-мм АК-630 - Торпедне – 2х4 533-мм ТА БІКС – «Сапфир-У7» РЛС – «Ангара» або «Фрегат-МА» ГАЗ – «Платина-С», «Бронза» РЕБ – «Старт-2», ПК-16, «Смелый» КРС – «Тайфун-3»	3	10,2
2	1124П	Корвет «Вінниця» U1206 	Водотоннажність, т – 830 Розміри, м - довжина тах/КВЛ – 71.2/66 - ширина тах/КВЛ – 10.3/9.5 - осадка по КВЛ – 3.45 Швидкість повного ходу, вузли – 35 Дальність плавання, миль – 2700 Тип ГЕУ – ДГТУ Потужність повного ходу, к.с. – 38000 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 79 (9) Автономність, діб – 18 Озброєння: - Ракетне: ПЧО і ПТЗ – 1 РБУ-6000 - Артилерійське – 2х2 57-мм АК-725 - Торпедне – 2х2 533-мм ТА РЛС – «Рубка» ГАЗ – «Аргунь», «Шепонь» РЕБ – «Бизань-4Б» КРС – набір засобів	1	3,45
3	1258	Рейдовий тральщик "Генічеськ" U360 	Водотоннажність, т – 88.5 Розміри, м - довжина тах/КВЛ – 26.1/24.2 - ширина по тах/КВЛ – 5.4/5.1 - осадка по КВЛ – 1.38 Швидкість повного ходу, вузли – 12 Дальність плавання, миль – 300 Тип ГЕУ – ДДУ Потужність повного ходу, к.с. – 600 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 10 (1) Автономність, діб – 3 Озброєння: - Ракетне: ППО – ПЗРК «Стрела-3» - Артилерійське – 1х2 25-мм 2М-3М, 1х2 14.5-мм 2М-7 - Протимінне, мінне – МТ-3У або ВКТ-1 або СЕМТ-1, АТ-2 або ІС «Нева-1» або ІУ-2 РЛС та РТУ – «Кивач» КРС – набір засобів	1	1,63

Продовження таблиці 2

№ з/р	Проект	Клас, назва, бортовий №, зовнішній вигляд	Основні характеристики	Коефіцієнти можливостей	
				К ₁	К ₂
4	206MP	Ракетний катер «Прилуки» U153 	Водотоннажність, т – 230 Розміри, м • довжина тах/КВЛ – 38.6/37.5 • ширина тах/КВЛ – 7.6/5.9 • по крилах – 12.5 • осадка по КВЛ – 2.1 • по крилах – 3.26 Швидкість повного ходу, вузли – 43 Дальність плавання, миль – 2000 Тип ГЕУ – ДУ Потужність повного ходу, к.с. – 15000 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 29 (5) Автономність, діб – 5 Озброєння: • Ракетне: КРЗ – 2 ПУ ПКР П-15М (2) ППО – ПЗРК «Стрела-3М» 1х4 ПУ (20) • Артилерійське – 1х1 76-мм АК-176, 1х6 30-мм АК-630 РЛС – «Гарпун» РЕБ – ПК-16 КРС – набір засобів	1	5,18
5	773	Середній десантний корабель «Кіровоград» U401 	Водотоннажність, – 920 Розміри, м • довжина тах/КВЛ – 81.0/76 • ширина тах/КВЛ – 9.3/9.0 • осадка – 2.3 Розміри трюму для АБТ, м – 38х5.3х3.8 Швидкість повного ходу, вузли – 16 Дальність плавання, миль – 3000 Тип ГЕУ – ДУ Потужність повного ходу, к.с. – 4400 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 41 (5) Автономність, діб – 3 Десантовмістимість • АБТ: кількість, клас – 5 ср.танк або МП чоловік – 160 Озброєння: Ракетне • НРО – 2х18 140-мм WM-18 • ППО – ПЗРК «Стрела-3» 2х4 ПУ Артилерійське: – 2х2 30-мм АК-230 РЛС – «Донец-2», «Рысь» КРС – набір засобів	2	2,55
6	1400М	Артилерійський катер «Скадовськ» U170 	Водотоннажність, т – 35.9 Розміри, м • довжина тах/КВЛ – 23.8/21.7 • ширина тах/КВЛ – 5.0/3.8 • осадка по КВЛ – 1.0 Швидкість повного ходу, вузли – 30 Дальність плавання, миль – 500 Тип ГЕУ – ДУ Потужність повного ходу, к.с. – 2200 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 9 (1) Автономність, діб – 5 Озброєння: • Артилерійське – 1х2 12.7-мм «Утес-М» або 1х2 14.5-мм 2М-7 РЛС – «Лощія» КРС – набір засобів	1	0,19
7	58155 «Гюрза-М»	Малий броньований артилерійський катер «Білгород-Дністровський» БК 01	Розміри, м Довжина найбільша по КВЛ – 18,00 Ширина по КВЛ – 3,90 Висота борту – 2,25 Осадка, м – 0,70 Водотоннажність повна, т – 39,91 Швидкість повного ходу, вуз – 27,80	1	0,55

Продовження таблиці 2

№ з/р	Проект	Клас, назва, бортовий №, зовнішній вигляд	Основні характеристики	Коефіцієнти можливостей	
				К ₁	К ₂
8		«Аккерман» БК 02 	Дальність, миль – 450 Автономність, діб – 5 Озброєння: • бойові модулі типу «Катран-М» - 2 кожен в складі: 30-мм гармата 30-мм гранатомет • керовані ракети типу «Бар'єр» • переносний ЗРК – 1 Екіпаж, чоловік – 5		
9	1176	Десантний катер «Сватове» U763 	Водотоннажність, т – 90 Розміри, м • довжина тах – 24 • ширина тах – 6 • осадка – 1.5 Швидкість повного ходу, вузли – 11.5 Дальність плавання, миль – 330 Тип ГЕУ – ДУ Потужність повного ходу, к.с. – 600 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 6 (-) Автономність, діб – 2 Десантовмістимість • АБТ: – 1 ср.танк • МП чоловік – 20 РЛС – «Миус» КРС – набір засобів	1	0,62
10	1241.2	Корвет «Григорій Гнатенко» BG 52 (прикордонні війська) 	Водотоннажність, т – 399 Розміри, м • довжина тах/КВЛ – 57.6/49.5 • ширина тах/КВЛ – 10.2/8.74 • осадка по КВЛ – 2.2 Швидкість повного ходу, вузли – 35 Дальність плавання, миль – 1600 Тип ГЕУ – ДУ Потужність повного ходу, к.с. – 20000 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 36 (5) Автономність, діб – 10 Озброєння: • Ракетне: ППО – ПЗРК «Стрела-3» 1х4 ПУ ПЧО і ПТЗ – 2 РБУ-1200 • Артилерійське – 1х1 76-мм АК-176, 1х6 30-мм АК-630 • Торпедне – 4х1 400-мм ТА, 2 бомбоскидача РЛС – «Вымпел», «Рейд» ГАЗ – «Бронза» РЕБ – «Вымпел-Р2», ПК-16 КРС – набір засобів	1	2,31
11		Корвет «Григорій Куропятников» BG 50 (прикордонні війська)			
12	1400 М	Сторожовий катер «ПСКА-516» BG107 (прикордонні війська) 	Водотоннажність, т – 35.9 Розміри, м • довжина тах/КВЛ – 23.8/21.7 • ширина тах/КВЛ – 5.0/3.8 • осадка по КВЛ – 1.0 Швидкість повного ходу, вузли – 30 Дальність плавання, миль – 500 Тип ГЕУ – ДУ Потужність повного ходу, к.с. – 2200 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 9 (1) Автономність, діб – 5 Озброєння: • Артилерійське 1х2 12.7-мм «Утес-М» або 1х2 14.5-мм 2М-7 РЛС – «Лоция» КРС – набір засобів	1	0,19
13		«КаМО-509» BG101			
14		«Златокрай» BG106			
15		«Немиріф» BG109			
16		«Одеса» BG111			
17		«Дарниця» BG116			
18		«Тернопіль» BG115			
19		«Вагутинець» BG117			

Продовження таблиці 2

№ з/р	Проект	Клас, назва, бортовий №, зовнішній вигляд	Основні характеристики	Коефіцієнти можливостей	
				К ₁	К ₂
20		«ПСКА-511» BG103			
21		«Арабат» BG118			
22	58130	Патрульний катер «Балаклава» BG-200 (прикордонні війська) 	Водотоннажність, т – 40 Розміри, м • довжина – 25,1 м • ширина – 5,1 м • осадка – 1,5 м Двигуни – ДУ Швидкість ходу, вузли – 38 Дальність плавання, миль – 500 Озброєння: – 1 × 12,7-мм кул. Екіпаж, чоловік – 9	1	0,15
23	205 П	Сторожовий катер «Миколаїв» BG57 (прикордонні війська) 	Водотоннажність, т – 211 • довжина max/КВЛ – 39.8/37.5 • ширина max/КВЛ – 7.9/5.9 • осадка по КВЛ – 1.96 Швидкість повного ходу, вузли – 35 Дальність плавання, миль – 1500 Тип ГЕУ – ДУ Потужність повного ходу, к.с. – 15000 Екіпаж, чоловік, усього (офіцерів) – 30 (4) Автономність, діб – 10 Озброєння: • Артилерійське – 2х2 30-мм АК-230 • Торпедне – 4х1 400-мм ТА, 2 бомбоскид. РЛС – 4Ц-30-125 «Рысь» ГАЗ – «Бронза» РЕБ – СПО-3 КРС – набір засобів	1	0,92
24		«Буковина» BG31			
25		«Донбас» BG32			
26		«Поділля» BG62			
27		«Павло Державін» BG63			

Примітки:

1. Коефіцієнт можливостей K_1 в даному стовпчику - це узагальнений показник військового паритету, що виражає співвідношення кількості і бойової потужності корабельного складу ВМС ЗС України відносно аналогічних характеристик найбільшого з флотів світу - ВМС США. Для оцінки бойових можливостей різних класів кораблів порівнюються умовні «вагові» коефіцієнти, запропоновані на інтернет-ресурсі Центрального Військово-морського Порталу [9]. 2. K_2 - коефіцієнт можливостей, розрахований за існуючими методиками в умовах значних допущень.

Для спрощеного врахування при формалізації в теперішній час етапів морського бою доцільно провести уточнення отриманих у 2-ому стовпчику коефіцієнтів шляхом множення на деяку вибірку поправочних коефіцієнтів замість встановлення будь-яких із визначених у вищевказаних методиках припущень. Отримані дані будуть вже значно більше відповідати дійсності, представляти відомий інтерес, але в даній роботі не надаються.

Цікавим, представляється, також, можливості врахування застосування гелікоптерів з кораблів в інтересах ведення морського бою КУГ (кораблем). Ще більш цікавою є ідея, запропонована колективом дослідників ВМС ЗС України [10], щодо перспективного масованого застосування ударних безпілотних літальних апаратів з рухомого наземного (морського) комплексу в інтересах ВМС в ході бойового зіткнення КУГ (кораблів), однак, як і раніше, залишається проблема достовірної їх формалізації.

Висновки

Існуючі методики формалізації морського бою далеко не в повній мірі враховують різноманітність факторів сучасного бою. Запропонований в представленій статті підхід вказує на імовірний напрямок розв'язання цієї задачі.

Перспективи подальших досліджень

Напрямок подальших досліджень полягає у підвищенні рівня відповідності отриманого математичного апарату до стану дослідницької імітаційної моделі морського бою з максимальним врахуванням усіх можливих факторів, що впливають на його початок, розвиток та результати, за

рахунок формалізації й включення в розрахунки питань, які раніше виносилися (шляхом накладання допущень, прийняття гіпотез та обмежень її застосування) за межі дослідження.

Тобто, ще далеко не в повному вигляді вирішене завдання наближення достовірності отриманих результатів розрахунків (моделювання) до реального морського бою. Заміна врахованих умовних коефіцієнтів повноцінними математичними моделями (математичними залежностями), що виключають те або інше обмеження із списку допущень для підвищення загальної достовірності і точності результатів прогнозування морського бою, і є одним з головних напрямків подальших досліджень за цією актуальною темою.

Список використаних джерел

1. Терехов А.Г. Математическая модель общевойскового боя и ее применение при проведении оперативно-тактических исследований. – М. : Воениздат, 1984.
2. Вайнер А.Я. Тактические расчеты. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Воениздат, 1982.
3. Краснощекоев П.С. Математические модели в исследовании операций // Знание. – № 7. – М., 1984. – С. 31-41.
4. Дубов О.В. Розробка методики прогнозування ходу та результатів бою механізованого (танкового) батальйону в обороні // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата військових наук (20.01.04). – Одеса: ОІСВ, 1999.
5. Мороз И.И. Разработка штабной математической модели ведения боевых действий механизированной дивизией в обороне. // Диссертация на соискание научной степени кандидата военных наук (20.01.04). – Х. : изд. ВИРТА ПВО, 1994.
6. Васильев В.М., Попов В.И., Чаусов Ф.С. и др. (под. рук. Матвейчука Ф.А.) Методика расчетов по ведению морского боя. – М. : Воениздат, 1985. – Ч. 1-5.
7. Раджапакса Й.К. Обґрунтування рекомендації щодо підвищення інтенсивності застосування сил (військ) військово-морських сил під час виконання завдань захисту економічної діяльності держави на морі // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата військових наук (20.01.01). – К. : вид НУОУ, 2015.
8. Задорожний А.Б., Ісаєв О.В., Русін В.В. й ін. (під ред. Сичова Ю.М.). Тактика військово-морських сил : підручник. – Севастополь: вид. Академії ВМС ім. П.С. Нахімова, 2013.
9. Боевые возможности ВМФ РФ и ВМС США 2015 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://flot.com/nowadays/structure/techreadiness/2015>.
10. Гавриленко А.О., Якутович Б.Л. Наземний авіакомплекс для масованого застосування БПЛА // Матеріали XII наукової конференції ХУПС (13-14.04.2016.) «Новітні технології – для захисту повітряного простору». – Х. : вид. ХУПС, 2016. – С. 85-86.

Рецензент: Фердман Г. П., к.держ.упр., Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ФОРМАЛИЗАЦИИ МОРСКОГО БОЯ КОРАБЕЛЬНЫХ УДАРНЫХ ГРУПП (КОРАБЛЕЙ) ВМС ВС УКРАИНЫ

А.М., Дончак, О.В. Дубов, А.Г. Петровский

На основе материалов, полученных из открытых источников, рассмотрены вопросы, касающиеся боевого состава, отдельных характеристик и боевых возможностей кораблей ВМС ВС Украины; расчета коэффициентов боевых потенциалов по разным методикам; а также принимаемых гипотез, допущений и трудностей, возникающих при решении задачи формализации морского боя сегодняшних ВМС Украины.

Ключевые слова: боевые возможности, коэффициенты боевых потенциалов, корабль, корабельная ударная группа, морской бой, математический аппарат, имитационная модель, формализация.

SOME QUESTIONS OF FORMALIZATION OF SEA-FIGHT OF SHIP STRIKING FORCES (SHIPS) OF THE UKRAINIAN NAVY

A. Donchak, O. Dubov, A. Petrovskiy

On the basis of the materials, which are received from open sources, were considered questions about battle composition, characteristics and combat capabilities of Ukraine Navy's ships, about calculation coefficients of battle potentials in according to different methodologies and also, about hypotheses, admissions and problems, which are emerged at the decision of task of formalization of sea-fight of today's Navy of Ukraine.

Keywords: battle possibilities, coefficients of battle potentials, ship, ship striking force, sea-fight, mathematical calculations, simulation model, formalization.

УДК 359.31: 623.82

І.А. Черниш¹**О.В. Дубов¹, к.військ.н., доц.****В.М. Симоненков²**¹*Науково-дослідний центр ЗС України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна*²*Військова академія (м. Одеса), м. Одеса, Україна*

ДОСВІД СТАНОВЛЕННЯ СИЛ СПЕЦІАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ ВМС США ТА ЙОГО ВРАХУВАННЯ ПРИ РОЗГЛЯДІ ПИТАНЬ РЕФОРМУВАННЯ СИЛ СПЕЦІАЛЬНИХ ОПЕРАЦІЙ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ЗС УКРАЇНИ

На основі матеріалів, отриманих з відкритих джерел, розглянуті питання щодо історії створення, структури, оснащення, завдань, можливостей, перспектив розвитку та досвіду застосування в окремих воєнних конфліктах Сил спеціальних операцій ВМС США, а також його використання для реформування сучасних ССО ВМС ЗС України.

Ключові слова: *сили спеціальних операцій, Командування бойових дій ВМС США, розвідувально-диверсійні дії, спеціальні бойові дії, підводні засоби доставки, перспективи розвитку ССО ВМС ЗС України.*

Постановка проблеми

В умовах сучасної міжнародної обстановки, коли рівень загроз (ризиків) національній безпеці різко зріс, воєнно-політичне керівництво США розглядає одним із пріоритетних напрямків програми реформування ЗС США розвиток сил спеціальних операцій (ССО) як авангарду у війні з міжнародним тероризмом.

Сьогодні, коли Збройні Сили України беруть участь у бойових діях у Східній Україні та створюють власні ССО, активно вивчається досвід використання ССО армій провідних країн світу, шляхів і напрямів розробки нових зразків і модернізації наявного парку озброєння, військової та спеціальної техніки. Тому шляхи створення та досвід реформування ССО США є для нас дуже цікавим і корисним.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Питання створення та застосування ССО США досить відомі та систематизовані [1, 2]. Більш цікавим є розкриття досвіду використання їх військово-морського компоненту – ССО ВМС США [3].

В ході аналізу матеріалу вивчалися питання дослідження ефективності застосування сил (військ) ВМФ (ВМС) такими військовими фахівцями, як Матвейчук Ф.А., Загорка О.М., Томашевський Л. П. та інші. Питання й особливості стану і перспектив розвитку ВМС ЗС України та їх ССО зараз широко вивчаються [4].

Постановка задачі та її розв'язання

Метою роботи є аналіз наявних ССО ВМС США, виявлення основних тенденцій та напрямків їх розвитку в контексті подальшого вивчення та врахування цього досвіду під час розвитку ССО ВМС ЗС України.

Економічний стан держави не дозволяє на сьогодні мати могутні ВМС, особливо їх морську складову. В статті запропоновані можливі напрями розв'язання проблем охорони територіальних вод і узбережжя, а також виконання окремих завдань підрозділами (частинами) ССО ВМС ЗС України в умовах сьогодення.

Виклад основного матеріалу з обґрунтуванням отриманих наукових результатів

Сили спеціальних операцій – це підрозділи і частини спеціального призначення, що виконують спеціальні завдання, які не під силу іншим родам військ.

Вважається, що основними завданнями ССО є:

у *мирний час*: організація антиурядових виступів і формування партизанських рухів з метою дестабілізації обстановки; захоплення (усунення) визначних політичних, державних і військових

діячів; проведення диверсій і актів саботажу; збір розвідувальних даних; накопичення, розподіл та розміщення у майбутніх партизанських базах зброї та засобів матеріально-технічного забезпечення для проведення спеціальних операцій; підготовка військового та цивільного персоналу країни перебування в рамках надання їй військової допомоги, а також підтримки в інтересах її внутрішньої безпеки; захоплення заручників або звільнення своїх громадян; охорона громадян та майна, що перебувають на території іншої країни, вивезення їх з країни за необхідності; ведення психологічних операцій; сприяння і допомога в боротьбі з терористами, виявлення й організація нападів на штаб-квартири і бази терористичних організацій.

у воєнний час: збір розвідувальних відомостей в інтересах дій угруповань своїх військ на театрі військових дій; виведення з ладу або захоплення важливих військових і промислових об'єктів у тилу противника; здійснення рейдів та влаштування засідок у тилу противника; порушення комунікацій, системи державного і військового управління та тилового забезпечення; наведення своєї авіації, коригування ракетних ударів і вогню артилерії; диверсії, акти саботажу і психологічні операції в інтересах ослаблення тилу, деморалізації особового складу і населення противника; захоплення або приховане вилучення ядерної зброї, зразків техніки й озброєння, секретних документів; організація втечі з полону своїх військовослужбовців та цивільного персоналу.

Сили спеціальних операцій США – це спеціально створені формування видів ЗС США. Керівництво силами спеціальних операцій здійснює Об'єднане командування спеціальними операціями (ОКСО) [1], яке було створено за підтримки Конгресу США в 1987 році з метою виправлення серйозних помилок, допущених адміністрацією при плануванні та проведенні операцій щодо врегулювання конфліктів низької інтенсивності. ОКСО є одним з дев'яти Об'єднаних командувань, якому підпорядковані всі сили спеціальних операцій видів збройних сил, та виконує три основні функції:

- надання підготовлених частин та підрозділів ССО у розпорядження об'єднаних бойових командувань ЗС США, надання допомоги американським дипломатичним представництвам та іншим урядовим установам в плані підготовки для них сил для проведення спеціальних операцій;
- планування та керівництво окремими спеціальними операціями в регіонах за наказом вищого воєнно-політичного керівництва країни;
- загальне тилове та технічне забезпечення ССО.

Командувач ОКСО здійснює керівництво підлеглими силами через штаб (авіабаза Мак-Ділл, штат Флорида, близько 500 осіб), якому безпосередньо підпорядковані п'ять виконавчих центрів:

- підтримки командування ССО ЗС США;
- розвідувальних та інформаційних операцій ССО ЗС США;
- підготовки операцій, планування та розробки політики ССО ЗС США;
- вивчення потреб та ресурсів ССО ЗС США;
- матеріально-технічного забезпечення ССО ЗС США.

Організаційно до складу ОКСО ЗС США входять:

- командування ССО СВ (штаб – Форт-Брегг, штат Північна Кароліна);
- командування ССО ВПС (штаб – авіабаза Херлберт-Філд, штат Флорида);
- командування спеціальних бойових дій (КСБД) ВМС (штаб – військово-морська база Коронадо, штат Каліфорнія);

– об'єднане оперативне з'єднання сил спеціальних операцій (штаб – авіабаза Поуп, штат Південна Кароліна);

- служба розвідувального забезпечення (штаб – Форт-Бельвуар, штат Вірджинія);
- окремі частини центрального підпорядкування.

Згідно з чинною доктриною ведення бойових дій ЗС США, цьому командуванню оперативно підпорядковуються відповідні регіональні командування ССО на ТВД, які організаційно входять до складу регіональних об'єднаних командувань ЗС США.

Сили спеціальних операцій ВМС (ССО ВМС) США [3], на відміну від аналогічних сил сухопутних військ (ССО СВ), ВПС (ССО ВПС) і морської піхоти (ССО МП), в США називаються **силами спеціальної війни** (спеціальних бойових дій) і входять до складу Командування спеціальної війни (спеціальних бойових дій) ВМС (рис.1) (NSWC – Naval Special Warfare Command).

ССО ВМС почали створюватися ще на початку 1944 року, після того, як 20 листопада 1943 року при висадці морського десанту на атол Тарава американці втратили близько 70 % десантних засобів і третину особового складу десанту, переважно, внаслідок відсутності у командування десантного з'єднання даних про природні перешкоди на підходах до берега та мініні поля в районі висадки десанту.

Враховуючи цей досвід, вже в Нормандській десантній операції ВМС США і Великобританії широко використали бойових плавців, які розвідали і знищили близько 2500 протидесантних загороджень і знешкодили близько 200 морських мін. Відтоді підрозділи бойових плавців, які стали називатися командами підводного розмінування, виконували в запланованих районах висадки морських десантів такі завдання, як вимір глибин, розчищення і розмітка коридорів для підходу до берега десантно-висаджувальних засобів, знищення протидесантних споруд, знешкодження мінних полів.

Особливо бурхливий розвиток розвідувально-диверсійних сил ВМС США розпочався з січня 1962 року під час війни у В'єтнамі, коли були сформовані перші розвідувально-диверсійні групи (SEAL – Sea-Air-Land). Так, тільки у 1965 році в якості бойових плавців пройшли підготовку близько 3000 осіб, а у складі діючих сил перебувало близько 800 бойових плавців.

У 1963 році була створена Група підтримки морських операцій (NOSG), до складу якої входили мобільні команди підводних розвідників-диверсантів (SEAL), загони підводного розмінування і знешкодження боєприпасів, що не вибухнули, а також загін катерів підтримки. Для підготовки особового складу ССО ВМС у січні 1967 року був створений Навчальний центр прибережних операцій (Вестайленд, штат Каліфорнія).

У наступні роки відбувався розвиток та реформування ССО ВМС США. У квітні 1987 року всі ССО ВМС США були зведені в Командування підводної війни (КСО ВМС) зі штабом в Коронадо. Загальна чисельність особового складу КСО ВМС склала на той час 5700 осіб, у тому числі 1500 осіб організованого резерву. У кінці 2001 року після трагічних подій 11 вересня, коли США оголосили глобальну війну з міжнародним тероризмом, у ЗС США силам спеціальних операцій стала відводитися головна роль, були посилені усі командування ССО. Командування ССО ВМС було реструктуровано в бік збільшення кількості бойових підрозділів.

Після війни у В'єтнамі ССО ВМС США брали участь в усіх збройних конфліктах, в яких відзначилися ВМС США, і зокрема в операціях [1]:

«Ургент Ф'юрі» в жовтні 1983 року по захопленню Гренади (перед операцією на воду з літака на парашутах була висаджена SEAL, яка загинула внаслідок шторму в морі);

«Джаст Кіз» 1989 року із захоплення Панамі (бойові плавці потопили і пошкодили декілька панамських катерів, що стояли біля причалу в порту, а також захопили аеродром за участю 5 взводів SEAL та 9 катерів спецназу);

«Дезьорт Сторм» в 1991 році [2] (бойові плавці провели імітацію висадки морського десанту на узбережжя Кувейту, змусивши іракців перекидати війська в район висадки десанту);



Рис. 1. Наукова емблема Командування СБД ВМС США

«Эндуранс Фрідом» під час введення коаліційних військ в Афганістан (бойові плавці SEAL вели розвідку і виявляли табори і склади «Талібану» та наводили ударну авіацію);

«Іракі Фрідом» із захоплення Іраку [2] (бойові плавці брали участь спільно з англійськими силами спецназу в очищенні морських підходів до порту Умм-Каср, для пошуку мін SEAL використали систему Mk8, до складу якої входили напівзанурений катер «Кайак» і два дресированих дельфіни).

На теперішній час КСБД ВМС США є одним з головних структурних командувань ВМС. За оперативною організацією КСБД ВМС входить до складу ОКСО ЗС США. Безпосереднє керівництво загонами КСБД ВМС при проведенні спеціальних операцій здійснює командир відповідного оперативного з'єднання. КСБД ВМС забезпечує проведення морських і спільних спеціальних операцій у складі об'єднаних командувань (ОК). Командувач КСБД ВМС відповідає перед командувачем ОКСО за підготовку та бойову готовність регулярних і резервних підрозділів ССО ВМС США, їх всебічне матеріально-технічне та фінансове забезпечення. Сьогодні КСО (КСБД) ВМС США нараховує близько 5400 осіб і включає такі основні складові:

- центр спеціальних бойових дій ВМС;
- 1-ша і 2-га розвідувально-диверсійні групи спеціальних бойових дій (СБД), кожна з яких складається з розвідувально-диверсійних команд (РДК) SEAL, загонів СБД, передових загонів (NSWU), загонів тилового забезпечення і підтримки, навчального підрозділу;
- 3-тя група є групою доставки SEAL і складається з двох загонів, що дислокуються відповідно у вміб Перл-Харбор та Літл-Крик, кожен з яких включає два взводи підводних засобів доставки (ПЗД) і два взводи обслуговування ПЗД;
- 4-та група є ескадрою катерів спецназу у складі 600 осіб та включає 12-й, 20-й і 22-й дивізіони швидкохідних катерів, що базуються відповідно в Коронадо, Перл-Харбор і Сан-Луїс-бей.
- група розвитку спеціальних бойових дій ВМС;
- випробувальна група спеціальних бойових дій;
- ескадрилья легких вертольотів;
- інші підрозділи та підрозділи резерву.



Рис. 2. Емблема основного тактичного підрозділу Сил спеціальних операцій ВМС США – «Морських котиків»

Розвідувально-диверсійні команди є основними тактичними підрозділами груп ССО ВМС (рис. 2) і призначені для виконання спеціальних завдань, спеціалізуються на веденні розвідки на суші та в прибережних районах, проведенні диверсій на вміб, пунктах базування, портах, рейдах, якірних стоянках і в прибережних районах в тилу противника, знищення або виведення з ладу інших ключових об'єктів противника, проведення спеціальних операцій та операцій з евакуації громадян США з «гарячих точок».

Об'єктами їх диверсій є надводні кораблі, підводні човни і транспортні судна, штаби, командні пункти, пункти управління, спостереження, наведення і зв'язку, ракетні комплекси, мости, греблі, доки, транспортні магістралі, трубопроводи, кабельні лінії зв'язку, інші важливі військові та промислові об'єкти.

Кожна РДК SEAL налічує до 136 осіб (у тому числі 20 офіцерів), штабний підрозділ, 6 (у 4-тій РДК – 8) взводів по 16-18 осіб і взвод обслуговування (20 осіб) та готується для використання в певному районі світу.

Так, 1-ша РДК 1-шій групі призначається для використання в Південно-Східній Азії, 3-тя РДК – в Південно-Західній Азії, 5-та РДК – в Північній частині Тихого океану, 7-ма РДК – у складі Об'єднаного центрального командування ЗС. У 2-гій групі ССО 2-га РДК – в Європі, 4-та – в Центральній і Південній Америці, 8-ма – в Африці, Середземному і Карибському морях, 10-та – у складі Об'єднаного центрального командування ЗС.

РДК SEAL [3] зазвичай діють у складі оперативних взводів (команди бойових плавців по 12-24 осіб) і, використовуючи різноманітні плавзасоби та спеціальне спорядження, можуть діяти як самостійно, так і брати участь у спільних операціях СВ, ВМС і ВПС.

Загони СБД – засекречені підрозділи, постійно дислоковані в передових районах потенційного застосування команд СБД і призначені для безпосереднього забезпечення діяльності бойових плавців при проведенні спеціальних операцій. Загін складається, як правило, з оперативного підрозділу SEAL та окремих підрозділів зі складу загонів доставки бойових плавців, ескадр спеціальних суден і вертолітних ескадрилей (комплектуються в межах забезпечення бойового застосування SEAL).

Для дій в тилу противника розвідники-диверсанти зводяться в РДГ, які, залежно від вирішуваних завдань, можуть налічувати від 2 до 12 осіб (парна кількість), але іноді – до взводу. Великі РДГ очолюються 1-2 офіцерами, а дрібні – унтер-офіцерами. Зазвичай, до складу РДГ включаються розвідники, снайпер, радист, підривники, навідник, спеціаліст зі зброї, механік, водій підводних засобів доставки, водій-штурман і медик. Особовий склад РДГ – досвідчені професіонали, водолази-парашутисти, що володіють двома-трьома спеціальностями, один або декілька з них володіють мовою країни, в якій проводиться операція.

Команди доставки бойових плавців забезпечують приховану доставку особового складу оперативних взводів бойових плавців до місць (районів) проведення операцій за допомогою підводних човнів (ПЧ) спеціального призначення та інших висаджувальних засобів (табл. 1).

Ескадрилі легких вертольотів призначені для надання всебічної підтримки та забезпечення дій загонів бойових плавців. Кожна з них має в своєму складі 9 вертольотів типу HH-60M та нараховує до 120 осіб.

Повітряна доставка, висадка і забезпечення РДГ в тилу противника частіше за все здійснюється літаками MC-130E і вертольотами HH-53I/H ССО ВПС, вертольотами MH-47E/D, MH-60B/3, MH-6 ССО СВ, вогнева повітряна підтримка і висадка – вертольотами HH-60H ССО ВМС, літаками AC-130 ССО ВВС і вертольотами ССО СВ. Висадка РДГ з літаків і вертольотів може здійснюватися з середніх і малих висот на парашутах на сушу і воду та з вертольотів на воду без парашутів з висоти 6-15 м, а також за допомогою тросів на сушу з висоти до 45 м із зависанням або посадкою вертольоту.

Ескадри, команди і загони спеціальних суден (табл. 1) комплектуються флотськими екіпажами, які підготовлені для забезпечення ведення спеціальних бойових дій. Вони мають високу оперативну маневреність та спроможні діяти в кризових ситуаціях у різних регіонах світу. Групи забезпечують доставку, висадку, розгортання та інфільтрацію команд SEAL у будь-якому регіоні земної кулі, а також матеріально-технічну підтримку загонів (підрозділів) передового базування за допомогою надводних суден. У складі Командування СБД ВМС (1-ша та 2-га ескадра) більше 150 катерів та близько 600 осіб.

Таблиця 1

Висаджувальні засоби КСБД ВМС

Найменування	Постійної готовності	Резерв ВМС	Всього
Патрульні / висаджувальні засоби			
Патрульні катери (PC) типу «Cyclone»	13	-	13
Висаджувальні катери Mk 5 «Sea Stalker»	1	-	1
Висаджувальні катери Mk 5 типу XFPB	20	-	20
Твердокорпусні надувні човні	36	-	36
Патрульні засоби для внутрішніх басейнів			
Патрульні катери Mk 3 «Sea Spectre»	10	-	10
Річкові патрульні човни (PBR) Mk 2	-	25	25
Річкові десантні катери типу «Stinger»	-	25	25
Висаджувальні міні-засоби типу ATS	-	21	21
Допоміжні засоби			
Засоби висаджування SEAL	-	3	3
Підводні човни (ПЧ) для висаджування сил СБД			
Надмалі ПЧ висаджування SEAL (SDV) Mk 8	17	-	17
Надмалі ПЧ SDV Mk 9 (двомісні)	11	3	14
Удосконалені SDV (ASDV)	3	-	3
ВСЬОГО:	111	77	188

У регіональних конфліктах зазвичай формуються збірні групи ССО ВМС. Така група, наприклад, діяла в Перській затоці в операції «Дезорт Сторм» 1991 року. До її складу входили: команда розвідників-диверсантів, чисельністю 128 осіб, загін спецкатерів, загін доставки РДГ і два загони вертольотів підтримки РДГ (по 4 вертольоти в кожному).

В останні роки почали широко використовуватися ПЗД сухого типу, що дозволяють доставляти бойових плавців з підводного човна-носія, який розташовується на значній відстані від берега. Нові ПЗД сухого типу – ASDS (яких планується побудувати до 20 од.) іноді називають надмалими підводними човнами (табл. 1). Вони мають підводну водотоннажність 55 т, глибину занурення – 60 м, дальність плавання – 125 миль при швидкості 8 вузлів, можуть транспортувати і висаджувати 6 бойових плавців.

У теперішній час для підводної доставки РДГ в ССО ВМС США [3] використовуються:

ПЧ типу «Огайо» («Огайо», «Мічіган», «Флорида», «Джорджія»), які можуть транспортувати 2 ПЗД системи ASDS, обладнані сухою доковою камерою типу DDS і можуть висадити 66 бойових плавців;

ПЧ типу «Стерджен», обладнані доковими камерами для ПЗД;

ПЧ типу «Вірджинія» («Вірджинія», «Техас», «Гаваї») можуть транспортувати один ПЗД системи ASD, обладнані сухою доковою камерою DDS, висаджують 44 бойових плавців;

плавучий ракетний крейсер типу «Лос-Анджелес» («Шарлот», «Гринвілл») може транспортувати один ПЗД ASDS і висаджувати до 40 бойових плавців;

ПЧ «Джимі Картер» може транспортувати один ПЗД ASDS, обладнаний сухою доковою камерою для висадки 9 бойових плавців та інші.

Для надводного висадження РДГ використовуються будь-які надводні кораблі США та:

- патрульні катери типу «Циклон» (водотоннажність – 354 т, довжина – 51,9 м, швидкість – до 35 вузлів, дальність плавання – 2500 миль), озброєні двома 25-мм автоматичними гарматами, чотирма 12,7-мм і чотирма 7,62-мм кулеметами, двома 40-мм гранатометами Mk19 і шістьма ЗКР «Стингер». Катери мають сліп для транспортування, спуску і підйому на ходу двох надувних човнів RIB і можуть висадити 9 бойових плавців;

- катери типу «Пегас» MkV (водотоннажність – 54 т, довжина – 24,7 м, швидкість – до 45 вузлів, дальність плавання – до 515 миль), озброєні одним 12,7-мм і чотирма спареними 7,62-мм кулеметами, 40-мм гранатометом Mk19 і можуть транспортувати РДГ, чисельністю до 16 осіб;

- надувні катери RIB 36 (вага – 9,1 т, довжина – 11 м, швидкість – 35 вузлів, дальність плавання – 200 миль) озброєні одним 12,7-мм і 7,62-мм кулеметами, 40-мм гранатометом Mk19 і можуть транспортувати РДГ, чисельністю 9 осіб;

- річкові катери SOCR (вага – 9,1 т, довжина – 10,1 м, швидкість – до 40 вузлів, дальність плавання – 195 миль), озброєні одним 12,7-мм і п'ятьма 7,62-мм кулеметами, 40-мм гранатометом Mk19. Екіпаж катера – 4 людини. SOCR може транспортувати РДГ, чисельністю 8 осіб;

- легкий патрульний катер «Рейдер» LPB (вага – 1,2 т, довжина – 6,6 м, швидкість – до 36 вузлів, екіпаж – 3-4 людини). Озброєний одним 12,7-мм і двома 7,62-мм кулеметами.

Група розробки спеціальних операцій (NSWDG – Naval Special Warfare Development Group) розташовується в Літл-Крик та призначена для вдосконалення тактичних прийомів використання ССО ВМС. Вона здійснює також випробування нових зразків зброї, спорядження і технічних засобів, призначених для ССО ВМС.

Сили спеціального призначення Корпусу морської піхоти складаються з окремого розвідувально-диверсійного загону (штаб – в мб Кемп-Пендлтон, штат Каліфорнія), який виконує завдання силами самостійно діючих груп (взводів) щодо збору інформації в інтересах забезпечення бойових операцій морської піхоти, в т.ч. стосовно території та району висадки, сил противника тощо, чисельність

загону – 105 осіб. Десантно-штурмові підрозділи експедиційних батальйонів морської піхоти (МП), хоча і призначені виконувати функції, суміжні функціям ССО, не входять до їх складу.

При спільних операціях з підрозділами МП, армії і ВПС зведені групи ССО ВМС включаються в об'єднане оперативне з'єднання як окрема оперативна група. Доставка і висадка РДГ в район бойового застосування може здійснюватися ПЧ і надводними кораблями та авіацією ВМС, СВ і ВПС.

Навчальний центр ССО (СБД) ВМС (NSWC – Naval Special Warfare Center) розташовується в Коронадо, керує усіма школами і навчальними підрозділами, здійснює підготовку особового складу КСО ВМС за всіма спеціальностями.

Сили організованого резерву ССО ВМС налічують близько 1200 осіб особового складу, 11 катерів, 39 вертольотів HH-60H «Сихок» і об'єднані в Групу оперативної підтримки спеціальних сил ВМС (NSWOSG – Naval Special Warfare Operational Support Group). Вони призначені для проведення розвідувально-диверсійних заходів у разі потреби доукомплектування сил СБД ВМС.

Комплектування підрозділів ССО ВМС США особовим складом здійснюється на добровільній основі за рекомендаціями командування після ретельного відбору фізично розвинених і дисциплінованих військовослужбовців у віці до 31 року у будь-якому званні та за будь-якою спеціальністю, що не бояться води і вибухових речовин, уміють швидко бігати і плавати. Увага звертається на витривалість, емоційну урівноваженість, здатність зберігати спокій в екстремальних умовах, а також на швидкість реакції, спритність і кмітливість.

Основу оперативно-тактичного застосування американського флоту в прибережних водах і безпосередньо на підступах до території імовірного противника складають, разом з десантними, протимінними і протичовновими діями, дії ССО ЗС США, і насамперед, їх морський компонент – командування спеціальних операцій ВМС. Традиційно ці сили у складі розвідувально-диверсійних груп і загонів з катерами спеціального призначення (СПП) і спеціальними засобами транспортувань (СПТС) доставляються в район проведення операцій десантними кораблями, спеціально обладнаними підводними човнами або літаками військово-транспортної авіації.

З урахуванням достоїнств і, особливо, недоліків традиційних способів доставки ССО в район проведення операцій, виникла необхідність в застосуванні в мілководних районах спеціальних кораблів-маток (проект «Freedom»). Адже залучення в цих цілях, наприклад, великих надводних кораблів, у тому числі десантних, не завжди доцільно, застосування підводних човнів спеціального призначення забезпечує прихованість підготовки до операції, але часто обмежене глибинами прибережних вод, а транспортної авіації – наявністю доступних аеродромів. Такі кораблі були створені і отримали назву LCS – кораблів прибережної зони (LCS – Littoral Combat Ship) [5].

Кораблі прибережної зони LCS – багатоцільові (внаслідок модульних технологій), призначення яких розширено для спеціалізованого забезпечення дій розвідувально-диверсійних груп КСО ВМС.

Для забезпечення виходу під воду бойових плавців, у тому числі з підводними засобами доставки, кораблі обладнані шлюзовою і декомпресійною камерою. Передбачена можливість підключення спецапаратури до корабельної мережі, комутації з корабельними системами там, де це можливо, а крім того, зарезервовані місця установки антенних пристроїв і т. д. Крім цього, встановлене медичне обладнання, що дозволяє здійснити прийом поранених та проведення мобільних невідкладних операцій.

Кораблі LCS здатні приймати на борт 2 вертольоти СПП типу HH-60. Присутня теоретична можливість масованого застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) переважно з розвідувальними цілями з платформи кораблів подібного класу. Вони здатні забезпечувати їх запуск, наведення і повернення (чи підйом на борт після приводнення).

Ідея використання морської бази для масованого застосування ударних рухомих наземних (морських) комплексів БПЛА в інтересах ВМС в ході бойового зіткнення корабельних ударних груп (кораблів) запропонована колективом дослідників ВМС ЗС України [6]. Її розвиток та реалізація, наприклад, в США може забезпечити кораблі LCS і такими можливостями.

В якості найбільш ефективних засобів для розв'язання завдань освітлення підводної обстановки в інтересах диверсійних дій та протидиверсійного захисту розглядаються гідроакустичні системи кораблів LCS. Командування ВМС США вважає пріоритетним завдання інтеграції електронних засобів гідроакустичної розвідки й ЕОМ в об'єднану систему протичовнової і протимінної та протидиверсійної оборони корабля (з'єднання кораблів), реалізуючи концепцію автономних групових дій різнорідних малих розвідувальних апаратів. У складі цієї системи використовуються й малогабаритні керовані за допомогою оптоволоконного кабеля апарати – ліквідатори мін (загроз) разової дії. Одночасно з удосконаленням наявних гідроакустичних комплексів (ГАК) і станцій (ГАС) [7] створюються нові корабельні системи гідроакустичного спостереження.

Вдосконалення корабельних засобів освітлення підводної обстановки здійснюється у ВМС США шляхом модернізації ГАК AN/SQQ - 89 A(V) 15. Основною її особливістю є те, що в єдину ієрархічну структуру об'єднуються системи управління зброєю, акустичними і неакустичними засобами спостереження з використанням оптоволоконних ліній зв'язку, проводиться обробка сигналів з компіляцією даних від усіх акустичних засобів, у тому числі від нової багатофункціональної буксированої оптоволоконної антени MFTA, системи гідроакустичної розвідки (радіогідроакустичних буїв – РГАБ) і пошуку мін AN/VLD-1(V)1 (рис. 3).

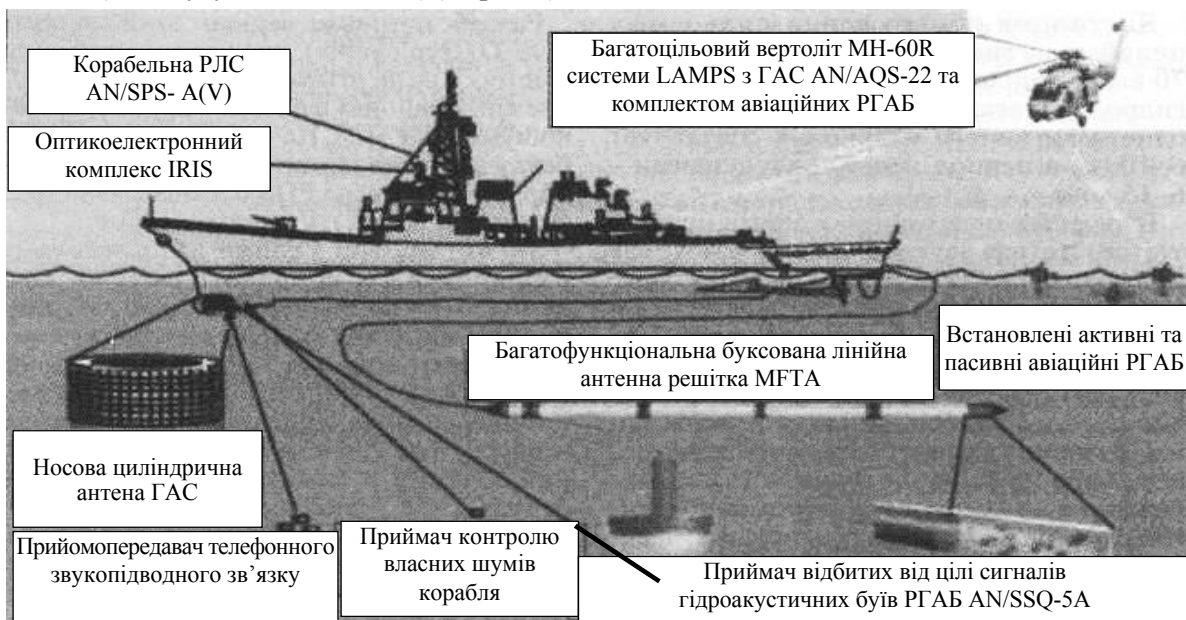


Рис. 3. Основні акустичні й неакустичні корабельні засоби освітлення підводної обстановки у складі ГАК AN/SQQ - A(V)15 багатофункціонального корабля прибережної морської зони (LCS)

Залучення кораблів LCS має, за оцінками експертів ССО, істотно підвищити можливості командування спеціальних операцій ВМС під час дій у прибережних водах на віддалених ТВД не лише проти міжнародного тероризму, але і у будь-яких військових конфліктах майбутнього.

У теперішній час сили спеціальних бойових дій ВМС США можуть розгортатися для бойового чергування (або для участі у воєнних операціях) у складі експедиційних та спеціальних ударних груп, до яких входить КБП разом з підрозділами забезпечення. В період між 6-місячними бойовими чергуваннями кожна із КБП протягом року здійснюватиме бойову підготовку та злагодження, потім, протягом 6 місяців – підготовку (у взаємодії з підрозділами забезпечення) до наступного розгортання.

Аналіз можливостей застосування невеликих формувань КБП ВМС США свідчить, що діючи самостійно, кожне з них здатне за добу розкрити (виявити та визначити координати) до трьох-п'яти об'єктів, урадити один великий стаціонарний об'єкт і знищити до трьох рухомих цілей, а один

диверсант, діючи із засідки, може знищити до 20 військовослужбовців противника. Крім того, такі формування призначені для створення рубежів руйнувань, затоплень, установки мін-сюрпризів, застосування малогабаритних ядерних боєприпасів, зараження ділянок місцевості та водних джерел. За оцінками експертів НАТО, ймовірність виконання бойового завдання диверсійно-розвідувальною групою щодо знищення типового об'єкта становить 0,7-0,8, що можна порівняти з ударними можливостями високоточної зброї.

Сьогодні керівництво сил спеціальних операцій веде роботу щодо визначення розташування хімічних, ядерних, біологічних об'єктів, а також підприємств з виробництва нетрадиційної зброї на нових фізичних принципах зі створенням формулярів важливих об'єктів. У ЗС США розробляється нова концепція застосування ССО, покликана забезпечити стратегічну раптовість, високу ефективність розвідувально-диверсійного й підривного впливу, широкий маневр по фронту та в глибину при вирішенні окремих завдань за допомогою агентури, повстанців і партизан.

Останніми роками, у зв'язку з практичною відсутністю морської загрози з боку інших країн світу, ССО ВМС США націлені (переважно) на боротьбу з тероризмом на суші та морі й широко використовуються в наземних операціях, конфліктах малої інтенсивності.

Все вищевикладене дозволяє зробити висновок, що організація ефективної протидії ССО у сучасних умовах здобуває першочергове значення. Особливо це важливо при вирішенні завдань забезпечення безпеки свого тилу в ході операції (бойових дій), оскільки в результаті застосування сил спеціальних операцій під загрозою може опинитися оперативна стійкість військ, а також дії підрозділів ССО можуть завадити підготовці до десантування та бойових дій аеромобільним та парашутно-десантним з'єднанням, частинам та підрозділам, які перебувають у вихідному районі для десантування. Боротьбу з ССО доцільно розглядати як важливу складову частину збройної та будь-якої іншої боротьби (наприклад, політичної, інформаційної, економічної, екологічної) держави, усіх силових структур і відомств, як одне з основних завдань територіальної оборони країни. Разом з тим, питання цієї цікавої теми виходить за межі даної статті.

Події в Східній Україні в ході антитерористичної операції показали збільшений рівень загроз локального характеру, коли метою було захоплення або знищення ключових державних та військових об'єктів, що вимагає вдосконалення систем охорони й оборони об'єктів, передусім – державного стратегічного значення.

Ситуація, яка склалася на Чорному морі після залишення АР Крим і військово-морської бази у м. Севастополі, а також, що на сьогодні складається в Азовському морі поблизу м. Маріуполя, вказує на недостатність і неповноту заходів захисту, насамперед, морських та прибережних об'єктів, та необхідність їх покращення. Особливим напрямком конфлікту також залишаються й активні диверсійні дії своїх військ проти наступаючих формувань (в т.ч. й морських) противника.

Комплекс подібних завдань призвані вирішувати сили спеціальних операцій (ССО) ЗС України, а конкретно – їх військово-морська складова (ССО ВМС ЗС України).

Гідним прикладом для вивчення і впровадження досвіду при створенні власних сил спеціальних операцій у ЗС України є ССО США, які помітно відрізняються в кількісному та якісному плані від аналогічних структур інших країн світу. Їх характерною особливістю є те, що кожен вид збройних сил США має свій елітний спецпідрозділ. Найбільш відомі серед них: «рейнджери», «зелені берети», «морські котики» і група «Дельта».

Головною особливістю сил спеціальних операцій, в тому числі і ССО ВМС, є їхня ударна спрямованість, постійна готовність до бойового застосування щодо здійснення раптових і стрімких акцій для нанесення противникові безпосередніх втрат не тільки у воєнний, але й у мирний час, в загрозливий період, коли залучення звичайних збройних сил вважається політично неможливим або передчасним.

Керівництво ЗС України активізувало роботу зі створення сучасних ССО після втрати Криму, коли РФ провела блискучу спецоперацію підрозділами Сил спеціальних операцій, які у неї почали

зароджуватися ще в 2009 році. Україна відповісти була не готова, хоча в Генштабі ЗС України й існувало Управління спеціальних операцій. Проте, до останнього часу це формування було фактично перетворено на придаток Сухопутних військ.

Реалії сьогодення вимагають створення єдиного органу управління силами спеціальних операцій (зі своїми стандартами роботи), якому підрозділи підпорядковуються безпосередньо. Особливо безапеляційно на цьому наполягають ті, хто брав участь в реальних бойових діях. Одного морського центру спеціального призначення ВМС ЗС України вже стає недостатньо для повноцінного забезпечення виконання завдання підрозділом ССО ВМС ЗС України, потрібне комплексне врахування його дій з можливостями інших складових СпП держави під єдиним управлінням.

У 2014 році керівництво держави поставило перед Міноборони України завдання створити ССО у вигляді окремого виду військ. До кінця 2016 року планується оформити ССО організаційно і структурно. Одне з ключових питань – створення Центру спеціальних операцій. За словами Міністра оборони України у квітні 2016 року [4]: «Україна має намір до 2017 року створити боєздатні Сили спеціальних операцій. Здобуття бойових можливостей Силами спецоперацій до кінця 2016 року є пріоритетним завданням відомства».

Висновок

Сьогодні на полі бою вирішальна роль відводиться високоточній зброї. І якщо регулярна армія, що долає будь-які перешкоди, це молот, то Сили спеціальних операцій – скальпель хірурга, що діє з філігранною точністю. Тому в якості зовнішньополітичного інструменту сучасної держави такі війська стають ефективнішими, ніж ядерна тріада. Держава це розуміє і в останні роки форсувала зусилля зі створення ефективних власних ССО, у тому числі й їх військово-морської складової – ССО ВМС.

Перспективи подальших досліджень

Головне завдання – розвиток сучасних ССО ВМС ЗС України, відповідно до рівня аналогічних структур НАТО, які, за оцінками експертів провідних країн світу, здатні виконати бойові завдання диверсійно-розвідувальною групою з імовірністю 0,7-0,8, що можна порівняти з ударними можливостями високоточної зброї. При цьому, вважаємо доцільним у подальшому розглянути можливості перепідпорядкування сил спеціального призначення усіх видів ЗС України, Національної гвардії, Державної прикордонної служби, МВС та інших силових структур – єдиному загальному Командуванню ССО ЗС України. Крім того, варто зазначити, що боротьба з формуваннями ССО противника як важлива складова збройної та будь-якої іншої боротьби (політичної, інформаційної, економічної, екологічної) держави, усіх силових структур і відомств, – це одне з основних питань територіальної оборони країни, що потребує ретельного вивчення.

Список використаних джерел

1. Бачинський В.В. *Сили спеціальних операцій США та провідних країн-членів НАТО : навчальний посібник* / Бачинський В.В., Гапанчак С.Б., Черниш І.А. та ін. – Одеса : НЦ БЗ СВ, ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2008.
2. Николаев В. *Особенности проведения операции ВС США и их союзников в Ираке на современном этапе* // *Зарубежное военное обозрение*. – № 1. – Москва, 2006.
3. *Силы специальных операций ВМС США [Электронный ресурс]*. – Режим доступа : <http://www.dogswar.ru/armii-mira/vooryzhenye-sily/3514-sily-specialnyh-oper.html>.
4. *Военно-морской флот Украины : есть ли у него будущее? [Электронный ресурс]*. – Режим доступа : <http://politrussia.com/vooruzhenye-sily/voenno-morskoy-flot-ukrainy-720>.
4. Чертанов В. *О перспективах использования кораблей прибрежной зоны в интересах сил специальных операций ВМС США* // *Зарубежное военное обозрение*. – № 8 – 2003. – С. 59-65.

5. Гавриленко А.О., Якутович Б.Л. Наземний авіакомплекс для масованого застосування БПЛА // Матеріали XII наукової конференції ХУПС (13-14.04.2016.) «Новітні технології – для захисту повітряного простору». – Х. : вид. ХУПС, 2016. – С. 85-86.

6. Пичугин С. Состояние и перспективы развития систем гидроакустического наблюдения ВМС США // Зарубежное Военное Обозрение. – № 6. –2010. – С. 61-70.

Рецензент: Фердман Г.П., к.н.держ.упр., Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса.

ОПЫТ СТАНОВЛЕНИЯ СИЛ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ВМС США И ЕГО УЧЕТ ПРИ РАССМОТРЕНИИ ВОПРОСОВ РЕФОРМИРОВАНИЯ СИЛ СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ВОЕННО-МОРСКИХ СИЛ ВС УКРАИНЫ

И.А. Черныш, О.В. Дубов, В.Н. Симоненков

На основе материалов, полученных из открытых источников, рассмотрены вопросы истории создания, структуры, оснащения, заданий, возможностей, опыта применения в отдельных военных конфликтах и перспектив развития Сил специальных операций (ССО) ВМС США, а также его учет при реформировании современных ССО ВМС ЗС Украины.

Ключевые слова: силы специальных операций, Командования боевых действий ВМС США, разведывательно-диверсионные действия, специальные боевые действия, подводные средства доставки, перспективы развития ССО ВМС ЗС Украины.

EXPERIENCE OF BECOMING OF THE NAVAL SPECIAL WARFARE US FORCES AND HIS USE AT CONSIDERATION OF QUESTIONS OF REFORMATION OF THE SPECIAL OPERATIONS FORCES OF UKRAINE'S NAVY

I. Chernysh, O. Dubov, V. Symonenkov

On the basis of the materials got from open sources, is showed the questions of history of creation, structure, equipment, tasks, possibilities, experience of application in separate military conflicts and prospects of development of Naval Special Warfare US Forces, and also his use for reformation of the modern special operations forces of Ukraine's Navy.

Keywords: forces of the special operations, Naval Special Warfare Command of the USA, reconnaissance-diversionary actions, special battle actions, submarine facilities of delivery, prospect of development of Naval Special Warfare Command Ukrainian Armed Forces

ПРОБЛЕМИ ПІДГОТОВКИ І СТАНОВЛЕННЯ ВІЙСЬКОВОГО ПРОФЕСІОНАЛА

УДК 378.14

Ю.М. Лісніченко¹, к.пед.н.О.О. Лісніченко²Л.Д. Ворохова²¹Військова академія (м. Одеса), Україна²Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна

ПИТАННЯ ТРАНСФОРМАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ ТА ПІДВИЩЕННЯ КВАЛІФІКАЦІЇ НАУКОВИХ ТА НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ ЗС УКРАЇНИ

У статті розглянуто теоретичні засади підготовки наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України в умовах компетентнісного навчання; з'ясовано сутність понять «компетентність», «професійна компетентність» та розглянуто умови компетентнісної підготовки наукових і науково-педагогічних працівників у системі підготовки військових фахівців.

Ключові слова: наукові та науково-педагогічні працівники, компетентність, професійна компетентність, умови компетентнісної підготовки.

Постановка проблеми

Інтеграція національної освіти в європейське співтовариство та зміна змісту й структури вищої військової освіти сприяє вирішенню суттєвих питань підготовки та підвищення кваліфікації наукових і науково-педагогічних працівників ЗС України. У процесі такої підготовки виникла необхідність встановлення відповідності змісту і рівня професійної підготовки наукових та науково-педагогічних працівників вимогам вищої військової освіти; використання найбільш ефективних педагогічних технологій у процесі організації їхньої навчальної діяльності.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Результати аналізу науково-педагогічної літератури з проблеми дослідження надають можливість зробити висновок, що концептуальні основи професійної підготовки військових фахівців досліджували О.В. Барабанщиков, В.П. Давидов, Л.М. Джигун, О.В. Діденко, А.М. Зельницький, Л.О. Кандибович, В.Г. Кельбя, В.Я. Кікоть, І.А. Новак, В.А. Чернявський та ін.

Водночас результати аналізу наукових досліджень [4;5;7] дають підстави зробити висновок, що незважаючи на стійкий інтерес науковців до прагнення вдосконалити професійну підготовку військових фахівців, проблема підготовки наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України до професійної діяльності в умовах компетентнісної підготовки не була предметом окремого дослідження.

Постановка задачі та її розв'язання

Процес розвитку системи військової освіти в Україні спрямований на якісну фахову підготовку військових фахівців.

Стратегія держави у сфері освітньої політики у вищій школі має бути спрямована на підготовку кадрів нового покоління. Соціальна потреба майбутньої професійної діяльності військових фахівців переростає у проблему їх професійної підготовки з урахуванням:

- соціальної потреби майбутньої професійної діяльності військових фахівців;
- високих моральних якостей громадянина України й мотиваційних цінностей для досягнення суспільної й особистісної значущості;

- усвідомлення готовності військового фахівця до професійної діяльності;
- наявності типологічних якостей фахівця з формуванням умінь синтезувати, аналізувати інформацію, здатності самостійно ухвалювати рішення у нестандартних ситуаціях службово-професійної діяльності;
- глибокої мотивації у військового фахівця до професійного навчання з особистісним його розвитком.

Підготовка наукових та науково-педагогічних працівників до професійної діяльності пов'язана з розвитком пізнавальної активності, їх особистісних якостей, професійної діяльності, творчого потенціалу, загальної культури та цілеспрямованої професійної компетентності. Професійна компетентність наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України є індикатором розвитку та саморозвитку фахівця, проявом його професійної культури, базисом його професійної майстерності й фактором успішної соціальної та професійної реалізації відповідно до вимог і потреб сучасного суспільства.

В українському словнику іншомовних слів [8] читаємо, що компетентність – це володіння знаннями, які дають змогу судити про що-небудь, висловлювати вагому, авторитетну думку, що передбачає поінформованість, обізнаність, авторитетність. У новому тлумачному словнику термін «компетентність» розглядається на основі наукової категорії «компетентний», тобто такий, що має: достатні знання в якій-небудь галузі; який з чим-небудь добре обізнаний; тямущий, кваліфікований; такий, що має певні повноваження; повноправний, повновладний [6].

З огляду на предмет нашого розгляду, досить актуальним є погляд на сутність зазначеного наукового терміну О.В. Овчарука. Науковець вважає, що компетентність логічно походить від ставлення до цінностей та від сформованості вмінь. Автор спирається на трактування, запропоноване фахівцями Міжнародного департаменту стандартів для навчання, досягнення та освіти. Ця міжнародна організація визначає компетентність як здатність кваліфіковано провадити діяльність, виконувати завдання або роботу. Поняття компетентності містить набір знань, навичок і ставлень, що дають змогу особистості ефективно діяти або виконувати певні функції, які спрямовані на досягнення певних стандартів у професійній галузі чи певній діяльності [7].

Поняття «професійна компетентність» у працях педагогів розглядається як сукупність знань і вмінь; обсяг навичок виконання професійних завдань; комплекс особистісних якостей, зокрема професійно значущих; вектор професіоналізації; єдність теоретичної та практичної готовності до праці; здатність здійснювати складні види культуровідповідної діяльності тощо [2; 3].

Ми погоджуємося із визначенням професійної компетентності військового фахівця, яке подано у дисертаційному дослідженні О.Ф. Євсюкова [4]. На його думку, це поняття включає професійно-особистісну, соціально значущу якісну характеристику наукових та науково-педагогічних працівників, їх інтегративні властивості, що орієнтовані на неперервне самовдосконалення, самоосвіту, виступають фактором успішності їх професійної діяльності.

Формування професійної компетентності наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України залежить від спрямованості цілей та змісту військової освіти, умов навчання та виховання впродовж професійного зростання і потреб сучасного суспільства. Тобто, визначальною є підготовка військових фахівців до професійної діяльності в умовах компетентнісної підготовки, що є передумовою формування їх професійної компетентності.

Підготовка наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України до професійної діяльності в умовах компетентнісного навчання – це спроба привести у відповідність освіту і потреби суспільства – процес формування готовності та вміння приймати і реалізовувати правильні рішення у майбутніх військових фахівців, швидко й правильно орієнтуватись у складних ситуаціях службово-професійної діяльності та успішно реалізовувати покладені на них військові завдання.

Умови компетентнісної підготовки гармонійно поєднують традиційний підхід системи військової освіти й особистісно-орієнтований підхід для формування знань, умінь і навичок наукового та науково-педагогічного працівника ЗС України, його самореалізації й самоусвідомлення до ефективної професійної діяльності.

Підготовка наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України до професійної діяльності в умовах компетентнісної підготовки передбачає оновлення змісту, форм та методів професійно-зорієнтованого навчання, координацію навчально-виховної діяльності, що спрямована на формування високих моральних якостей громадянина України, професійності військового фахівця на сучасному ринку праці, його адаптацію до сучасних умов діяльності, готовності до розв'язання реальних військових завдань.

Умови компетентнісної підготовки під час підготовки наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України до професійної діяльності забезпечуються:

- реальними умовами виконання професійних військових завдань з урахування умов, особливостей поставлених завдань і наявними можливостями їх відтворення під час наукової та педагогічної діяльності у вищих військових навчальних закладах, установах;
- системним та інтеграційним формуванням функціональних умінь військового фахівця з оновлення змісту, форм та методів професійно-зорієнтованого навчання та використанням інноваційних технологій навчання і координацією навчально-виховної діяльності наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України;
- виконанням навчально-дослідних завдань професійно-військового типу, що пов'язані з опануванням знань, умінь і навичок до професійної діяльності.

Висновки

Таким чином, підготовка наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України до професійної діяльності в умовах компетентнісної підготовки включає як усвідомлення військовими фахівцями мети своєї професійної діяльності, так і саму професійну діяльність як високу мотиваційну спрямованість на високопродуктивну працю та усвідомлення суспільної значущості своєї професії від особистих до соціальних, професійних і спеціальних професійних компетенцій, що визначають володіння власне науковою, науково-педагогічною професійною діяльністю відповідно до вимог і потреб держави.

Перспективи подальших досліджень

Метою подальших досліджень є виявлення шляхів трансформації системи підготовки (підвищення кваліфікації) наукових та науково-педагогічних працівників ЗС України в системі підготовки військових фахівців.

Список використаних джерел

1. Концепція військової освіти в Україні [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1410-97-%d0%bf>.
2. Богданова І.М. Професійно-педагогічна підготовка майбутніх учителів на основі застосування інноваційних технологій : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04 / Богданова І.М. – К., 1999. – 392 с.
3. Гуревич Р.С. Комп'ютерні технології навчання як засіб дистанційної вищої освіти / Р.С. Гуревич, О.В. Домінський // Шляхи реформування заочної (дистанційної) вищої освіти : Всеукр. наук.метод. конф., 11–13 жовтня 2000 р. / Укр. акад. друкарства. – К. ; Л., 2000. – С. 53–55.
4. Євсюков О.Ф. Педагогічні умови формування професійної компетентності майбутніх офіцерів у навчальному процесі вищого військового навчального закладу : дис. ... канд. пед. наук : 13.00.04 / О.Ф. Євсюков ; Харківський національний педагогічний ун-т ім. Г.С. Сковороди. – Х., 2006. – 172 с.
5. Маишталір А.М. Формування творчих якостей майбутніх офіцерів у процесі професійної підготовки : автореф. дис. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / А. М. Маишталір. – Київ, 2006. – 19 с.
6. Новий тлумачний словник української мови / укл.: В.В. Яременко, О.М. Сліпушко. – К. : Аконт, 2001. – Т. 1: А – К. – 874 с.

7. Овчарук О.В. Развитие компетентного подхода: стратегические ориентиры международной спільноти / О.В. Овчарук // Компетентный подход в современной освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека освітньої політики / за заг. ред. О.В. Овчарук. – К. : К.І.С., 2004. – С. 6–15.
8. Словник інішомовних слів / уклад.: С.М. Морозов, Л.М. Шкаранута. – К. : Наукова думка, 2000. – 680 с.

Рецензент: В.О. Ройлян, к.пед.н., доц., Військова академія (м. Одеса).

ВОПРОСЫ ТРАНСФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ И ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ ВС УКРАИНЫ

Ю.М. Лисниченко, Е.О. Лисниченко, Л.Д. Ворохова

В статье рассмотрены теоретические основы подготовки научных и научно-педагогических работников ВС Украины к профессиональной деятельности в условиях компетентностного обучения; выяснено сущность понятий «компетентность», «профессиональная компетентность» и рассмотрены условия компетентностной подготовки научных и научно-педагогических работников в системе подготовки военных специалистов.

Ключевые слова: научные и научно-педагогические работники, компетентность, профессиональная компетентность, условия компетентностной подготовки.

TRANSFORMATION PROBLEMS OF THE SYSTEM OF TRAINING ADVANCED QUALIFICATIONS FOR SCIENTIFIC AND SCIENTIFIC-PEDAGOGICAL PERSONNEL OF UKRAINE'S ARMED FORCES

Y. Lisnichenco, E. Lisnichenco, L. Vorokhova

The article examines theoretical foundations of training scientific and scientific-pedagogical personnel of Ukraine's Armed Forces to professional activities according to competency education "competence", "professional competence" and discussed conditions of competency training scientific and scientific-pedagogical personnel in the learning system of military specialists.

Keywords: scientific and scientific-pedagogical personnel, competence, professional competence, conditions of competency training.

УДК: 378.355

І.С. Азаров*Військова академія (м. Одеса), Україна*

ПРОГНОСТИЧНА КОМПЕТЕНЦІЯ У МАЙБУТНІХ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ

У статті представлено актуальність прогностичної компетенції у майбутніх військових фахівців Збройних Сил України. Сьогодні прогностичні компетенції є вкрай потрібними, оскільки при вирішенні завдань щодо запобігання зовнішнім та внутрішнім загрозам держави залучаються Збройні Сили України. Виконання будь-яких професійних завдань залежить не тільки від наявних професійних компетенцій військових фахівців, а й від можливості до передбачення ймовірного характеру розвитку майбутніх подій. Перебіг останніх обставин при веденні сучасних збройних конфліктів (операцій), розвинена теорія і практика прийняття рішення свідчить, що необхідно мати військових фахівців з розвинутим прогностичним мисленням, яке буде сприятиме ефективному ухваленню рішення у службово-бойовій діяльності.

Ключові слова: прогностична компетенція, військові фахівці, Збройні Сили України.

Постановка проблеми

Стрімке наближення України до Європейського Союзу визначає інтеграцію державної системи освіти України у європейський простір вищої освіти за умови збереження і розвитку досягнень та прогресивних традицій національної вищої школи [1]. Військова освіта є складовою частиною державної системи освіти і не є винятком у цьому питанні. У березні 2016 року Президент України підписав Концепцію розвитку сектору безпеки і оборони України, де визначається, що одним з пріоритетних завдань є оптимізація системи вищих військових навчальних закладів, організація підготовки спеціалістів у відповідних навчальних закладах з отриманням у них європейського рівня освіти. У червні 2016 року Указом Верховного головнокомандувача Збройних Сил України було схвалено стратегічний оборонний бюлетень України (оборонна біла книга України) [2], відповідно до якого сформульовано, що для професіоналізації сил оборони необхідне реформування військової освіти і науки з урахуванням досвіду участі в антитерористичній операції та підходів, методик і програм, прийнятих в державах-членах НАТО.

Підготовка майбутніх військових фахівців, які будуть спроможні професійно вирішувати всі нестандартні службово-бойові завдання (стандартні, нестандартні) у короткі терміни, передбачати несприятливі події та вживати заходів щодо їх усунення є одним із пріоритетних завдань військової освіти. Оцінка діяльності ВВНЗ, навчальних програм і підходів до організації підготовки майбутніх військових фахівців до оволодіння прогностичною компетенцією в реальній практиці побудована на формальних показниках, а не на реаліях сучасних тенденцій, серед яких варто відокремити зростання застосування нетрадиційних засобів ведення війн у досягненні цілі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Прогнозування як явище з'являється на початку 1960 років, у період проведення досліджень з теорії ймовірності (А. Акопов, О. Конопкін, К. Пірсон, А. Родіонова та інші). Надалі прогнозування вивчалось з позицій психологічного, соціального, педагогічного підходу (Р. Акофф, І. Антонова, А. Брушлінський, І. Бестужев-Лада, В. Воронкова, С. Глівенко, В. Єрохін, Ю. Кулюткін, В. Матвієнко, А. Присяжна, О. Соколов, Л. Регуш, Б. Ломів, Е. Сурков, Г. Сухобська та інші). Безпосередньо питання прогнозування у воєнній справі за різними напрямками розглядалися у наукових працях таких науковців, як С. Богданов, І. Воробйов, Дж. Горетка, Дж. Ісаксон, О. Гребенюк, В. Гершунський, Кр. Густафон, С. Гудков, В. Давидов, Г. Кабакович, О. Каплун, Ю. Коленко, В. Конопльов, Ш. Кент, В. Кисельов, Кр. Лаен, Уле Ліндас, М. Молоткова, Н. Менчинська, В. Михайловський, Ю. Михайлов, В. Михайлович, В. Плет, В. Симонов, А. Себровський, І. Сергієнко, М. Полянський, Є. Потапчук, С. Родиков, О. Сафін, Л. Семейко, О. Тіщенко, С. Чекінов, В. Чмир, Ю. Чуєв, П. Хантінгтон, В. Ягунов та інші. Представлений аналіз праць свідчить про те, що питанням щодо прогнозування у військовій справі приділяється досить уваги, а питання розвинення прогностичної компетенції у майбутніх військових фахівців як явище трапляється тільки у зарубіжних працях.

Постановка задачі та її розв'язання

Метою статті є обґрунтування необхідності прогностичної компетенції у військових фахівців, впровадження нових форм організації навчально-виховного процесу військових фахівців.

Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття

Сучасні тенденції реформування військової системи освіти, нові вимоги до підготовки військових фахівців, забезпечення результативного навчання військових фахівців у сучасних умовах неможливе без наповнення навчальних програм новими концепціями, що нададуть можливість підготувати військових фахівців нового покоління.

Виклад основного матеріалу

В умовах виконання військового обов'язку багато чого залежить від професійних компетенцій офіцера, а також від спроможності передбачити ймовірний характер ведення дій противника, його тактику та психологію, від спроможності уявити перебіг процесів та явищ у майбутньому в певній послідовності з установленням чітких взаємозв'язків. Донедавна війни велися традиційними збройними засобами з використанням регулярних армій. А сьогоднішня специфіка війн полягає в тому, що вони ведуться нетрадиційними, зокрема політичними, економічними, інформаційними, ідеологічними, психологічними, гуманітарними, розвідувальними та іншими способами [5, с. 22]. У сучасних війнах привичне застосування засвоєних знань, отриманих у ВВНЗ не є вирішальним. Розвиток прогностичної компетенції у військових фахівців надасть допомогу при вирішенні службово-бойових завдань з високим ступенем невизначеності та великою кількістю ризиків.

В педагогічній літературі розрізняють компетентність і компетенцію. Компетенція – це сукупність взаємопов'язаних змістовних орієнтацій, знань, умінь, навичок і досвіду діяльності, необхідних для здійснення діяльності. Це певні норми, формальні вимоги суспільства до підготовки майбутніх фахівців, а компетентність, у свою чергу, – рівень освіченості, що є інтегративною якістю особистості викладача, забезпечує здатність вирішувати завдання різного характеру (пізнавальні, ціннісно-орієнтовні, комунікативні, перетворювальні), спираючись на соціальний досвід [2, с. 197].

Аналіз вітчизняної та зарубіжної літератури свідчить про те, що для якісної характеристики підготовленості майбутнього військового фахівця до професійної діяльності на сучасному етапі розвитку військової освіти використовується категорія «професійна компетентність». Під професійною компетентністю людини розуміють багатогранне явище, в основу якого покладено інтеграцію особистісних якостей людини, її спроможність використовувати знання, вміння, навички в діяльності, її ставлення до вимог робочого місця, професії. Компетентність спеціаліста виступає як професійний досвід, що втілюється у професіоналізм. Саме компетенція та компетентність забезпечують взаємозв'язок особистісних якостей індивіда з вимогами соціокультурного середовища та забезпечують процес його входження до соціуму (соціалізацію) [2, с. 197].

Вона розглядається як результат професійної підготовки майбутніх фахівців. Професійна освіта є процесом, який складається з різних стадій оволодіння різними компетенціями. Так, Кр. Густафон, Ю. Михайлов, В. Михайлович, Ю. Приходько, В. Телелим, Ю. Чуєв, П. Хантінгтон, В. Ягупов та інші розглядають удосконалення та проблемні питання військової освіти. Проблематика ефективного формування прогностичної компетенції як складової професійної компетенції у військових фахівців залишається непоміченою та не стала предметом спеціального наукового дослідження у вітчизняній освіті. А у зарубіжній освіті – навпаки. Міжнародна комісія Ради Європи у своїх документах розглядає, що ефективність роботи фахівців залежить від загальних та специфічних вмінь, здатності розуміти і використовувати всі отримані знання, вибудовувати стратегію роботи, наявності прогностичного мислення та вміння постійно працювати над розвитком особистих здібностей [4, с. 54].

Як приклад можна привести наукові праці бригадного генерала армії Сполучених Штатів Америки, учасника двох світових війн, експерта зі збору й аналізу інформації В. Плетта. У своїй книзі «Інформаційна робота стратегічної розвідки. Загальні принципи» [7, с. 279] він зазначив, що одним з головних факторів вдалого передбачення є компетентність фахівця, що виконує прогноз. Ефективність передбачення залежить від фахівця, у якого сформульовано прогностичне мислення, який має спеціальні знання у тій галузі, де робить прогноз та приділяє велику увагу всім зв'язкам (політичним, соціальним, культурним та іншим) прогнозованого об'єкта чи події.

Під прогностичною компетентністю у військовій справі варто розуміти діяльність військового фахівця зі знанням прогностичної термінології, вмінням науково передбачати, вмінням адекватно оцінювати власний професіоналізм та результати роботи, пошуком самореалізації, гнучкістю мислення. Прогностична компетентність у системі військової освіти формується на початку професійної діяльності, при чому постійно збільшується протягом службового досвіду.

Аналіз наукової літератури продемонстрував різноманіття трактатів, присвячених прогностичним завданням як складовій формування прогностичної компетенції. Так, Ю. Кулюткін і Г. Сухобська виокремлюють прогностичні завдання у теорії, вирішення яких передбачає самостійне конструювання деяких «проектів майбутнього». Дещо інший аспект в аналізі поняття «прогностичне мислення» виокремлює Р. Бал. У своїх працях він ставить завдання, вимогами яких є отримання прогнозу в різних конфігураціях.

Формування прогностичної компетенції майбутніх військових фахівців здійснюється шляхом реалізації навчально-пізнавальних, професійно-підготовчих та навчальних моделей, кожна з яких має власну технологію. Навчально-пізнавальна модель має три блоки: блок навчально-пізнавального прогнозування, блок професійного прогнозування, блок оволодіння прогностичною компетенцією. При цьому блок навчально-пізнавального прогнозування має пріоритетну суть. Основне завдання цієї моделі – прогнозування військовими фахівцями особистої пізнавальної діяльності. Професійно-підготовча модель має на меті формування та розвиток професійних властивостей у майбутніх військових фахівців. Третя модель характеризується конкретизацією оволодіння прогнозуванням військовими фахівцями під час практики у військових частинах. Крім того виокремлюють такі завдання реалізації функції зазначеної моделі: вдосконалення прогностичних компетенцій, а також надання основ прогнозування підпорядкованому особовому складові.

Структурно прогностична компетенція складається з наступних наборів елементів. Перший елемент формує основні уявлення про прогнозування, його суть, історію, основні завдання, методи, форми, варіанти застосування; професійно-особистісне становлення та розвиток прогностичного мислення у майбутніх військових фахівців. Форма організації являє собою спецкурс щодо оволодіння прогностичною компетенцією або окремі лекції на прогностично орієнтовані теми. Результатом буде обізнаність військових фахівців щодо ефективності оволодіння прогностичною компетенцією. Як наслідок, у них має з'явитися зацікавленість та постійна мотивація до тренування оволодіння прогностичним мисленням.

Другий елемент – розвиток навичок прогнозування власної професійної спеціалізації. Його основними завданнями будуть формування, закріплення та застосування навичок прогнозування. Зміст компоненту буде включати опрацьовані процесуальні сторони прогнозування, декілька видів прогнозу, оволодіння навичками збору даних. Форма організації діяльності: заняття відповідно до спецкурсу, практичні заняття з прогностичної діяльності, самостійна робота. Результатом буде ознайомлення з технологією вдосконалення прогностичного мислення, усвідомлення проміжних цілей, які нададуть можливість привести майбутніх військових фахівців до досягнення результатів. Як наслідок, у військових фахівців сформується найкраща прогностична діяльність, а також військовий фахівець оволодіє прийомами прогнозування на необхідному рівні.

Третій елемент – це закріплення прогностичних навичок. У військовій справі будуть вирішуватися такі завдання: ознайомлення з різними варіантами прогнозу та формування загальних сценаріїв розвитку подій. Форма організації цього елементу – всі форми лекційних занять з педагогіки, психології, військового управління та інших дисциплін. Результатом буде формування навичок планування під час практичної діяльності. Військові фахівці зможуть розробляти різні варіанти та сценарії майбутніх подій з установленням чітких взаємозв'язків. До показників ефективності реалізації цього елемента можна буде зарахувати результативність та оптимальність у професійній діяльності майбутніх військових фахівців.

Теоретичний аналіз феномену формування прогностичного мислення як фундаментальної частини прогностичної компетенції дозволив виокремити чотири психолого-педагогічні умови:

- реалізація принципу «необхідного майбутнього», незважаючи на спеціалізацію;
- спеціальна структуризація змісту військово-професійної освіти на підставі завдань рефлексивно-прогностичного характеру;
- організація прогностичної діяльності військових фахівців, яка буде спрямована на створення образу майбутнього мобільного військового професіонала;
- використання імітаційних ігор та практичних занять для формування професійної компетентності як мотивованої готовності військового фахівця до самоорганізації та саморозвитку.

Сьогодні у педагогіці прогностична компетенція відображає ідеальні уявлення про знання особистості, до змісту яких входить: 1) знання прогностичної термінології, умінь і навичок прогнозування на певному відрізку освітньої траєкторії та на певному рівні здібностей особистості в тому ступені, в якому це необхідно; 2) якість навчальної, пізнавальної, професійної діяльності, що дозволяє за допомогою наукового пізнання адекватно оцінювати власну освітню, професійну траєкторію, результати діяльності, забезпечувати потреби особистості та соціуму; 3) цілеспрямованість, гнучкість мислення, вольова сфера, товарищескість, толерантність; 4) оптимальні для цих умов цілі, вміння планувати, сценувати власну діяльність, мати оптимальний рівень пошуково-творчої діяльності, здібності адекватно оцінювати результати діяльності та мати самооцінку [6, с.73-74].

Сьогодні всі фахівці, особливо управлінці, повинні мати вміння зосереджуватися на виконанні завдань з метою отримання оптимального результату. Це забезпечується через прагнення довести справу до логічного завершення, пошук і реалізацію нестандартних рішень. У військовій справі виконання завдань здійснюється в умовах вкрай важких, пов'язаних з ризиком для життя, з обмеженим часом на ухвалення рішення, а нерідко – із застосуванням вогнепальної зброї та військової техніки. Бойовий досвід і теоретичні дослідження показують, що під час виконання службових обов'язків військові фахівці стикаються з важкопередбачуваними та унікальними подіями, які мають значущі наслідки для ухвалення правильного та адекватного рішення. Військова освіта потребує впровадження нових форм навчання, розвинення інноваційних методів навчання, спрямованих на формування прогностичної компетенції. На сьогодні в умовах міжнародно-політичної нестабільності військова освіта потребує негайного доопрацювання та наповнення робочих програм сучасними практико-орієнтованими дисциплінами, які актуальні на сьогодні. Реалії сьогодення такі, що прогностична компетенція сприятиме появі у майбутніх військових фахівців таких нововведень, як ефективність та результативність.

Висновки

Таким чином, одним із важливих показників якості підготовки майбутніх військових фахівців є сформованість прогностичних компетенцій. Кожному ВВНЗ необхідно розробити стратегію впровадження нових форм і методів навчання військових фахівців. Також, суттєво оновити зміст військової освіти, створити нові ланки системи професійної військової освіти та застосувати найефективніші сучасні педагогічні технології. Формування прогностичної компетенції у майбутніх військових фахівців ЗС України на тактичному рівні зробить вагомий внесок до вирішення завдання щодо отримання європейського рівня освіти.

Перспективи подальших досліджень

Аналіз результатів проведеного дослідження свідчить, що підготовка військових фахівців з прогностичною компетенцією є перспективною і потребує подальшого дослідження. Необхідність конкретизації та наповнення навчальних програм всіма компетенціями є вкрай великою, адже військові фахівці постійно виконують професійні завдання з високими ризиками.

Список використаних джерел

1. Закон України № 37-38 від 13.03.2016 р. «Про вищу освіту» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon4.rada.gov.ua/laws>.
2. Указ Президента України № 92/2016 від 14 березня 2016 року «Стратегічний оборонний бюлетень України» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.mil.gov.ua>.
3. Бургун І. Конструктивістський підхід до визначення компетентності особистості / І.В. Бургун // Актуальні проблеми державного управління, педагогіки та психології : збірник наукових праць. – № 1(4) – 2011.
4. Definition and Selection of Competencies. Theoretical and Conceptual Foundations (DESCO). Strategy Paper on Key Competencies. An Overarching Frame of Reference for an Assessment and Research Program. – OECD (Draft), 2015 – 279 p.
5. Муженко В. Перспективні напрями розвитку ЗС в умовах суттєвих змін у воєнно-політичній ситуації навколо України на період до 2020 р. : науково-теоретичний та науково-практичний журнал. – № 3/4. – 2015. – К. : «Стилос». – 86 с.
6. Присяжна А. Прогностична компетентність викладачів та учнів. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для вузів III–IV рівнів акредитації. – Режим доступу : <http://portalus.ru>.
7. Platt W. Strategic Intelligence Production. Basic Principles. – New York: Frederic A. Praeger, 1957. – 302 p.

Рецензент: Н.М. Черненко, к.пед.н., доц., Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського.

ПРОГНОСТИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ У БУДУЩИХ ВОЕННЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ

И.С. Азаров

В статье представлена актуальность прогностической компетенции у будущих офицеров Вооруженных Сил Украины. Сегодня прогностическая компетенция является необходимой, так как при решении задач по предотвращению внешних и внутренних угроз государства привлекаются Вооруженные Силы Украины. Выполнение любых профессиональных задач зависит не только от существующих профессиональных компетенций военных специалистов, а и от возможностей предвидения вероятного характера развития будущих событий. Ситуация, которая сегодня сложилась при ведении современных войн, развитая теория и практика принятия решения подтверждает тот факт, что необходимо иметь компетентных офицеров с развитым прогностическим мышлением, которое будет способствовать эффективному принятию решения в служебно-боевой деятельности.

Ключевые слова: прогностическая компетенция, военные специалисты, Вооруженные Силы Украины.

PROGNOSTIC COMPETENCE OF FUTURE MILITARY SPECIALIST

I. Azarov

The purpose of the article is to justification prognostic competence of future military specialist Army of Ukraine. Today, a question is actual, because the decision of tasks in relation to prevention of external and internal threats of the state Army of Ukraine are attracted. Any professional tasks not depends professional jurisdictions of military specialists but also from possibility to the prediction of credible character of developments. Also, the article contains a conceptual view of the process of formation of time perspective thinking of future military specialist.

Keywords: prognostic competence, military specialist, Army of Ukraine.

УДК 005.8

Р. В. Булгаков*Військова академія (м. Одеса), Україна*

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РІВНЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ ПРОЕКТАМИ У ВИЩИХ ВІЙСЬКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ

На підставі розгляду розробленої динамічної моделі комплексних наукових досліджень наукової і науково-технічної діяльності у вищих військових навчальних закладах сформульовано завдання розподілу обмежених ресурсів між напрямками наукових досліджень. Отримані аналітичні рішення для логістичної й експоненційної моделей оцінювання.

Ключові слова: управління науковими проектами, комплексне оцінювання, моделі та методи управління науковою і науково-технічною діяльністю, завдання оптимального управління.

Основною метою управління є досягнення високої ефективності у певному виді діяльності та якомога краще використання ресурсного потенціалу. Управління науковою і науково-технічною діяльністю (НіНТД) у військовій сфері – це багатоступінчастий процес, що складається з безлічі підсистем, одним з головних напрямків якого є оперативне управління (ОУ). Результатом ОУ є отримання певної інформації, що необхідна для вирішення військово-наукових завдань. ОУ дозволяє визначити, як на максимально ефективному рівні застосувати наявні наукові ресурси для задоволення попиту Збройних Сил України.

Постановка проблеми

Однією з основних проблем у процесі управління НіНТД у Збройних силах України є проблема оцінки рівня оперативного управління науковими дослідженнями і розробками, різні підходи до її вирішення розглядаються в численних роботах вітчизняних та зарубіжних вчених. Але на теперішній час методи оцінки результатів управління науковою та науково-технічною діяльністю у вищих військових навчальних закладах чітко не визначені.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Однією з характерних особливостей військово-наукових підрозділів вищих військових навчальних закладів (ВВНЗ) є негнучкість штатно-посадового розпису та обмежений вплив на це їхніх керівників, що в свою чергу тягне обмеження керівника у засобах управління процесом НіНТД підпорядкованого підрозділу. Також перед функціональним керівником, крім завдання забезпечення регулярної діяльності підрозділу (якщо це кафедра, то начальник кафедри у ВВНЗ повинен перш за все забезпечити нормальний перебіг навчального процесу), стоїть завдання розподілу його підлеглого професорсько-викладацького складу між науковими проектами.

У світовій науці поширюється практика інтеграції методів прийняття рішень в системах управління проектами та технічних системах на основі виявлення їх спільних законів взаємодії та розвитку. В пошуках нових методів управління звертаються до законів та закономірностей розвитку природних систем. Застосування принципів і законів фізики та механіки в управлінні проектами досить розповсюджене явище [1]. Прикладом таких досліджень є розробка теорії проектів з використанням законів електродинаміки й електростатики [2], аналогії в описі турбулентних природних і штучних середовищ [3]. У цих роботах проводиться аналогія між природними системами та системами управління проектами, що дозволяє переносити знання про методи прийняття рішень для забезпечення оптимальної роботи таких систем.

У прикладному аспекті основний зміст підходів до оцінки ефективності наукової та науково-технічної діяльності ВВНЗ не повною мірою забезпечує потреби органів управління в реалізації основних функцій управління, що обумовлює необхідність у розробці механізмів управління цією діяльністю на основі положень теорії управління проектами з метою використання отриманого

досвіду для подальшого розвитку та просування до стратегічної мети [4]. Вирішення цих питань можливе з використанням запропонованої моделі комплексної оцінки рівня оперативного управління науковими проектами, який раніше у військовому науковому середовищі не застосовувався.

Формулювання цілей статті

Апарат диференціальних рівнянь і оптимального управління може успішно використовуватися для побудови моделей розвитку НІНТД [5, 6]. Головною метою досліджень в цій предметній галузі є підвищення рівня обґрунтованості управлінських рішень в науково-технічній сфері. У цій статті основний акцент поставлено на взаємозв'язок різних наукових напрямків на рівні змісту їх результатів, а не тільки на рівні обмежень ресурсного забезпечення, що необхідно для розробки та дослідження моделей і методів управління науковими проектами у ВВНЗ.

Виклад основного матеріалу

Розглянемо комплексне наукове дослідження, що складається з наукових напрямків. Ступінь розвитку i -го напрямку оцінюється в безперервній шкалі показником $x_i \in [0;1]$, $i \in N = \{1,2,\dots,n\}$ – безліч наукових напрямків. Припустимо, що задані:

- вектор початкових станів напрямків $x_i^0 \in [0;1]$, $i \in N$;
- закони динаміки ступенів розвитку:

$$\dot{x}_i(t) = f_i(x(t), u_i(t)), i \in N \quad (1)$$

де $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ – вектор стану наукового дослідження, $u_i(t) \geq 0$ – залежність від часу ресурсного забезпечення i -го напрямку;

- критерій $G(x)$ ступеня розвитку наукового дослідження в цілому.

Щодо правих частин системи диференціальних рівнянь (1), припустимо, що $\forall i \in N, \forall x \in [0;1]^n \forall u_i \geq 0$ виконано:

$$\text{A.1. } f_i(x, 0) = 0; \text{ A.2. } f_i(x, u_i) \geq 0; \text{ A.3. } \frac{\partial f_i(x)}{\partial f_i} \geq 0, j \neq i; \text{ A.4. } \frac{\partial f_i(x)}{\partial u_i} \geq 0; \text{ A.5. } \frac{\partial G(x)}{\partial x_i} \geq 0.$$

Змістовні інтерпретації введених припущень наступні. Перше припущення означає, що за відсутності ресурсного забезпечення науковий напрям не розвивається. Друге припущення відображає відсутність «забування» наукових результатів. Третє припущення відповідає «комплексному» науковому дослідженню – чим вище рівень розвитку сусідніх напрямків, тим легше розвиватися кожному окремому напрямку. Четверте припущення свідчить, що швидкість розвитку наукового напрямку зростає з ростом ресурсного забезпечення. П'яте припущення означає, що чим вище ступінь розвитку кожного з наукових напрямків, тим вище ступінь розвитку комплексного наукового дослідження. Розглянемо фіксований горизонт планування (плановий період) $T > 0$ і припустимо, що існує обмеження $u \in U$ на безліч допустимих значень ресурсного забезпечення $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$. Припустимо, що мета управління науковим дослідженням полягає в максимізації ступеня його розвитку до кінця планового періоду вибором допустимого ресурсного забезпечення з урахуванням закону (1) динаміки ступенів розвитку:

$$G(x(T)) \rightarrow \max_{u \in U, (1)} \quad (2)$$

Можна сформулювати зворотнє завдання – досягнення заданого рівня розвитку G_0 наукового дослідження з мінімальними витратами ресурсного забезпечення: якщо заданий функціонал витрат $Q(u)$, то це завдання має вигляд:

$$Q(u) \rightarrow \min_{u \in U, (1), G(x) \geq G_0} \quad (3)$$

Якщо в якості критерію ефективності прийняти час досягнення заданого рівня розвитку G_0 наукового дослідження, то отримаємо задачу:

$$T \rightarrow \min_{u \in U, (1), G(x(T)) \geq G_0} \quad (4)$$

Як критерій ступеня розвитку наукового напрямку можна використовувати пріоритетний критерій:

$$G_\alpha(x) = \sum_{i \in N} \alpha_i x_i \quad (5)$$

де $\alpha_i > 0, i \in N$ – константи, такі, що $\sum_{i \in N} \alpha_i = 1$. Тоді $G: [0;1]^n \rightarrow [0;1]$.

Другою альтернативою є критерій рівномірного розвитку, що обчислюється:

$$G_{\min}(x) = \min_{i \in N} \{x_i\} \quad (6)$$

Зазначимо, що критерій (5) відображає «пріоритети розвитку науки» – наскільки затребуване на сьогодні виокремлення пріоритетних напрямків, введення системи різноманітних бонусів, грантів і т.д. Такий підхід виправданий в разі незалежних наукових напрямків на рівні дослідно-конструкторських розробок. Для фундаментальних досліджень є більш адекватним критерієм (6), оскільки в цьому випадку апіорі невідомо, де трапиться «прорив», і необхідно рівномірно розвивати комплекс взаємозбагачуваних напрямків, що є найбільш характерним для військової наукової та науково-технічної діяльності. Тому в подальшому в цій статті будемо використовувати критерій (6).

Завдання (2) – (4) є типовими завданнями оптимального управління (завдання (4) – задача про швидкодію, (2) – завдання термінального управління) і можуть бути вирішені при відомих функціях $f_i(\cdot)$, функціоналах $G(\cdot)$ та $Q(\cdot)$, константі G_0 і множині U [7,8].

Розглянемо низку окремих випадків, що дозволяють аналізувати специфіку комплексного розвитку наукових досліджень, зокрема – взаємозв'язок наукових напрямків.

Якщо наукові напрямки не пов'язані, то вважаючи, що $x_i^0 \in (0;1], i \in N$, і приймаючи логістичний закон зміни рівня розвитку («внутрішня закономірність») [9, 10, 11], з (1) отримаємо:

$$\dot{x}_i(t) = \gamma_i(u_i(t))x_i(t)(1-x_i(t)), i \in N \quad (7)$$

Ця модель адекватна в разі, коли дослідження починаються практично «з нуля» і перший час йде на огляд близьких результатів і т.д.

Кожне з рівнянь Бернуллі, що входять в систему (7), може бути вирішено незалежно:

$$x_i(t, u_i(\cdot)) = \frac{x_i^0}{\left(x_i^0 \int_0^t \gamma_i(u_i(\tau)) e^{\int_0^\tau \gamma_i(u_i(\xi)) d\xi} d\tau + 1 \right) e^{-\int_0^t \gamma_i(u_i(\xi)) d\xi}}, i \in N \quad (8)$$

Якщо $u_i(t) = u_i, i \in N$, то отримаємо набір «незалежних» логістичних кривих (рис. 1)

$$x_i(t, u_i) = \frac{x_i^0}{x_i^0 + (1 - x_i^0) e^{-\gamma_i(u_i)t}}, i \in N \quad (9)$$

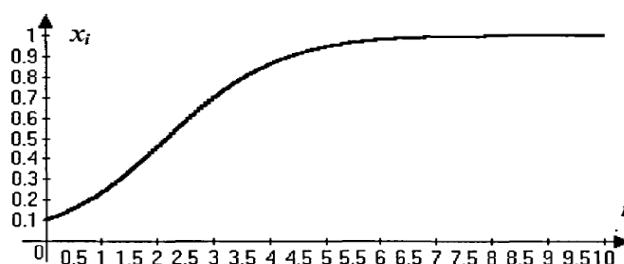


Рис. 1. Логістична динаміка рівня розвитку i -го наукового напрямку $x_i^0 = 0.1; \gamma_i(u_i) = 1$

Проаналізуємо вираз (9). Нехай заданий необхідний рівень G_0 розвитку наукового дослідження. Отримуємо з (9) рівняння, що пов'язує час досягнення цього рівня по кожному з напрямків з відповідним ресурсним забезпеченням:

$$\gamma_i(u_i)t = \ln \frac{G_0(1-x_i^0)}{x_i^0(1-G_0)}, i \in N \quad (10)$$

Якщо ресурсне забезпечення кожного наукового напрямку постійне в часі, то з точки зору критерію (6) оптимальним буде такий розподіл ресурсів, при якому всі наукові напрямки досягають необхідного рівня розвитку одночасно.

Тоді, позначаючи $\ln \frac{G_0(1-x_i^0)}{x_i^0(1-G_0)} = \beta_i, i \in N$, з (10) отримуємо, що завдання (4) набуде вигляду: мінімізувати час T обранням вектору $u = (u_1, u_2, \dots, u_n) \in U$ констант, таких, що:

$$\gamma_i(u_i) = \frac{\beta_i}{T}, i \in N. \quad (11)$$

Нехай обмеження T має вигляд: $\sum_{i \in N} u_i \leq R$, тобто в кожен момент часу сумарні ресурси обмежені однією і тією ж величиною, а «швидкість» $\gamma_i(u_i)$ є лінійною функцією:

$$\gamma_i(u_i) = r_i u_i, i \in N, \quad (12)$$

де $r_i > 0$ – константа, яка може інтерпретуватися як «потенціал» i -го наукового напрямку або ефективність діяльності відповідного наукового колективу.

Застосовуючи метод множників Лагранжа, з (11) і (12) отримуємо, що:

$$u_i = R \frac{\frac{\beta_i}{r_i}}{\sum_{j \in N} \frac{\beta_j}{r_j}}, i \in N \quad (13)$$

$$T = \frac{\sum_{j \in N} \frac{\beta_j}{r_j}}{R}. \quad (14)$$

Змістовно вираз (13) означає, що оптимальна кількість ресурсу, що виділяється i -му напрямку, пропорційне необхідному приросту ступеня його розвитку й обернено пропорційне ефективності діяльності відповідного наукового колективу (зазначимо, що при використанні пріоритетного критерію результат був би зворотним). З виразу (14) випливає, що час досягнення необхідного рівня розвитку обернено пропорційний кількості ресурсу, який витрачається за одиницю часу.

Таким чином, обґрунтована справедливості наступного твердження.

Оптимальне (з точки зору критерію максимально швидкого – завдання (4) – рівномірного розвитку) розподілення ресурсів між незалежними науковими напрямками в рамках логістичної моделі визначається виразами (13) і (14).

Зазначимо, що вираз (14) дає і розв'язок задач (2) і (3) при підстановці відповідних виразів. Якщо критерієм є сумарні витрати $Q(u) = T \sum_{i \in N} u_i$ на ресурсне забезпечення, то в рамках введених припущень задача (3) зводиться до задачі (4), оскільки витрата ресурсів не змінюється в часі.

З (10), (13) і (14) випливає, що для динаміки ступеня розвитку наукового дослідження справедлива така оцінка:

$$G_{\log}(t) = \frac{1}{1 + e^{a_{\log}/H} e^{-tR/H}}, \quad (15)$$

де $H = \sum_{i \in N} 1/r_i$, $a_{\log} = \sum_{i \in N} (1/r_i) \ln(1/x_i^0 - 1)$.

Початковий стан може бути оцінений як

$$G_{\log}^0 = \frac{1}{1 + e^{a_{\log}/H}}. \quad (16)$$

Вирази (15) і (16) можуть використовуватися для побудови системи комплексного оцінювання результатів наукових досліджень (зазначимо, що для $n = 1$ виконано $G_{\log}^0 = x^0$).

Якщо наукові напрямки не пов'язані, то, приймаючи експоненціальний закон зміни рівня розвитку [11], з (1) отримаємо:

$$\dot{x}_i(t) = \gamma_i(u_i(t))(1 - x_i(t)), i \in N. \quad (17)$$

Ця модель адекватна в разі наявності значного наукового доробку по кожному з напрямків.

Кожне з лінійних рівнянь, що входять в систему (17), може бути вирішено незалежно. При $u_i(t) = u_i, i \in N$, отримаємо набір «незалежних» експоненціальних кривих (рис. 2.):

$$x_i(t, u_i) = 1 - (1 - x_i^0) e^{-u_i r_i t}, i \in N. \quad (18)$$

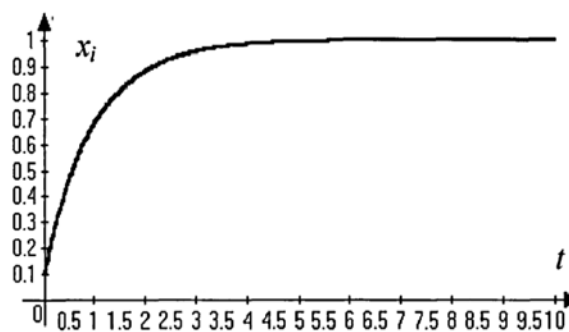


Рис. 2. Експоненціальна динаміка рівня розвитку i -го наукового напрямку $x_i^0 = 0.1; \gamma_i(u_i) = 1$

За аналогією з (13) і (14) отримаємо для цієї моделі:

$$u_i = R \frac{\frac{p_i}{r_i}}{\sum_{j \in N} \frac{p_j}{r_j}}, i \in N \quad (19)$$

$$T = \frac{\sum_{j \in N} \frac{p_j}{r_j}}{R}, \quad (20)$$

де $p_i = \ln \frac{1 - x_i^0}{1 - G_0}$ (зазначимо, що $\beta_i = p_i + \ln \left(\frac{g_0}{x_i^0} \right), i \in N$).

Змістовні інтерпретації виразів (19) і (20) аналогічні змістовним інтерпретаціям, відповідно, виразів (13) і (14).

Таким чином, обґрунтована справедливість наступного твердження.

Оптимальне (з точки зору критерію максимально швидкого – завдання (4) – рівномірного розвитку) розподілення ресурсів між незалежними науковими напрямками в рамках експоненційної моделі визначається виразами (19) і (20).

Зазначимо, що, як і вище, вираз (20) дає і розв’язок задач (2) і (3) при підстановці відповідних виразів. Якщо критерієм є сумарні витрати $Q(u) = T \sum_{i \in N} u_i$ на ресурсне забезпечення, то в рамках введених припущень задача (3) зводиться до задачі (4), оскільки витрата ресурсів не змінюється в часі.

З (18)–(20) випливає, що для динаміки ступеня розвитку наукового дослідження справедлива така оцінка:

$$G_{\text{exp}}(t) = 1 - \exp \left\{ \sum_{i \in N} (1/r_i) \ln(1 - x_i^0) / H \right\} e^{-tR/H}. \quad (21)$$

Початковий стан може бути оцінений як:

$$G_{\text{exp}}^0 = 1 - \exp \left\{ \sum_{i \in N} (1/r_i) \ln(1 - x_i^0) / H \right\}. \quad (22)$$

Вирази (21) і (22) можуть використовуватися для побудови системи комплексного оцінювання результатів наукових досліджень (зазначимо, що для $n = 1$ виконано $G_{\text{exp}}^0 = x^0$).

Висновки

Проведений аналіз показує, що для підтримки та супроводження управлінських рішень необхідно використовувати інформацію, яка отримана за допомогою процедури комплексного оцінювання. При дослідженні проблеми оцінки рівня оперативного управління науковими проектами розроблена динамічна модель комплексних наукових досліджень, в рамках дослідження якої сформульована задача розподілу обмежених ресурсів між напрямками наукових досліджень з метою максимізації комплексного критерію до моменту закінчення планового періоду, яка в загальному випадку зведена до задачі оптимального управління. Також отримані аналітичні рішення для логістичної й експоненційної моделей.

Список використаних джерел

1. Шамов А.В. Модель энергетического баланса в управлении проектно-ориентированными организациями / А.В. Шамов, А.В. Шахов // Вісник Одеського національного морського університету, 2013. – № 2(38). – С. 155-161.
2. Бабаев И.А. Управление программами развития организаций на основе генетических моделей проекта / И.А. Бабаев. – Киев : Наук. світ, 2005. – 164 с.
3. Бушуева Н.С. Модели и методы проактивного управления программами организационного развития : монография / Н.С. Бушуева. – Киев : Наук. світ, 2007. – 200 с.
4. Ярошенко Ф.А. Управление инновационными проектами и программами на основе системы знаний РМ2 / Ф.А. Ярошенко, С.Д. Бушуев, Х. Танака. – Киев, 2011. – 268 с.
5. Малинецкий Г.Г. Хаос. Структуры. Вычислительный эксперимент: введение в нелинейную динамику / Г.Г. Малинецкий. – Москва : Наука, 1997. – 225 с.
6. Милованов В.П. Неравновесные социально-экономические системы: синергетика и самоорганизация / В.П. Милованов. – Москва : Эдиториал, 2001. – 264 с.
7. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления / В.Г. Болтянский. – Москва : Наука, 1968. – 408 с.
8. Ли Э. Б. Основы теории оптимального управления / Э. Б. Ли, Л. Маркус. – Москва : Наука, 1972. – 576 с.
9. Венда В.Ф. Системы гибридного интеллекта: эволюция, психология, информатика / В.Ф. Венда. – Москва : Машиностроение, 1990. – 448 с.

10. Нижегородцев Р.М. Информационная экономика / Р.М. Нижегородцев. – Москва : МГУ, 2002. – 163 с. – Т.1.
11. Новиков Д.А. Закономерности итеративного научения / Д.А. Новиков. – Москва : ИПУ РАН, 1998. – 96 с.

Рецензент: В.Ф. Миргород, д.т.н., проф., Військова академія (м. Одеса).

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНЫМИ ПРОЕКТАМИ В ВЫСШИХ ВОЕННЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ

Р.В. Булгаков

На основании рассмотрения разработанной динамической модели комплексных научных исследований научной и научно-технической деятельности в высших военных учебных заведениях, сформулирована задача распределения ограниченных ресурсов между направлениями научных исследований. Получены аналитические решения для логистической и экспоненциальной моделей оценки.

Ключевые слова: управление научными проектами, комплексное оценивание, модели и методы управления научной и научно-технической деятельностью, задача оптимального управления.

MODEL OF COMPREHENSIVE EVALUATION OF THE LEVEL OF OPERATIONAL CONTROL SCIENTIFIC PROJECTS IN THE HIGHER MILITARY EDUCATIONAL INSTITUTIONS

R. Bulgakov

Based on consideration developed a dynamic model of comprehensive research of scientific and technical activity at the higher military educational institutions, formulated task allocation of scarce resources between areas of research. Analytical solutions for logistic and exponential models evaluation.

Keywords: management research projects, integrated assessment models and methods of scientific management, scientific and technical activities, optimal control problem.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Абрамов С.В.** 100
Адамов Ю.І. 83
Азаров І.С. 47
Булгаков Р. В. 144
Бухал Д.А. 53, 57
Водчиць О.Г. 62
Волобуєв А.П. 69
Волобуєва І.Ю. 69
Ворохова Л.Д. 135
Гнатюк С.Є. 106
Головань А.В. 17
Головань В.Г. 17
Гончарук А.А. 47
Григорян Е.Е. 39
Даневич В.Ф. 100

Добровольський Ю.Б. 77
Дончак А.М. 112
Дубов О.В. 112, 124
Дяченко О.Ф. 83
Єфіменко А.Є. 77
Завальнюк В.В. 83
Зарицький О.І. 62
Іванов В.І. 5
Ковалішин С.С. 23
Коркін О.Ю. 57, 69

Король Я.І. 39
Кострач В.В. 62
Лісніченко О.О. 39, 135
Лісніченко Ю.М. 135
Мазур О.М. 91
Меленчук В.М. 32
Монахов Ю.К. 23
Нікул С.О. 17
Оленєв В.М. 47
Онищенко О.А. 91
Орда М.В. 100
Паюк О.С. 77
Петровський О.Г. 112
Рижов Є.В. 106
Робочий В.В. 5
Сакович Л.М. 106
Сарафанюк Е.І. 62
Семененко О.М. 5, 77
Сєченєв О.М. 5
Симоненков В.М. 124
Симоненкова І.В. 23
Смоляний М.В. 83
Фелько М.В. 9
Черниш І.А. 124

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

АБРАМОВ Станіслав Вікторович	Ад'юнкт кафедри розвідки командно-штабного інституту застосування військ (сил), Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, м. Київ, Україна
АДАМОВ Юрій Іванович	Старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії (проблем розвитку та застосування частин і підрозділів високомобільних десантних військ.), Військова академія (м. Одеса), Україна
АЗАРОВ Іван Сергійович	Науковий співробітник науково-дослідної лабораторії (бойового екіпірування), Військова академія (м. Одеса), Україна
БУЛГАКОВ Руслан Валерійович	Доцент кафедри ракетно-артилерійського озброєння факультету підготовки спеціалістів ракетно-артилерійського озброєння, Військова академія (м. Одеса), Україна
БУХАЛ Дмитро Анатолійович	Ад'юнкт, Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна
ВОДЧИЦЬ Олексій Григорович	Начальник кафедри військової підготовки, кандидат технічних наук, доцент, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
ВОЛОБУЄВ Анатолій Петрович	Докторант, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна
ВОЛОБУЄВА Ірина Юрійвна	Науковий співробітник, Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна
ВОРОХОВА Лариса Дмитрівна	Науковий співробітник, науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна
ГНАТЮК Сергій Євгенович	Начальник інституту, Державний науково-дослідний інститут спеціального зв'язку та захисту інформації України, м. Київ, Україна
ГОЛОВАНЬ Артур В'ячеславович	Старший викладач кафедри ракетно-артилерійського озброєння, кандидат технічних наук, доцент, Військова академія (м. Одеса), Україна
ГОЛОВАНЬ В'ячеслав Григорович	Професор кафедри ракетно-артилерійського озброєння, кандидат технічних наук, професор, Військова академія (м. Одеса), Україна
ГОНЧАРУК Антон Антонович	Начальник науково-дослідної лабораторії (бойового екіпірування) кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Військова академія (м. Одеса), Україна
ГРИГОРЯН Ернест Едуардович	Викладач кафедри тактики, Військова академія (м. Одеса), Україна
ДАНЕВИЧ Володимир Феодосійович	Науковий співробітник, Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна
ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ Юзеф Броніславович	Заступник начальника кафедри військової підготовки, кандидат технічних наук, доцент, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
ДОНЧАК Андрій Михайлович	Начальник центру, кандидат психологічних наук, Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна
ДУБОВ Олег Вікторович	Провідний науковий співробітник, кандидат військових наук, доцент, Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна
ДЯЧЕНКО Олександр Феодосійович	Проректор з навчальної та виховної роботи, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса, Україна
ЄФІМЕНКО Анатолій Євгенович	Доцент кафедри гуманітарних та соціально-економічних дисциплін, кандидат військових наук, доцент, Військова академія (м. Одеса), Україна
ЗАВАЛЬНЮК Володимир Вікторович	Старший викладач кафедри фундаментальних наук, кандидат фізико-математичних наук, Військова академія (м. Одеса), Україна
ЗАРИЦЬКИЙ Олег Іванович	Професор кафедри військової підготовки, кандидат технічних наук, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
ІВАНОВ Володимир Львович	Начальник предметно-методичної комісії кафедри військової підготовки, кандидат технічних наук, доцент, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

КОВАЛИШИН <i>Сергій Семенович</i>	Начальник науково-дослідної лабораторії (проблем розвитку системи матеріально-технічного забезпечення військ (сил)), Військова академія (м. Одеса), Україна
КОРКІН <i>Олександр Юрійович</i>	Старший помічник начальника науково-організаційного відділення, Військова академія (м. Одеса), Україна
КОРОЛЬ <i>Ярослав Іванович</i>	Старший викладач, начальник служби радіаційного, хімічного, біологічного захисту та екологічної безпеки, Військова академія (м. Одеса), Україна
КОСТРАЧ <i>Віталій В'ячеславович</i>	старший науковий співробітник Центру наукової інформації, кандидат педагогічних наук, Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна
ЛІСНІЧЕНКО <i>Олена Олегівна</i>	Науковий співробітник, Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна
ЛІСНІЧЕНКО <i>Юрій Михайлович</i>	Доцент кафедри тактики, Військова академія (м. Одеса), Україна
МАЗУР <i>Оксана Миколаївна</i>	Викладач, Національний університет «Одеська Морська академія», м. Одеса, Україна
МЕЛЕНЧУК <i>Віктор Миколайович</i>	Старший викладач кафедри автомобільної техніки, Військова академія (м. Одеса), Україна
МОНАХОВ <i>Юрій Костянтинівич</i>	Молодий науковий співробітник науково-дослідної лабораторії (проблем розвитку системи матеріально-технічного забезпечення військ (сил)), Військова академія (м. Одеса), Україна
НІКУЛ <i>Станіслав Олексійович</i>	Начальник кафедри ракетно-артилерійського озброєння факультету підготовки спеціалістів ракетно-артилерійського озброєння, Військова академія (м. Одеса), Україна
ОЛЕНЄВ <i>Володимир Миколайович</i>	Провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії (бойового екіпування), кандидат військових наук, професор, Військова академія (м. Одеса), Україна
ОНИЩЕНКО <i>Олег Анатолійович</i>	Професор кафедри електротехніки та інженерної механіки, д.т.н., проф., Військова академія (м. Одеса), Україна
ОРДА <i>Михайло Володимирович</i>	Начальник науково-дослідної лабораторії кафедри розвідки, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, м. Київ, Україна
ПАЮК <i>Олександр Сергійович</i>	Викладач кафедри військової підготовки, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна
ПЕТРОВСЬКИЙ <i>Олександр Григорович</i>	Науковий співробітник, Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна
РИЖОВ <i>Євген Вікторович</i>	Ад'юнкт науково-організаційного відділу Академії сухопутних військ, кандидат технічних наук, Академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, м. Львів, Україна
РОБОЧИЙ <i>Віктор Валентинович</i>	Науковий співробітник науково-організаційного відділу, Військова академія (м. Одеса), Україна
САКОВИЧ <i>Лев Миколайович</i>	Професор кафедри теоретичних основ експлуатації засобів спеціальних інформаційно-телекомунікаційних систем, кандидат технічних наук, доцент, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації України, м. Київ, Україна
САРАФАНЮК <i>Едуард Іванович</i>	Професор кафедри гуманітарних та соціально-економічних дисциплін, кандидат педагогічних наук, доцент, Військова академія (м. Одеса), Україна
СЕМЕНЕНКО <i>Олег Михайлович</i>	Начальник відділу економічного аналізу заходів будівництва та розвитку Збройних Сил, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, Центральний науково-дослідний інститут ЗС України, м. Київ, Україна
СЄЧЕНЄВ <i>Олександр Матвійович</i>	Старший викладач кафедри військової підготовки, Національний авіаційний університет, м. Київ, Україна

СИМОНЕНКОВ
Володимир Миколайович

Інженер відділення програмування інформаційно-обчислювального центру, Військова академія (м. Одеса), Україна

СИМОНЕНКОВА
Інна Володимирівна

Науковий співробітник науково-дослідної лабораторії (проблем розвитку системи матеріально-технічного забезпечення військ (сил)), Військова академія (м. Одеса), Україна

СМОЛЯНИЙ
Микола Васильович

Науковий співробітник науково-дослідної лабораторії (проблем розвитку та застосування частин і підрозділів високомобільних десантних військ та військової розвідки), Військова академія (м. Одеса), Україна

ФЕЛЬКО
Микола В'ячеславович

Провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії (проблем розвитку та застосування частин і підрозділів високомобільних десантних військ та військової розвідки), Військова академія (м. Одеса), Україна

ЧЕРНИШ
Ігор Анатолійович

Молодший науковий співробітник, Науково-дослідний центр Збройних Сил України «Державний океанаріум», м. Одеса, Україна

Наукове видання

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ВІЙСЬКОВОЇ АКАДЕМІЇ (м. ОДЕСА)

Випуск 1(5) 2016

Редактори:

Попович В.І., Кравчук О.І.

Дизайн обкладинки:

Ушаков О.Є.

Адреса: 65009, м. Одеса, вул. Фонтанська дорога, 10, Військова академія (м. Одеса)

Тел.: (0482) 63-83-64

E-mail: zbirnyk.vaodesa@ukr.net

*Надруковано з готового оригінал-макета
у друкарні Військової академії (м. Одеса)*

Підписано до друку 20.09.2016 р.

Формат 297х420/2. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Авт.арк. – 7,09. Обл.вид.арк. – 7,19. Друк.арк. – 78. Ум.друк.арк. – 17,94.

Замовлення № 143 РВВ ВА 2016. Наклад 100 прим.
