

Міністерство освіти і науки України
Міністерство оборони України
Вінницький національний технічний університет
Університет «Стефан чел Маре», (м. Сучава, Румунія)
Технічний університет «Georghe Asachi», (м. Яси, Румунія)



МАТЕРІАЛИ

III МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ «АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ І РЕМОНТУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ»

15-16 ЛИСТОПАДА 2023 року



Вінниця – 2023

УДК 623.1/7

М-34

Відповідальний за випуск **П. Я. Бондаренко**

Рецензенти: **В. Ф. Анісімов**, доктор технічних наук, професор
А. А. Кашканов, доктор технічних наук, професор

Матеріали III Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки», 15-16 листопада 2023 року: збірник наукових праць [Електронний ресурс]. Вінниця: ВНТУ, 2023. (PDF 157 с.)

ISBN 978-617-8163-00-6 (PDF)

Збірник містить Матеріали III Міжнародної науково-технічної інтернет-конференції «Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту зразків озброєння та військової техніки» за основними напрямками відповідно до Інформаційного листа.

УДК 623.1/7

Роботи публікуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в роботах, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів на розглянуті питання.

ISBN 978-617-8163-00-6 (PDF)

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2023

ЗМІСТ ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

1. MODELS AND METHODS OF DISTRIBUTED HIERARCHICAL CONTROL IMPLEMENTATION FOR AUTONOMOUS DRONE SWARM ON THE BATTLEFIELD <i>Анатолій Антонович Шиян</i>	6
2. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОГО ПІДРОЗДІЛУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЛОКАЛЬНИХ ВІЙН І КОНФЛІКТІВ <i>Сергій Іванович Корсунов, Микола Іванович Оборонов</i>	9
3. ВПЛИВ НОВІТНЬОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ГЕОПОЛІТИЧНІ ВІДНОСИНИ ТА МІЖНАРОДНУ БЕЗПЕКУ В ЗВ'ЯЗКУ ВТОРГНЕННЯМ РОСІЇ В УКРАЇНУ <i>Володимир Євгенович Мяхин, Андрій Сергійович Шилкін, Ювіта Вікторівна Колошко</i>	12
4. ОСОБЛИВОСТІ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ РОЗВИТКУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ <i>Микола Валерійович Сергєєв, Дмитро В'ячеславович Рибалко</i>	14
5. ЛІДЕРСТВО. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЛІДЕРСТВА ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗА СТАНДАРТАМИ НАТО <i>Володимир Володимирович Любич, Микола Григорович Домненко, Ігор В'ячеславович Вішун</i>	17
6. ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПОСТАЧАННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ <i>Андрій Павлович Поляков, Олександр Петрович Терещенко, Анна Миколаївна Глухова</i>	21
7. РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ОБМЕЖУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ЛІТАКА ВИНИЩУВАЧА <i>Роман Вікторович Василенко, Ілля Сергійович Мудрик</i>	23
8. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ ПОВІТРЯ В ШИНАХ КОЛІС АВТОМОБІЛІВ «КРАЗ» <i>Дмитро Вікторович Борисюк</i>	25

Секція 1. Бойове застосування озброєння та військової техніки та пріоритетні напрями їх розвитку

1. БЕЗПЛОТНА АВІАЦІЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ КРАЇНИ <i>Вікторія Петрівна Гмиря, Ірина Григорівна Ячна, Володимир Валерійович Ларін</i>	34
2. ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ РІЗНОСПЕКТРАЛЬНИХ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В СКЛАДНИХ УМОВАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ <i>Володимир Анатолійович Гаршин, Максим Віталійович Куравський</i>	37
3. ВИЯВЛЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ АНОМАЛІЙ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ УДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОГО КРИТЕРІЮ КУЛЬБАКА-ЛЕЙБЛЕРА В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ <i>Геннадій Володимирович Худов, Артем Петрович Гурін, Олег Олександрович Гурін, Богдан Анатолійович Лісогорський, Андрій Васильович Пономарь</i>	39
4. ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА ПАРАМЕТРІВ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ В СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ РЛС ВИЯВЛЕННЯ ГІПЕРЗВУКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ <i>Владислав Олександрович Тютюнник, Михайло Рімович Арасланов, Кристина Альбертівна Тах'ян, Василь Йонович Климченко</i>	44
5. КОМПЛЕКСНІ ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ – ОБОВ'ЯЗКОВА ПРАКТИЧНА СКЛАДОВА ЧАСТИНА ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ <i>Григорій Васильович Табачук</i>	47
6. ПРИНЦИП ВИЯВЛЕННЯ МІН ЗА ДОПОМОГОЮ БпЛА <i>Андрій Володимирович Калюжний, Ігор В'ячеславович Вішун</i>	49

7. ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ АЕРОСТАТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ПОШУКУ, ВИЯВЛЕННІ, АВТОСУПРОВОДЖЕННІ НИЗЬКОЛЕТЮЧИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ <i>Юрій Валерійович Севостьянов, Станіслав Михайлович Каратєєв, Артем Олександрович Копилов, Микита Сергійович Семенов</i>	51
8. МЕТОД КОМПРЕСІЙНОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ ДЛЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ БПЛА <i>Іван Михайлович Тупиця, Сергій Іванович Хмелевський</i>	55
9. ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ СКРИТНОСТІ РАДІОКАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ БПЛА <i>Олександр Юрійович Суханов, Олександр Анатолійович Хіжнюк, Микита Сергійович Семенов</i> ... 58	
10. АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ЗЕНІТНИХ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ ВІЙСЬК ППО СВ <i>Олександр Віталійович Лезік, Сергій Володимирович Черкашин</i>	60
11. АНАЛІЗ ТА ДЕЯКІ ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ВОГНЕВИХ ГРУП ОЗБРОЄНИХ ПЗРК З ПРОТИДІЇ БПЛА ТА КР <i>Сергій Володимирович Черкашин, Олександр Анатолійович Токар</i>	62
12. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ <i>Володимир Миколайович Кривонос, Іван Михайлович Тупиця, Сергій Олександрович Кібіткін</i>	65
13. ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ У РОЛІ НОСІВ РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ <i>Анатолій Петрович Корнієнко, Юрій Володимирович Скорий, Руслан Вікторович Ляценко</i>	67
14. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ КРИЛАТОЇ РАКЕТИ ЗМ-14 “КАЛИБР” <i>Олександр Васильович Борисенко</i>	70
15. ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ АНТЕННИХ РЕШТОК В КОГНІТИВНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЯХ <i>Антон Федорович Шевченко, Володимир Андрійович Назаров</i>	73
16. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ РОЗРОБКИ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ППО СВ <i>Владислав Олександрович Надьожин, Олександр Віталійович Лезік</i>	75

Секція 2. Питання інтеграції Збройних Сил України в НАТО та психологічної підтримки військовослужбовців

1. ПРОБЛЕМИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ СТАНДАРТІВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ СТАНДАРТІВ ТА ПУБЛІКАЦІЙ НАТО <i>Олександр Сергійович Малярєнко, Іван Миколайович Трофимов</i>	77
2. ПРАВОВЕ ВИХОВАННЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ – СКЛАДОВА ЧАСТИНА ПРАВОВИХОВНОЇ РОБОТИ <i>Григорій Васильович Табачук</i>	79
3. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МАШИН СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВИСОКОЇ ПРОХІДНОСТІ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВІЙСЬКОВИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ <i>Олександр Петрович Терещенко, Лариса Василівна Мороз, Катерина Миколаївна Татуревич</i>	81
4. ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПЕРЕОБЛАДНАННЯМ ДИЗЕЛЯ В ГАЗОДИЗЕЛЬ <i>Андрій Павлович Поляков, Олександр Петрович Терещенко, Наталія Борисівна Байда, Сафтюк Ярослав Владиславович</i>	83
5. ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ МЕТОДОМ ПРОГНОЗУВАННЯ НОМЕНКЛАТУРИ ТА КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН <i>Андрій Павлович Поляков, Олександр Петрович Терещенко, Дмитро Юрійович Саврій</i>	85
6. ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРОБКИ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ГАЗОПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ГАЗОДИЗЕЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ <i>Андрій Павлович Поляков, Лариса Василівна Мороз, Іван Васильович Ковальчук, Сафтюк Ярослав Владиславович</i>	87

7. УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ	
<i>Андрій Павлович Поляков, Лариса Василівна Мороз, Галина Григорівна Березюк</i>	89
8. ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТРЕНАЖЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ	
<i>Кирило Андрійович Ворошилов, Андрій Вікторович Бологов</i>	91
9. ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ У ВІЙСЬКОВІЙ ОСВІТІ	
<i>Денис Володимирович Зайцев, Андрій Вячеславович Чеканов</i>	94

Секція 3. Система технічного обслуговування і ремонту озброєння та військової техніки та шляхи її удосконалення

1. АСПЕКТИ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД ДЕСТРУКТИВНОГО ВПЛИВУ КРИЛАТИХ РАКЕТ	
<i>Георгій Михайлович Дементіюк, Максим Миколайович Ясечко</i>	96
2. ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА УГРУПУВАНЬ ВІЙСЬК ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК	
<i>Олександр Васильович Кулешов, Олексій Володимирович Коломійцев, Сергій Іванович Клівець, Тетяна Василівна Кулешова</i>	99
3. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ АНТЕННО-ФІДЕРНИХ СИСТЕМ БОРТОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ	
<i>Андрій Олександрович Красноруцький, Іван Васильович Казьміров, Микита Вікторович Кушнір</i>	102
4. РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ КРИТИЧНОГО РЕЖИМУ ПОЛЬОТУ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА	
<i>Роман Вікторович Василенко, Валерія Віталіївна Бойко</i>	104
5. РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ВЕРТИКАЛІ ТА КУРСУ МАНЕВРЕНОГО ПОВІТРЯНОГО СУДНА З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ	
<i>Роман Вікторович Василенко, Анастасія Іванівна Вершигора</i>	107
6. ПОКРАЩЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИВНИКОМ УДАРНИХ ДРОНІВ ТА КРИЛАТИХ РАКЕТ	
<i>Віталій Віталійович Бондар</i>	109
7. СТВОРЕННЯ НОВИХ ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ З БОМБАРДУВАЛЬНОЮ АВІАЦІЮ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПІЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ	
<i>Микола Григорович Домненко</i>	112
8. РОЗРОБКА СПЕЦІАЛЬНОГО БОЄПРИПАСУ СТВОЛЬНОЇ АРТИЛЕРІЇ ДЛЯ ПОДОЛАННЯ КОМПЛЕКСУ АКТИВНОГО ТА ДИНАМІЧНОГО ЗАХИСТУ ТАНКІВ	
<i>Микола Григорович Домненко</i>	114
9. ОЦІНКА РІВНЯ ОСНАЩЕНОСТІ СУЧАСНИМИ ЗРАЗКАМИ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІДРОЗДІЛІВ ТА ЧАСТИН НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ	
<i>Ярослав Володимирович Павлов</i>	117
10. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ПРИКРИТТЯ ВІЙСЬК	
<i>Сергій Васильович Орехов, Тимур Валерійович Малиношевський</i>	122
11. РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО УТЕПЛЕНЮ БЛІНДАЖА	
<i>Павло Якович Бондаренко, Віталій Вікторович Мартиненко</i>	126
12. ПРОПОЗИЦІЇ ОСНАЩЕННЯ РУХОМИХ РЕМОНТНИХ МАЙСТЕРЕНЬ ДІАГНОСТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ	
<i>Олег Ігорович Смагін, Сергій Олександрович Павленко, Богдан Максимович Павленко</i>	128
13. ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД	
<i>Андрій Вікторович Колесник</i>	131

14. АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РЕТРОДИРЕКТИВНОЇ АНТЕНИ В ХИБНИХ ЦІЛЯХ ДЛЯ МАСКУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН <i>Станіслав Михайлович Каратєєв, Олександр Володимирович Фесенко, Олександр Сергійович Шишкін.....</i>	<i>133</i>
15. ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ <i>Юрій Сергійович Шетеля, Ігор Ярославович Загоруйко.....</i>	<i>136</i>
16. ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ АГРЕГАТІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЗАСТОСУВАННЯМ ІОННО-ПЛАЗМОВИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ <i>Сергій Анатолійович Пleshунов, Роман Миколайович Джус, Сергій Володимирович Резніков....</i>	<i>139</i>
17. ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛЬОТІВ <i>Володимир Ігорович Жирун, Володимир Іванович Рубльов.....</i>	<i>142</i>
18. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАВАЧА СТАНЦІЇ АКТИВНИХ ЗАВАД Л-203Б ЛІТАКА МІГ-29 <i>Валентин Вікторович Жук, Василь В'ячеславович Корепанов, Микола Миколайович Дігтярь, Анастасія Геннадіївна Козлова.....</i>	<i>145</i>
19. МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КРИТИЧНИХ МІСЦЬ КОНСТРУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АЕРОПРУЖНОСТІ ТА БОРТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ <i>Володимир Жоржевич Яценюк, Володимир Михайлович Онищенко.....</i>	<i>147</i>
20. ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ АГРЕГАТІВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЗАСТОСУВАННЯМ ІОННО-ПЛАЗМОВИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ <i>Сергій Анатолійович Пleshунов, Роман Миколайович Джус, Сергій Володимирович Резніков..</i>	<i>150</i>
21. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ <i>Микола Юрійович Миронюк, Олексій Олексійович Майстров, Павло Вікторович Опенько, Сергій Михайлович Базіло.....</i>	<i>153</i>

UDC 355.5

Anatolii Shyian

MODELS AND METHODS OF DISTRIBUTED HIERARCHICAL CONTROL IMPLEMENTATION FOR AUTONOMOUS DRONE SWARM ON THE BATTLEFIELD

Abstract. Control of a drone swarm as a unity requires decentralization and hierarchy. Decentralizing control of drone swarm is necessary to free the human-operator from having to constantly control the behavior of the drones within the swarm. Hierarchical control of a drone swarm is necessary so that human-operator can adjust the activity of the swarm as a unity. The following separate roles have been identified for the implementation of decentralized hierarchical control of swarm activity: the activity of a separate drone, the activity of a drone-coordinator, and the activity of human-operator. The control hierarchy consists of a human-operator who controls the change in the behavior of the drone-coordinator. The drone-coordinator controls the changes in the programmed behavior of individual drones. This approach is an analog of the management of human-workers who perform assigned work, that opens up several possibilities. First, it is possible to use formal models of performance people's behavior in social teams. Second, formal models can be used for decision-making and optimization for controlling a drone-coordinator in a swarm. Thirdly, computer modeling can be applied to the behavior of a drone swarm, which will allow choosing the optimal behavior of the swarm for different conditions of its activity.

Keywords: drone swarm, autonomous, battlefield, control, distribute, hierarchy, modeling.

Introduction.

Today, the world has accumulated a lot of experience in using drones in various situations. However, this experience is usually limited to either the control of the drone/drones by a human operator, or the use of drones in automatic mode. This next stage is the transition to social systems that will consist of people and drones. At the same time, they will perform a joint task. However, the formation of such systems requires new approaches, especially to the organization of management of joint activities. One of the main challenges is that it is necessary to develop new approaches to modeling the distribution of control for drone swarms. First, many individual elements of drone behavior must be performed individually. Secondly, drones must perform a large array of behaviors together, as part of a single swarm. Thirdly, it is important to manage the communication between humans and drones for such a social system aimed at the joint achievement of goals.

Concept.

There are two main approaches to modeling drone swarm behavior. In detail see [1].

The first approach is based on the fact that existing drones need to be combined into a single structure. Today each drone, as a rule, are either controlled by a person or has uniquely programmed behavior (and therefore highly specialized). As a result, the behavior of a drone swarm, in the final case, will be defined as the control of one or several drones by a person. The other drones in the swarm mimic (in one sense or another) the behavior of the human-controlled drones. As a result, the majority of the swarm should consist of drones that are arranged in the same way, and that have practically unambiguous behavior. All this significantly reduces the stability of the swarm's adaptation to the changing environment.

The second approach is based on the fact that drones should form a certain "social system". Here, each of the drones can show a kind of "personality", that is, show unique behavior and have unique capabilities. In such a "social swarm of drones," there can be a "leader" (ringleader, superintendent, coordinator, etc.), who directs the behavior of the entire swarm. But even when fulfilling a joint goal, individual drones in a swarm show a certain level of individual behavior and carry out their adaptation to the changing environment. At the same time, the stability and adaptive properties of the swarm will be sufficiently high. The predictability of the behavior of an individual drone in a flock under these conditions sharply decreases.

Below will be considered one of the possible options for implementing the second approach. At the same time, the swarm will have a drone-coordinator (thus the swarm will have a hierarchical structure). Its task is to manage the methods and technologies of achieving a given goal, set before the swarm as a single entity. The behavior of an individual drone will have individual features that will distinguish one drone from another. This makes it possible to also create drone swarms, which differ from each other in methods, technologies, and tools for the manifestation of their activity. Such a swarm can perform tasks in autonomous (offline) mode. The human-operator will influence only the drone-coordinator, and during the operation only in exceptional cases.

Note. This organization of control of swarm behavior corresponds to the management of human teams. They consist of workers who perform simple work. As a rule, a human worker is taught to perform a certain set of simple actions for a long enough time. It is the simple and “programmed” actions of people today that are increasingly becoming automated. But each team has a person who performs the functions of managing workers and works. This person is focused on management functions, that is, his activity is to make decisions and adjust, and change the program of activities for individual people. This person coordinates the activities/behavior of the workers in such a way that the goal of the joint activity is achieved as a result. Examples include an officer/sergeant in the military or a lower-level manager in an industry or enterprise. This is distributed and hierarchically organized management.

The article will consider the behavior of the swarm directly during the operation. Getting the swarm to the location of the operation is a fairly obvious task (however, some aspects of this will be discussed below).

Algorithm for modeling the behavior of a droneswarm.

The algorithm for choosing the optimal behavior of a drone swarm can be specified in the following stages.

1. The geographical relief of the place of operation is specified and a set of targets for the manifestation of drone activity is determined.
2. The method of forming a drone swarm is specified. It is formed from drones that are capable of performing a given activity for a given set of targets (which have the necessary set of tools for this).
3. The path (trajectory) is set for 1) the formation of the swarm (because not all the necessary drones can be in one place) and 2) the swarm movement to the operation area. During the swarm movement to the operation area, the requirements for the “trajectory tubes” for each of the drones can be weakened (for example, practically straight lines).
4. A set of operation execution scenarios is specified. It takes into account geographical features and the specificity of the behavior of targets and possible obstacles. The possibility of damage and loss of a certain number of drones is also taken into account.
5. According to the set of scenarios, corresponding sets of “trajectory tubes” are formed for each of the drones at each stage of the scenario execution.
6. According to points 3-6, a coding system is formed for possible variants of the behavior of each of the drones.
7. Taking into account 3-6, a set of operation execution scenarios is structured. Including, a tree of possible solutions is formed (in the sweep of the operation in time) for changing the scenarios, using fragments of different scenarios.
8. Considering 3-6, codes are created for the formed set of scenarios and a tree of possible decisions (behavior) for the drone-coordinator, which will make decisions regarding the control of the behavior of each of the drones in the swarm.
9. A set of possible behavior of the targets and a set of obstacles is specified, taking into account their geographical reference and deployment in time.
10. Computer simulation of the operation is carried out. The parameters by which the results are optimized are as follows (the list is not exhaustive):
 - 1) swarm drift trajectories and speeds;
 - 2) characteristics of “trajectory tubes” for each of the drones (including different probabilities for stochastic manifestations);
 - 3) characteristics of targets and obstacles;
 - 4) mission performance characteristics (for example, number of successful drone activity results, drone damage, number of lost drones, changes in target characteristics as a result of swarm activity, etc.).

11. The optimal option (variant) is selected and the drones in the swarm and the drone-coordinator are programmed.

12. A series of natural (field) experiments is carried out.

13. Client massively multiplayer online games in real-time (for example, World of Tanks, massively multiplayer online role-playing games, massively multiplayer online first-person shooters, etc.) can be used as field (natural) experiments too.

14. Taking into account the results of field experiments, points 1-13 may be repeated. In such computer simulations (especially with the participation of real people-players), a database is created regarding possible choices of geographic references and target reactions, operational obstacles, etc.).

15. The database of the results of computer simulations (supplemented by the description of real field experiments) can be used to optimize both the behavior of individual drones during the operation (as well as to form requests for their modernization) and to train for drone-coordinator. Tournaments can also be used as drone-coordinator training, where one/several drone-coordinator is pitted against another drone-coordinator (one or several). This allows us to determine the best programs for a set of drone-coordinator.

A detailed description of the algorithms for the computer simulation of the behavior of the drone swarm during the operation will be determined by the purpose of the operation.

Conclusion.

Effective control of a drone swarm must be decentralized and hierarchical. At the same time, communication between the swarm and the human-operator should be reduced to the necessary minimum. As a result, part of the decision-making should be transferred directly to the swarm. In other words, tasking decision-making for the swarm should be decentralized between the human and the drone(s). Control of the swarm under these conditions must be carried out by a special drone (drone-coordinator). It must make decisions in typical situations and control other drones in the swarm. The drone-coordinator will communicate with the human-operator only in cases that go beyond the typical. Thus, control in the swarm will be carried out according to the hierarchical principle too.

Thus, it is possible to distinguish the following separate roles for the implementation of decentralized hierarchical control of the swarm activity: the activity of a separate drone, the activity of a drone-coordinator, and the activity of a human-operator. This approach allows us to consider the control of a drone swarm as analogous to the management of human workers who perform their assigned work.

This opens up several important possibilities. First, it is possible to use methods of formalizing the behavior of people in social teams. For example, at the level of formal models for their functional duties. Second, formal models can be used for decision-making and optimization for the drone-coordinator control in a swarm. Thirdly, a computer simulation can be applied to the behavior of a drone swarm, which will allow choosing the optimal behavior of the swarm for different conditions of its activity.

An important fact is that there will be no training phase for drone swarms, unlike human teams. For human teams, it is this stage that is often the limiting factor for learning to be passed experiences. In the case of drones, all the gained experience is loaded into drones already at the level of their manufacture.

The most obvious analogy between a swarm of drones and a team of people is manifested at the level of lower-level military groups (branch, platoon, etc.).

References.

1. Shiyani (Shyian), Anatoliy A. (Anatolii), Approach to Conception and Modeling for Distributed Hierarchical Control for Autonomous Drone Swarm (September 12, 2023). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4569538> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4569538>. 18 p.

Anatolii Shyian, Associate Professor, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor in Department of Management and Security of Information Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine. anatoliy.a.shyian@gmail.com.

УДК358.42:629.73]:316.48:355.48

С. І. Корсунов, М. І. Оборонов

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ ПІДРОЗДІЛІВ ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ ЗАГАЛЬНОВІЙСЬКОВОГО ПІДРОЗДІЛУ З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ЛОКАЛЬНИХ ВІЙН І КОНФЛІКТІВ

Анотація. Застосування засобів повітряного нападу (ЗПН) у війнах і конфліктах останніх десятиліть підтвердили гіпотезу про те, що найбільша загроза на полі бою надходить з повітря. Тому задача прикриття військ в сучасних умовах актуальною. Разом з цим, значна кількість втрат озброєння та військової техніки (ОВТ) у ході російсько-української війни була отримана від артилерії та мінно-вибухових загороджень.

Отже питання підвищення живучості підрозділів протиповітряної оборони (ППО) на полі бою потребують негайного вирішення.

Ключові слова: живучість, засоби повітряного нападу, безпілотний літальний апарат, локальний конфлікт.

Abstract. Applications of facilities of air attack in wars and conflicts of the last decades confirmed a hypothesis that a most threat on a battle-field comes from air. Therefore a task of protection of troops in modern terms is actual. Together with it, the far of losses of armament and military technique during Russian-Ukrainian war was got from an artillery and mine-explosive barrages. To Tom, the task of increase to vitality of subdivisions of air defense on a battle-field needs immediate permission.

Keywords: survivability, means of air attack, unmanned aerial vehicle, local conflict.

Вступ. На думку багатьох експертів відбувається революція у военній справі, яка змінює традиційні погляди на ведення бойових дій. Характерним є напружене протиборство ЗПН і ППО, хід і результат бою залежать від створених угруповань і злагодженості дій. Застосування військ у збройних конфліктах, включно зі збройною агресією росії проти України суттєво відрізняються від попередніх концепцій ведення бою. А застосування противником потужних артилерійських і авіаційних засобів ураження, практично без обмеження боєкомплекту, призвело до значного збільшення втрат ОВТ від бойових пошкоджень.

Результати досліджень. Аналіз втрат ОВТ у збройних конфліктах в Іраку, Югославії, Чечні вказує на недостатній рівень броні захисту ОВТ, що приводило до пробивання броні БМП, БТР, БРДМ, МТЛБ, ЗСУ та інших легко броньованих машин. А відео з лінії бойового зіткнення російсько-української війни 2022-2023 рр. свідчать, що сучасні протитанкові та артилерійські боєприпаси стали настільки потужними, що у результаті влучання з легкістю відривається башта сучасного російського танка Т-90М «Прорив». Ефективним засобом ураження бронетехніки стали ручні протитанкові гранатомети. Внаслідок їх застосування зазнали безповоротних втрат 24% БМП і 26% БТР. Але, аналіз показав, що найнебезпечнішим засобом ураження бронетехніки у названих конфліктах стали міни та фугаси. Досвід ведення бойових дій в Афганістані свідчить, що безповоротні втрати 63% БМП і 57% БТР зумовлені підривами на мінах і фугасах. Слід зазначити, що подальші збройні конфлікти та досвід боротьби з незаконними збройними формуваннями підтвердили наведену статистику.

В Україні перед військами і населенням постала складна проблема - міни, яких потенційно сотні тисяч, розкиданих на дорогах, закопаних в полях і прихованих у зруйнованих містах. Найбільш поширеними є старі міни, які раніше вироблялись мільйонами і заповнювали арсенали обох армій. Єй новітні, які можуть реагувати на рух і знищувати транспортні засоби на відстані сотень метрів, але їх кількість значно менша. Міни стали складною перешкодою для українських підрозділів, вони сповільнили наступальні дії, пошкоджують і знищують бронетехніку. Для подолання мінних полів у Запорізькій і Донецькій областях необхідні масштабні військово-інженерні операції, які є дуже складними. Через це українські сили змушені просуватися стримано, атакуючи російську артилерією, не даючи їм можливості вести обстріли і, у разі успішних дій, переходити в наступ, використовуючи для розмінування лінійні заряди та

бронемашини з плугами. Інженерні підрозділи використовують різні методи знешкодження мін. Їх робота титанічна і, навіть після того, як українські військові прочищають смуги через мінні поля та відвоюють територію, ризик для цивільного населення залишиться.

Генерал-майор австралійської армії у відставці Мік Раян характеризує замінованість української території: «Під час війни в Перській затоці 1991 року армія США в Іраку прорвала оборонні смуги, які мали глибину від 2 до 5 кілометрів, з десятками тисяч мін на кожному мінному полі». «Те, що росіяни зробили на півдні, може бути схоже... ми говоримо про сотні тисяч мін, як мінімум». Реальний рівень засмічення мінами можна бачити там, де Україна відвоювала територію. В колись окупованих містах в Київській, Сумській, Чернігівській, Миколаївській та Харківській областях знайдено дуже багато мін, особливо протипіхотних.

За таких умов коли будь-якому підрозділу на полі бою можуть бути завдані безповоротні втрати, питання підвищення їх живучості, а отже, забезпечення захищеності його ОВТ залишається актуальним завданням за умови постійного удосконалення засобів їх ураження. Існуючий рівень бронезахисту, у зв'язку з підвищенням уражаючої здатності боєприпасів, вже не може у повній мірі забезпечити вимоги щодо захищеності особового складу обслуг.

Живучість підрозділу ППО – його здатність зберігати чи швидко відновлювати свою боєздатність при вогневому впливі противника, визначається конструктивними особливостями елементів комплексів, їх розміщенням на місцевості, можливістю автономної бойової роботи, веденням вогню на самооборону, мобільністю. Тактичним показником живучості є середня кількість проведених підрозділом стрільб по цілях (кількість збитих ЗПН) до виводу із ладу ЗРК (ЗАК) противником. З досвіду локальних війн і збройних конфліктів відомо, що ЗРК (ЗАК) знищують до моменту витрати ним одного боєкомплекту ракет (боєприпасів). Іншими словами живучість підрозділу ППО – це здатність зберігати та поповнювати свої бойові можливості і виконувати поставлені бойові завдання в умовах вогневого ураження противника. Отже, підрозділи ППО не виконують своє завдання, не забезпечивши своєї живучості.

Живучість підрозділу ППО забезпечується технічними та тактичними заходами. До технічних заходів відносять заходи, що виконуються на етапі розробки і виготовлення комплексу.

Одним з варіантів підвищення захищеності ОВТ є встановлення додаткового бронювання і решітчастих екранів, але це приведе до зростання ваги і породить низку проблем, які не завжди вдасться вирішити. Може бути втрачена плавучість, зросте навантаження на ходову частину і силову установку, що призведе до їх передчасного виходу з ладу.

З теорії тактики відомо, що до тактичних заходів забезпечення живучості відносять: раціональний вибір бойових порядків; вміле використання рельєфу місцевості; інженерне обладнання позицій, вміле їх маскування; своєчасна зміна бойових позицій; обладнання хибних позицій; забезпечення прихованості роботи радіоелектронних засобів зенітних комплексів. Важливу роль може відіграти мистецтво командира вміло використовувати наявні можливості і запобігати ситуаціям, коли противник матиме перевагу. З іншого боку, екіпаж має усвідомлювати можливість уникнути ураження машини за рахунок маневру, використання місцевості або перешкод, не давати противнику можливість використати “слабкі” місця.

Доцільним у таких умовах є продуманий комплекс заходів, який сприятиме підвищенню живучості. Для цього пропонується:

- утримувати вогневі підрозділи у місцях очікування. Віддалення цих місць від стартових (вогневих) позицій має обмежуватись потрібним часом зайняття та приведення підрозділів у готовність до відбиття удару повітряного противника. Він має бути меншим, ніж підлітний час повітряного противника;

- при прикритті військ створювати групи з засобів ППО змішаного складу (маневрено-вогневі групи). Виконання цієї рекомендації дасть змогу компенсувати “особливості” і “слабкі” сторони одних зразків озброєння “сильними” властивостями інших;

- з штатних підрозділів технічного забезпечення за кількістю вогневих підрозділів створити ремонтні та ремонтно-евакуаційні групи, які розташувати на відстані до 3-4 кілометрів від позицій вогневих підрозділів. Виконання вказаних рекомендацій сприятиме поліпшенню відновленню працездатного стану ОВТ;

- обмежити використання мобільного зв'язку, GPS-пристроїв на позиціях та у місцях базування, суворо контролювати дотримання встановлених обмежень;

- “наситити” передній край засобами радіоелектронної боротьби, які будуть прицільно ставити перешкоди засобам ураження противника та придушувати його канали управління;
- включати РЛС (зенітні комплекси) на короткий час;
- тренувати розрахунки у здійсненні прихованого маневру на запасні позиції та стрільбу „із засад”, супроводжуючи їх маскуванням димами для виходу з-під можливого удару повітряного противника;
- ретельне маскування місць очікування та позицій з використанням штатних табельних засобів та природних властивостей місцевості, маскування шляхів під’їзду до місць очікування;
- при підготовці району бойових дій проводити інженерне обладнання стартових (вогневих) позицій створенням окопів і перекритих щілин для особового складу, довжиною не менше трьох метрів та сховищ (укриттів) для боєприпасів;
- контролювати достовірність маскування власними засобами, виключити маскування позицій для „краси”: різнобарвний бруствер покривають зеленим дерном, з іншої місцевості;
- маскування радіо - і тепловипромінювальних об’єктів спеціальними засобами (екранами). Накриття техніки штатними чохлами, поверх яких використовувати маскувальні комплекти, а верхнім шаром - гілля та листя;
- проводити комплексне маскування позицій і введення противника в оману;
- створювати хибні позиції за єдиним замислом командира дивізіону з імітацією життєдіяльності на них. Обов’язково використовувати маскувальні сітки, маски, каталізаторні та мікрохвильові печі, підпалені автопокришки, одягнені у військову форму манекени, макети ОВТ по 1-2 (і більше) на одиницю озброєння. Мати штатні, промислово виготовлені, пристрої імітації роботи двигунів і кутові відбивачі, каркаси з тентами на яких надруковано верх бойової машини, елементи пошкодженого озброєння, тощо;
- розвивати способи збереження живучості засобів ППО в умовах радіоелектронних завад і вогневого впливу противника, цілеспрямовано навчати розрахунки діям і тренувати їх.

Висновки. Запропоновані пропозиції, у разі їх продуманого використання, сприятимуть підвищенню живучості підрозділів ППО Сухопутних військ. Отримані результати підтверджують, що її можна значно підвищити у разі комплексного використання сил і засобів у поєднанні з продуманими тактичними прийомами та організаційно-технічними заходами. Вище описані та інші заходи слід аналізувати та використовувати у ході бойової підготовки та злагодження підрозділів, тренувати на навчаннях і творчо застосовувати у бойовій обстановці.

Список використаних джерел:

1. Титаренко О. Б., Місюра О. М., Тристан А. В. Обґрунтування шляхів підвищення живучості систем зенітного ракетного прикриття при відбитті удару ЗПН противника. Системи озброєння і військова техніка. 2014. № 1(37). С. 76-80.
2. Неупокоев Ф.К. Противоздушный бой. Москва : Воениздат, 1989. 262 с.
3. Васильев Г. Завершающий этап в операции “Буря в пустыне” // Зарубежное военное обозрение. – 1991. – № 6. – С. 3-13.
4. Ланецький Б.Н., Лукьянчук В.В., Лисовенко В.В., Николаев И.М. Методический подход к обоснованию требований к выживаемости зенитных ракетных комплексов в условиях огневого противодействия противника. // Харьков. – Наука і техніка ПС ЗС України. –2014. – №2(15). – с. 93-97.

Корсунов Сергій Іванович, доцент кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Кожедуба, Харків, slkd@ukr.net.

Оборонов Микола Іванович, старший викладач кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Кожедуба, Харків, korzina@ukr.net.

Korsunov Serhii I., Docent of the Department of Defense Police Tactics SB of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, slkd@ukr.net.

Oboronov Mykola I., Senior Instructor of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, korzina@ukr.net.

УДК 355.02. 355.4. 327.1

В. Є. Мякшин, А. С. Шилкін, Ю. В. Колошко

ВПЛИВ НОВІТНЬОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ НА ГЕОПОЛІТИЧНІ ВІДНОСИНИ ТА МІЖНАРОДНУ БЕЗПЕКУ В ЗВ'ЯЗКУ ВТОРГНЕННЯМ РОСІЇ В УКРАЇНУ

***Анотація:** У даній роботі розглянуто вплив новітньої військової техніки на геополітичні відносини та міжнародну безпеку, на прикладі вторгнення росії в Україну. Зосереджено увагу на використанні сучасних військових технологій, таких як бойові дрони, кібервійна, безпілотники і системи радіоелектронної боротьби. Робота висвітлює зміни військових стратегій і тактик, можливу реакцію міжнародної спільноти та геополітичну динаміку, а також можливі наслідки використання сучасної військової техніки на міжнародному та регіональному рівнях.*

Ключові слова: військова техніка, геополітика, міжнародна безпека, бойові дрони, безпілотники.

Вплив новітньої військової техніки на геополітичні відносини та міжнародну безпеку стає все більш важливим у контексті подій, які мають місце у зв'язку з вторгненням росії в Україну. Російська агресія в Україні відбулася в контексті широкомасштабного застосування сучасних військових технологій і зброї, таких як бойові дрони, кібервійна, безпілотники, а також вдосконалені системи радіоелектронної боротьби. Отже використання новітньої військової техніки впливає на геополітичну динаміку, стабільність регіону та міжнародну безпеку [1].

Росія використовує новітню військову техніку, таку як безпілотні літальні апарати, кіберзброя, високоточні ракетні системи та інші нововведення. Це робить конфлікт більш смертоносним і комплексним, спонукаючи інші країни до зростання захисних зусиль і модернізації своїх збройних сил.

Новітня військова техніка змінює військові стратегії та тактики. Здатність ведення гібридної війни, включаючи дезінформацію та кібератаки, стає більш важливою для сучасних конфліктів.

Використання новітньої техніки може викликати реакцію міжнародної спільноти. Санкції, обмеження військового співробітництва та інші заходи можуть бути запроваджені проти країни, яка порушує міжнародний правопорядок.

Завдяки поширенню новітньої військової техніки може відбуватися збройна гонка між країнами. Це може призвести до зростання напруги та загострення геополітичних конфліктів.

Використання новітньої військової техніки може вплинути на баланс сил у регіоні та світі. Це може змінити динаміку міжнародних відносин та призвести до перегляду стратегій безпеки країн. Використання сучасної військової техніки може призвести до серйозних гуманітарних криз, включаючи втрати серед цивільного населення та руйнування інфраструктури [2].

У контексті конфлікту в Україні новітня військова техніка грає значущу роль у визначенні характеру конфлікту та міжнародних реакцій на нього. Для забезпечення міжнародної безпеки та стабільності важливо розвивати діалог, дипломатію та дієві міжнародні механізми для вирішення конфліктів та зменшення можливих загроз.

Список використаних джерел

1. Cohen, E. (2019). The Big Squeeze: How Putin's War in Ukraine Is Starting to Hurt Russia. The Atlantic.
2. International Institute for Strategic Studies. (2020). The Military Balance 2020. Routledge.

Мякшин Володимир Євгенович – здобувач вищої освіти (бакалавр),
Національний університет цивільного захисту України, м. Харків,
mega_valeriya1401@ukr.net

Шилкін Андрій Сергійович – здобувач вищої освіти (бакалавр), Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, mega_valeriya1401@ukr.net

Колошко Ювіта Вікторівна – викладачка кафедри охорони праці та техногенно-екологічної безпеки, Національний університет цивільного захисту України, м Харків, yuvita.75@ukr.net

Myakshyn Volodymyr Yevhenovych – applicant for higher education (bachelor'sdegree), National University of civil defence of Ukraine, city. Kharkiv, mega_valeriya1401@ukr.net

Shylkin Andrii Sergiyovich – applicant for higher education (bachelor'sdegree), National University of civil defence of Ukraine, city. Kharkiv, mega_valeriya1401@ukr.net

Koloshko Yuvita Viktorivna – Lecturer of the Department of Labor Protection and Technogenic and Environmental Safety, National University of civil defence of Ukraine, city. Kharkiv, yuvita.75@ukr.net

UDC 623.462.124 (465.75)

M. V. Serhieiev, D. V. Rybalko

SIMULATION MODEL IN THE CONTEXT OF DISTANCE LEARNING

Анотація. У час ведення повномасштабної війни з російською федерацією насущним є питання щодовідбиття ударів засобів повітряного нападу противника. Одним з найважливіших етапів відбиття ударів засобів повітряного нападу противника є підготовка номерів розрахунків бойових машин. Проведені дослідження дозволили сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо використання імітаційних моделей та різного програмного забезпечення для навчання та підготовки номерів розрахунків бойових машин.

Ключові слова: засоби повітряного нападу, імітаційна модель, номери розрахунків, програмне забезпечення, підготовка, дистанційне навчання.

In a full-scale war with the russian federation, the issue of repelling enemy air strikes became a very important problem. One of the most important stages in repelling enemy air strikes is the preparation of combat vehicle crew members. The research made it possible to formulate scientifically based recommendations on the use of simulation models and various software for training and preparation of combat vehicle crew numbers.

Keywords: air attack means, simulation model, crew members, software, training, distance learning.

Today, an important scientific and applied task needs to be addressed - the implementation of an effective programme of training and preparation of combat vehicle crews to acquire the necessary theoretical and practical skills in repelling air attacks by various enemy air assets.

In the russian-Ukrainian war, the Russian Federation is using the full range of air attack capabilities available to it: from small «FPV» drones, «Lancet» and «Shahed» attack drones to cruise missiles with optoelectronic (X-59), inertial (X-55, X-101), radar (X-22), and satellite («Kalibr», «Kinzhal») guidance methods, and some missiles use several guidance methods simultaneously (X-555).

Ukraine's Western allies and partner countries provide a large number of different air defence systems to our country to repel enemy air strikes, but it is not enough to just provide a particular air defence system. An important stage is the training of personnel to work with different types of weapons. To this end, a huge training and education programme has been and is being deployed in Ukraine and abroad.

Firstly, we must analyse the components of the training programmes for combat vehicle crew members and other personnel. Any training or education cannot take place without the availability of trainees, materials and technical resources and a well-prepared training plan. Having analysed this, we can conclude that at this stage of the war, Ukraine does not suffer from a shortage of personnel, and thanks to a professional approach, well-prepared and meaningful educational programmes and training plans that suit the current realities of warfare have been developed. A serious problem arises in providing an adequate amount of materials and technical resources, fuel and lubricants, especially serviceable and operational weapons and military equipment.

Priority in the providing of weapons and military equipment is given to combat units performing combat missions both on the front line and throughout Ukraine. Consequently, for the education and training of personnel, the much-needed material and technical base is usually not available or is available in single units, which only puts a strain on the weapons and military equipment itself, as well as on the personnel undergoing training and the teaching staff.

The question of preserving the lives and health of personnel is crucial, and as long as the enemy has the capability to strike deep into the territory of Ukraine, the concentration of military personnel who have been gathered in one place for training or education, especially on modern weapon samples, is a priority target for the enemy. Therefore, the availability of this software on simulation models will

also be very useful as a form of remote training for personnel to avoid concentration and the creation of threats to their lives and health.

The software serves as a trainer or simulator that simulates the operation of a specific weapon model, such as the self-propelled anti-aircraft gun «Gepard». In other words, the program includes blocks and specific elements of the system used in combat operations on this weapon model. This allows the personnel undergoing training to memorize the material and technical base of the weapon model on which they are training, as well as the processes occurring during combat operations.

Thus, the result of the current work on creation such a simulation model of the self-propelled anti-aircraft gun «Gepard» is a software complex trainer (Figure 1 and Figure 2), which already provides certain training and preparation capabilities for the crew members on this weapon model.



Figure 1 - The main screen of the software complex trainer

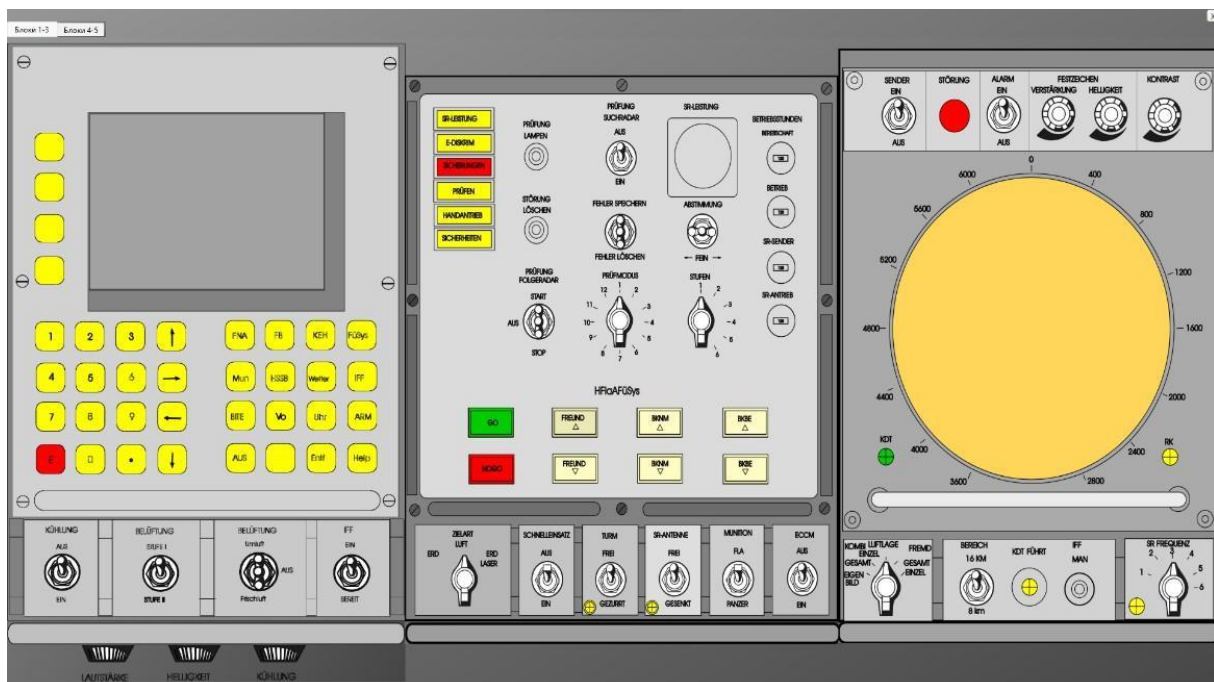


Figure 2 - Operating mode «Training» of the software complex trainer

Conclusion:

The creation and development of software and simulation models for essential weapon samples and military equipment for distance learning and personnel training have proven to be crucial in the contemporary context of a full-scale war with the Russian Federation. The availability of a wide range of software simulating the operation of various air defence systems will contribute to a more effective training of personnel, assisting military personnel in mastering educational material, and reducing the strain on material-technical resources without the need for fuel and lubricants. The concentration of military personnel gathered in one place for training or preparation, especially on modern weapon samples, is a priority target for the enemy. Therefore, the presence of this software on simulation models will also be useful as a form of distance learning for personnel to avoid concentration and the creation of threats to their lives and health.

List of references:

1. Iasechko, M., Iasechko, S., Smyrnova, I. Aspectos pedagógicos do autodesenvolvimento de alunos de educação a distância na Ucrânia. // Laplage Em Revista. — 2021. — № 7(Extra-B). — P. 316–323.
2. Iasechko, M., Kharlamov, M., Skrypchuk, H., Fadyeyeva, K., Gontarenko, L., Sviatnaia, O. Artificial Intelligence As A Technology Of The Future At The Present Stage Of Development Of Society. // Laplage Em Revista. — 2021. — № 7(Extra-D). — P. 391–397.
3. Plummer D. C., David W. Cearley, David Mitchell Smith. Cloud Computing Confusion Leads to Opportunity. // Gartner Group. — 2008. — Report № G00159034. — P. 2–3.
4. Perraton, H. A. Theory for distance education. Distance education: International perspectives. // Routledge. — 1988. — P. 34–45.
5. Chykalova, M., Yukhno, H. Specific features of the educational process in the conditions of full-scale warfare. // Ukrainian educational journal. — 2023. — №3. — P. 13–22.

***Сергеев Микола Валерійович*, здобувач вищої освіти другого рівня, слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, nickserhieievuk@gmail.com**

***Рибалко Дмитро В'ячеславович*, спеціаліст, старший викладач кафедри бойового застосування озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, rybalkodmitrij85@gmail.com**

***Serhieiev Mykola*, Master`s Degree candidate, Listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, nickserhieievuk@gmail.com**

***Rybalko Dmytro*, specialist, senior university lecturer at the department of Combat Use of Air Defense Weapons of the Army, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, rybalkodmitrij85@gmail.com**

УДК: 316.46

В. В. Любич, М. Г. Домненко, І. В. Віщун

ЛІДЕРСТВО. СУЧАСНІ АСПЕКТИ ЛІДЕРСТВА ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ЗА СТАНДАРТАМИ НАТО

***Анотація.** Військові лідери за рисами свого характеру своїм особистим прикладом ведуть і постійно виступають у ролі взірця через свою безперервну діяльність, спрямовану на навчання і розвиток та професійне зростання. Вони досягають досконалості, коли їх підлеглі дисципліновано виконують свій військовий обов'язок, реалізують поставлені завдання, керуються існуючим військовими цінностями та традиціями, відчують в собі здатність виконати будь-яку місію, одночасно вдосконалюючи свою організацію і зосереджуючись на виконанні поставлених завдань.*

Ключові слова: Лідерство, військовий лідер, офіцер, сержант, концепція.

***Annotation.** Military leaders, by virtue of their character, lead by example and constantly act as participants through their continuous activities aimed at learning and development and professional growth. They achieve excellence when they are subordinated to use their military duty in a disciplined manner, implement assigned tasks, are guided by existing military values and traditions, feel in themselves the ability to perform any mission, while improving their organization and focusing on the performance of assigned tasks.*

Keywords: Leadership, military leader, officer, sergeant, concept.

Професійні військовослужбовці – це запорука міцності армії держави. Саме військові повинні приймати на себе виклики, пов'язані з обороною своєї країни та під час виникнення ситуацій техногенного та надзвичайного характеру. Саме тому, військовослужбовці повинні мати та постійно розвивати в собі лідерські якості.

У відповідності до Доктрини розвитку військового лідерства у Збройних Силах України, військове лідерство є цілеспрямованим впливом військовослужбовців різних категорій у повсякденній, службовій, навчальній та бойовій діяльності, а також в неупорядкованих (нестандартних, критичних) ситуаціях на особовий склад шляхом підтримання довіри і поваги, надання мети, спрямування на її досягнення, забезпечення дисципліни і мотивації до виконання завдань запризначенням та вдосконалення Збройних сил України як суспільного інституту [1].

Особистість, моральні та етичні якості людини допомагають лідеру визначити, що є правильним, дає йому мотивацію робити те, що належить, незалежно від ситуації та наслідків. Етична свідомість поєднана із військовими цінностями надає лідеру силу приймати правильні рішення за складних обставин. Так як військові лідери прагнуть чинити правильно і надихати інших робити так само, вони повинні стати втіленням цих цінностей.

Зазвичай військовим лідером є військовослужбовець, який має військове звання та є керівником (начальником) для своїх підлеглих. Умовно військове керівництво можна підрозділити на офіцерський та сержантський корпуси.

Офіцери є основою для організації армійського управління, вони командуєть підрозділами, встановлюють порядок і розпоряджаються ресурсами, зважаючи ризики і дбаючи про людей. Вони об'єднують колективні, лідерські і солдатські тренування для досягнення мети армії. Вони служать на усіх рівнях, концентруючись на операціях і результатах підрозділу, впровадженні змін на стратегічному рівні. Офіцери заповнюють командні посади. Командування робить офіцера відповідальним і підзвітним за усе, що досягається під його командуванням, а також за невдачі. Командування – це правовий статус, що отримується через призначення і звання, поширюється через ієрархічну структуру рангів із призначенням або делегуванням достатньої, для виконання поставлених завдань, влади. Офіцер в своїх діях повинен керуватись бажанням забезпечувати динаміку операцій, мати хоробрість відступати, занеобхідності, від наказів, залишаючись в межах командирського задуму, і бути готовим нести відповідальність, звітувати за це. Офіцери можуть у своїх діях покладатися на поради, технічні вміння, зрілість і досвід підлеглих, щоб привести свої накази в дію, проте в будь-якому

випадку, відповідальність за успіх або невдачу завдання лежить на плечах командуючого офіцера.

Сержанти забезпечують щоденну діяльність армійських підрозділів. Армійське командування покладається на сержантів, які здатні виконувати складні тактичні операції, приймати керовані задумом рішення, і які можуть діяти у об'єднаних сценаріях. Вони повинні передавати інформацію отриману від офіцерів своїм підлеглим. Солдати звертаються до своїх сержантів за рішеннями, порадою та натхненням. Солдати можуть краще розуміти сержанта, тому ще сержант теж колись був на їхньому місці. Вони очікують від них ролі буфера, фільтра інформації від офіцерів, і радника, який з дня у день допомагає добиватись результатів. Для того щоб відповідати на виклики сучасного оперативного середовища, сержанти повинні підготовлювати своїх підлеглих до подолання труднощів, і неухильного виконання завдання не залежно від ситуації. Тобто фактично сержант армії – це воїн-лідер із сильним характером, впевнений у будь-якій ролі. Сержанти живуть і працюють із солдатами щодня, тобто це безперервний з точки зору процес підготовки. Перші люди, з якими рекрут стикається після вступу в армію – це сержанти. Сержанти працюють із солдатами, вчать базовим військовим навичкам та демонструють, як поважати старших. Навіть після повного переходу від цивільного до солдата, сержант залишається ключовими безпосередніми лідерами і тренерами індивідуальних та командних навичок у підрозділі. Сержанти виконують також інші ролі – тренера, наставника, радника, комунікатора. Коли молодші офіцери лише приєднуються до армії, сержанти допомагають тренувати, інформувати їх. Коли лейтенант допускає помилку, загартований сержант може вставити своє слово і направити молодого офіцера у вірне русло. Таким чином, забезпечується виконання завдання і безпека солдат, разом із формуванням професійних і особистих зв'язків між офіцером і сержантом заснованих на взаємній довірі і спільній меті. «Прикривати одне одному спину» – це фундаментальний принцип у побудові команди і взаємодії.

За концепцією формування навичок з військового лідерства, основою у формуванні військовослужбовця, як військового лідера є наявність у нього високого інтелектуального рівня.

Інтелект військового лідера опирається на ментальні тенденції та ресурси, що формують концептуальні здібності, які застосовуються для виконання обов'язків. Концептуальні здібності уможливають здорове судження перед прийняттям концепцій та планів. Вони допомагають думати творчо, аналітично, критично, етично, та із чутливістю до культурних особливостей, що дозволяє передбачити як несприятелі, так і задумані наслідки. Так як гравець у шахи намагається передбачити дії опонента на декілька ходів наперед (дія-реакція-контрдія), військові лідери повинні враховувати, яких наслідків вони прагнуть добитись своїми рішеннями. Деякі рішення запустять ланцюгову реакцію. Таким чином, лідери повинні намагатись передбачити наслідки другого і третього порядку. Навіть дії лідерів нижчої ланки, можуть прийняти наслідки більші ніж вони очікують.

Концептуальними компонентами, що впливають на інтелект лідера є:

1. Кмітливість – це гнучкість розуму, схильність передбачати і пристосовуватись до непевних або швидкозмінних ситуацій. Кмітливість важлива для військового лідерства, тому що умілі армії пристосовуються до противника, а не плану. Основою кмітливості є здатність мислити критично, залишаючись відкритим до широкого спектру можливостей, до прийняття самогoprактичного рішення.

2. Розсудливість – дає лідеру можливість формувати раціональну точку зору та приймати розважливі рішення і робити надійні догадки. Розсудливість дуже важлива для успішних військових лідерів і, у значній мірі, вона походить із досвіду.

3. Інновативність – здатність лідера представляти, коли є потреба або можливість, щось зовсім нове. Бути інновативним означає креативність у продукуванні оригінальних, доцільних ідей.

4. Тактовність у спілкуванні – ефективна взаємодія з іншими залежить від розуміння, того, що вони відчувають. Вона також залежить від прийняття своїх та чужих характеру, реакцій, мотивів. Тактовність поєднує ці вміння, разом з усвідомленням різноманітності, проявом самоконтролю, балансу, стабільності у всіх ситуаціях.

5. Компетентність у своїй сфері – вимагає володіння фактами, переконаннями та логічними висновками у багатьох сферах. Тактичні знання є розумінням військової тактики, пов'язаною з досягненням визначеної мети за допомогою військових засобів.

Передовими у якості підготовки та управління військами є країни-члени НАТО. У відповідності до концепції підготовки військових кадрів за стандартами НАТО, основною концепцією в розвитку лідерських якостей командира є концепція «БУТИ-ЗНАТИ-РОБИТИ», згідно з якою військовий лідер повинен мати високий рівень інтелекту, поважний вигляд, високі морально-етичні якості, користуватись повагою у керівників та підлеглих, бути рішучим у своїх діях, для виконання поставленої задачі вищим командуванням. Згідно з цією ж концепцією, всі військовослужбовці є частиною однієї команди, а отже кожен має свої визначені обов'язки невід'ємні від перебування у цій команді.

Військове лідерство починається із того, ким військовий лідер повинен «БУТИ» – тобто визначення тих цінностей та якостей, що формують військовослужбовця як особистість. Фактично це ті внутрішні і визначаючі якості, якими вони володіють завжди. Як визначаючі якості вони створюють ідентичність лідера.

Частина концепції «ЗНАТИ» полягає у наявності у військового лідера знань, які він повинен використовувати у військовому управлінні. Військове лідерство вимагає наявності та постійного підвищення знань про тактику, техніку, структуру організацій, управління ресурсами, поведінку та потреби людей. Знання формують ідентичність лідера та посилені його діями.

Частина концепції «РОБИТИ» полягає у тому, що військові лідери не можуть бути ефективними доки вони не використовують того, що вони знають. Дії військових лідерів, пов'язані з впливом на підлеглих, та наслідки даного впливу для виконання поставленої задачі. Практичні навички управління військового лідера будуть активніше розвиватись, якщо він буде використовувати їх на практиці при проходженні служби на посадах різного рівня.

Військові цінності з підготовки військовослужбовців міцно пов'язують усіх членів армії у братерстві віддане службі народові та державі. Вони стосуються кожного, у будь-якій ситуації, на будь-якій посаді та у будь-якій обстановці. Довіра військовослужбовців один до одного та довіра народу залежать від того, наскільки добре військовослужбовець втілює військові цінності. Згідно з концепцією підготовки військових лідерів країн НАТО, військовослужбовці всіх рівнів повинні сповідувати наступні військові цінності:

1. Відданість (Loyalty) – бути вірним та відданим Державі, її Конституції та Законам, Армії, своєму підрозділу та іншим підрозділам;
2. Обов'язок (Duty) – сумлінно виконувати свої обов'язки;
3. Повага (Respect) – шанобливо ставитись до інших військовослужбовців, цивільних осіб;
4. Самовіддана служба (Selfless service) – вимога ставити добробут Держави, Армії та підлеглих вище за свій добробут;
5. Честь (Honor) – життя військовослужбовця, сповідуючи встановлені військові цінності;
6. Чесність (Integrity) – виконувати свої обов'язки відповідно до законів країни та норм моралі;
7. Особиста хоробрість (Personal Courage) – з гідністю приймати страх, небезпеку та складнощі фізичного та морального характеру, враховуючи їх наявність та усвідомлюючи її.

Із розвитком своєї кар'єри, лідер усвідомлює що досконалість проявляється у багатьох видах і формах. Армія не може досягнути своєї мети, якщо всі вищі, старші, молодші офіцери, сержанти та старшини, солдати, матроси, громадяни країни не досягнуть своєї мети – це означає розроблення оперативно-стратегічної операції військ, забезпечення матеріально-технічної бази частини, ремонту техніки, формування мобілізаційного резерву, планування видатків, готування їжі для військовослужбовців, несення служби у гарнізоні, госпіталі, ремонтній дільниці. Армія це більше ніж один видатний генерал або декілька бойових героїв. Вона залежить від сотень тисяч відданих справі військовослужбовців та цивільних осіб, які несуть службу, цивільних громадян та держави в цілому.

Список використаної літератури:

1. ВКП 7-00(03).01: «Доктрина розвитку військового лідерства Збройних Сил України» – Генеральний штаб Збройних Сил України, 2020 рік
2. Статути Збройних Сил України. К.: Алерта, 2023.
3. Настава головного управління Міністерства оборони США FM-6-22 «Military leadership. Competence, confidence, flexibility»
4. Агаєв Н. А., Кокун О. М., Пішко І. О., Лозінська Н. С. Психологічне забезпечення розвитку лідерських якостей майбутніх офіцерів : метод. посіб. / Київ: НДЦ ГП ЗСУ, 2014. 209 с
5. Лідерство сержанта та офіцера (психолого-педагогічний аспект) : навч. пос. / за заг. ред. П. П. Ткачука. Львів : ЛІСВ, 2010. 187 с.

Любич Володимир Володимирович, провідний будівельний експерт, місто Вінниця, mr.lyubich1988@gmail.com.

Домненко Микола Григорович, викладач кафедри військової підготовки, місто Вінниця, mikoladomnenko568@gmail.com.

Віщун Ігор Вячеславович, викладач кафедри військової підготовки, місто Вінниця, viv@vntu.edu.ua.

Lyubich Volodymyr Volodymyrovych, leading construction expert, Vinnytsia city, mr.lyubich1988@gmail.com.

Mykola Hryhorovych Domnenko, teacher of the military training department, Vinnytsia city, mikoladomnenko568@gmail.com.

Vishchun Ihor Vyacheslavovich, teacher of the department of military training, Vinnytsia city, viv@vntu.edu.ua.

УДК 621.43

А. П. Поляков, О. П. Терещенко, А. М. Глухова

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ПОСТАЧАННЯ ЗАПАСНИМИ ЧАСТИНАМИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Анотація. Метою роботи є дослідження вимог до сучасних систем управління постачання запасними частинами транспортних засобів. Встановлено, що визначення попиту запасних деталей, вузлів, агрегатів по конкретній транспортному засобу можуть бути ефективно вирішені індивідуальними методами за енергетичними витратами на транспортну роботу. Це дозволяє реалізувати проекти по автоматизації складання замовлень по необхідних запасних частинах, збільшуючи швидкість обробки даних і точність постановки прогнозу потреби в запасних частинах на заданий період.

Ключові слова: планування потреби, управління постачанням запасними частинами.

Abstract. The purpose of the work is to study the requirements for modern management systems for the supply of spare parts for vehicles. It was established that the determination of the demand for spare parts, assemblies, units for a specific vehicle can be effectively solved by individual methods based on energy costs for transport work. This allows you to implement projects to automate the preparation of orders for the necessary spare parts, increasing the speed of data processing and the accuracy of forecasting the need for spare parts for a given period.

Keywords: demand planning, spare parts supply management.

Вступ

Однією з головних задач в організації ефективної роботи транспортних засобів є своєчасне забезпечення запасними частинами. Безперерйне постачання запасними частинами підрозділів можна забезпечити при чітко організованій системі планування, виробництва і розподілу. Ця проблема потребує планування потреби в запасних частинах; формування плану виробництва запасних частин; організація системи постачання; управління запасними частинами і організація складського господарства[1].

Результатидослідження

Проведений аналіз показав, що методичні матеріали не враховують чинники, що впливають на витрату запасних частин, що призводить до розриву між нормативною і фактичною потребою в запасних частинах. Розбіжності між поточною потребою і нормою запасних частин досягають в деяких випадках більше 100%. При цьому відсутній облік фізичних параметрів умов експлуатації в розрахунках, які спотворюють результати визначення нормативної потреби в запасних частинах.

Розроблено вирішення завдання з проблеми комплексного управління забезпечення запасними частинами силових агрегатів, яке підвищує технічну готовність і продуктивність транспортних засобів. Значення комплексних результатів полягає в підтримці працездатності силових агрегатів на основі методів і моделей, що встановлюють необхідну номенклатуру запасних частин.

Виявлено сукупність і зроблена кількісна оцінка конструктивних факторів, що викликають зміну потреби в запасних частинах по конкретному транспортному засобу. Встановлено аналітичні залежності потреби в запасних частинах, для силових агрегатів в заданих умовах експлуатації рухомого складу[2].

Розроблено аналітичні методи прогнозування потреби в запасних частинах для силових агрегатів, які враховують виконану транспортну роботу, технічний стан силового агрегату, а також зовнішні умови експлуатації конкретної транспортному засобу, які враховують транспортну роботу (швидкість руху, обсяг перевезеного вантажу і витрата палива), особливості конструкції і технічний стан конкретного транспортному засобу.

Розроблено метод прогнозування оптимальної потреби в запасних частинах силових агрегатів транспортних засобів, який враховує комплексний вплив енергетичних затрат на виконання транспортної роботи, а також майстерність водія.

Отримано закономірності, на основі яких розроблена оцінка потреби в запасних частинах за групами з урахуванням енергетичних затрат на транспортну роботу, конструктивно-

технологічні параметри, ступеня зношеності вузлів, агрегатів і культури експлуатації транспортних засобів.

Оцінено значимість факторів зовнішніх умов при експлуатації, які впливають на витрату запасних частин для силових агрегатів, при цьому виявлено, що істотний вплив на витрату запасних частин надає швидкість руху транспортного засобу і лінійна витрата палива[3].

Визначено базовий режим експлуатації транспортного засобу в якому найменша потреба в запасних частинах спостерігається при середній швидкості руху транспортного засобу в період експлуатації (0,55...0,7) від максимальної з мінімальною витратою палива. Цей режим експлуатації транспортного засобу слід приймати за базовий. Так, при відхиленні середньої швидкості руху транспортного засобу від оптимальної на 20 км/год і 30 км/ч спостерігається збільшення потреби в запасних частинах на 150-370%, а із збільшенням лінійного витрати палива - на 175-290%.

Висновки

Оцінено значимість факторів зовнішніх умов на витрату запасних частин для силових агрегатів, при цьому виявлено, що істотний вплив на витрату запасних частин надає швидкість руху транспортного засобу і лінійна витрата палива.

Визначено базовий режим експлуатації транспортного засобу в якому найменша потреба в запасних частинах спостерігається при середній швидкості руху транспортного засобу в період експлуатації (0,55...0,7) від максимальної з мінімальною витратою палива. Цей режим експлуатації транспортного засобу слід приймати за базовий.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бродецкий Г.Л. Управление запасами: учеб. пособие / Г.Л. Бродецкий. – М.: Эксмо, 2008. – 352с. – ISBN 978-5-699-24235-1. Поляков Андрій Павлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

2. Поляков А.П. Формування потреби станцій технічного обслуговування автомобілів в запасних частинах для своєчасного обслуговування клієнтів / А.П. Поляков, О.П. Антонюк, Б.С. Маріянюк // Вісник СНУ ім. Даля. – 2014. – №6(194). Частина 2 – с.62-63. – ISBN 1998-7927.

3. Антонюк О.П. Обґрунтування вихідних принципів розробки методу формування номенклатури та кількості запасних частин / О.П. Антонюк, А.М. Баранов, Б.С. Маріянюк, С.С. Коробов / Житомир, ЖДТУ – VII міжнародна науково-практична конференція „Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту”. 2013 - С.10-15

Поляков Андрій Павлович – доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Терещенко Олександр Петрович – к.т.н., доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Глухова Анна Миколаївна – слухач групи 04-22, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Polyakov Andrey P. – doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Tereschenko Oleksandr – Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Gluhova Anna M. – student of group 04-22, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko@gmail.com

УДК 629.3

Р. В. Василенко, І. С. Мудрик

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ ОБМЕЖУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ ЛІТАКА ВІНИЩУВАЧА

Анотація: повітряне судно, система повітряних сигналів, система обмежувальних сигналів, інформаційний комплекс висотно-швидкісних параметрів.

Ключові слова: літак, система, сигнали, авіація.

Abstract: aircraft, air signal system, system of limiting signals, information complex of altitude-speed parameters.

Key words: aircraft, system, signals, aviation.

Застосування сучасної авіації при веденні бойових дій, розширення діапазонів швидкостей і висот та ускладнення режимів пілотування повітряного судна (ПС) з одночасним дотриманням безпеки польотів висувають все більш високі вимоги до обсягу та точності вимірювання аерометричних параметрів. При цьому більш жорсткими стають умови роботи аерометричних приладів. Точна інформація про значення аерометричних параметрів необхідна для роботи екіпажу та великої кількості бортових автоматичних систем. Важливість цього положення підтверджена досвідом ведення бойових дій.

Підвищення точності аерометричних пілотажно-навігаційних приладів шляхом урахування всіх можливих факторів призводить до застосування у них лічильно-обчислювальних схем, ускладнення конструкції та збільшення загальної маси цих приладів, а також до ускладнення систем повітряного живлення. Крім того, більшість цих приладів не має електричного виходу, тому на борту ПС встановлюються додаткові пристрої видачі аерометричних параметрів у вигляді електричних сигналів (коректори та датчики висоти, датчики повітряної швидкості і т. ін.). Це призводить до невиправданого дублювання та збільшення кількості приладів, тому більш раціональним є визначення великої кількості аерометричних параметрів у межах єдиної системи, яка забезпечувала б як роботу індикаторів, так і видачу електричних сигналів з інформацією про значення аерометричних параметрів.

Обчислені поточні та граничні характеристики доцільно використовувати для попередження льотчика про небезпечні режими польоту та запобігання їм в автоматичному керуванні літаком. Такі завдання вирішуються інформаційними комплексами висотно-швидкісних параметрів (ІК ВШП), які містять у своєму складі системи повітряних сигналів (СПС), що забезпечують вимірювання, та системи обмежувальних сигналів (СОС), що обчислюють та видають на сигналізацію і в інші системи дані про досягнення критичних та граничних величин.

Сучасні ПС, які виконують широке коло завдань у великому діапазоні своїх льотно-технічних характеристик, потребують обладнання системами повітряних сигналів для зчислення аерометричних параметрів. При цьому провідне місце належить цифровим СПС, які відрізняються повнотою та точністю операцій.

Система повітряних сигналів СВС-2Ц, яка встановлюється на літаку Су-27, у складі інформаційного комплексу ІК ВСП2-10 працює разом з системою обмежувальних сигналів СОС-2[1], забезпечуючи використання маневрених можливостей літака у повному обсязі і дотримання вимог безпеки польоту. Для цього СОС-2 видає мінімально та максимально припустимі кути атаки, як функції числа M та набору разових команд, поточний кут нахилу траєкторії θ , поточні кути атаки α , ковзання β танормальне перевантаження n_y , мінімально та максимально припустимі значення n_y , як функції числа M та набору разових команд, мінімально та максимально припустимі значення приладової швидкості $V_{пр}$ як функції абсолютної висоти H_a , максимально припустиме число M , разові команди обмежувальної сигналізації, виробляючи попереджувальні сигнали двічі: при наближенні параметра до біля критичного та критичного значення. Але ця система не попереджує льотчика про небезпечне зниження при пікіруванні, хоча цей маневр використовується при бойовому застосуванні і

обумовлює підвищені вимоги до точності, особливо в бойових умовах при розташуванні військ супротивних сторін у безпосередній близькості.

У той же час у порадику з льотної експлуатації літака Су-27 [4] викладені обмеження за втратою висоти при пікіруванні, але контроль їх дотримання повністю покладений на екіпаж, хоча відомо багато випадків льотних пригод від несвоєчасного виведення літака при бомбометанні або атаках наземних цілей із-за захоплення пілота виконанням бойового завдання.

Проаналізовані тактико-технічні характеристики системи обмежувальних сигналів СОС-2 і розроблені тактико-технічні вимоги з урахуванням функції забезпечення сигналізації про граничні пілотажні параметри при пікіруванні; на основі алгоритмів звичислення аерометричних параметрів розроблена математична модель функціонування цифрової системи повітряних сигналів. Дослідженнями встановлена працездатність такої моделі та її придатність до подальших досліджень. В результаті аналізу обмежень за висотою при пікіруванні розроблена математична модель автоматичного отримання даних про втрату висоти при визначених аеродинамічних та аерометричних параметрах польоту. Функціонування моделі перевірено дослідженнями, які підтвердили правильність отриманих результатів.

Поєднання розробленої моделі визначення небезпечної висоти з системою повітряних сигналів СВС-2Ц та обмежувальних сигналів СОС-2 надає можливість забезпечити екіпаж інформацією про наближення до критичного режиму за параметрами зниження для своєчасного внесення корекції у керування літаком зміною швидкості, нормального перевантаження або кута нахилу траєкторії.

Апаратна реалізація розробленої системи попередження про небезпечний режим зниження потребує незначних технічних та матеріальних ресурсів. Алгоритм передбачається реалізувати у штатному обчислювачі ВСО-1. Бортове обладнання може бути доповнене та змінене при модернізації повітряного судна.

Список використаних джерел

1. Зарубін А.М. Аерометричні прилади та системи: навч. посіб. – Х. : ХУПС, 2014. 156 с.
2. Суханов О.Ю., Лиходєєв О.С., Полонський О.І. Математичне моделювання пілотажно-навігаційних комплексів. – Х. : ХІ ВПС, 2002. 80 с.
3. Автономні системи навігації конкретного типу повітряного судна та їх технічне обслуговування: навч. посібник / В.О. Рогожин, А.В. Скрипець, М.К. Філяшкін, М.П. Мухіна – К.: НАУ, 2015. – 308 с.
4. Літак Су-27. Керівництво з льотної експлуатації. Книга 1.

Василенко Роман Вікторович, старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Вінниця, spike75.rv@gmail.com

Мудрик Ілля Сергійович, командир екіпажу – начальник станції екіпажу безпілотних літальних апаратів ланки безпілотних літальних апаратів, військова частина, м. Вінниця, Mudrikilla@gmail.com

Vasylenko Roman, senior lecturer of the department of aviation equipment and air intelligence complexes of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Vinnitsa, spike75.rv@gmail.com

Mudryk Illia, commander crew – chief of the unmanned aerial vehicle crew station of the unmanned aerial vehicle unit, military base, Vinnitsa, Mudrikilla@gmail.com

УДК 631.3

Д. В. Борисюк

ФУНКЦІОНАЛЬНО-ВАРТІСНИЙ АНАЛІЗ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ТИСКУ ПОВІТРЯ В ШИНАХ КОЛІС АВТОМОБІЛІВ «КРАЗ»

Анотація. Функціонально-вартісний аналіз — метод системного дослідження функцій об'єкта з метою пошуку балансу між його собівартістю і корисністю.

Представлено функціонально-вартісний аналіз системи регулювання тиску повітря в шинах коліс військової автомобільної техніки «КрАЗ».

Ключові слова: функціонально-вартісний аналіз, система регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів, функціональна модель, коефіцієнт корисності, матриця пріоритетів, коефіцієнт витрат, діаграма корисності функцій, діаграма ранжування функцій, функціонально-вартісна діаграма, діаграма витрат функцій.

Abstract. Functional-cost analysis is a method of systematic study of the object's functions in order to find a balance between its cost and usefulness.

A functional and cost analysis of the air pressure regulation system in the tires of the wheels of the "KrAZ" military vehicle is presented.

Keywords: functional-cost analysis, tire pressure control system, functional model, utility factor, priority matrix, cost factor, function utility diagram, function ranking diagram, functional cost diagram, function cost diagram.

Вступ

Для прийняття раціонального та обґрунтованого рішення доцільно використовувати функціонально-вартісний аналіз, що об'єднує різні методи колективного аналізу систем, творчого пошуку, оптимізації та вибору рішень [1].

В основу функціонально-вартісного аналізу покладено аналіз функціональної досконалості, шляхів поліпшення системи шляхом порівняння корисності окремих її функцій та затрат на її реалізацію.

Мета проведення функціонально-вартісний аналізу – забезпечення необхідної корисності системи за мінімально можливих сукупних затрат.

Отже, прийняття рішення при функціонально-вартісному аналізі здійснюється на основі двох критеріїв – корисності та вартості [2, 3].

Таким чином, функціонально-вартісний аналіз спрямований на забезпечення необхідних споживчих властивостей об'єкта з мінімально можливими затратами ресурсів на всіх стадіях виробничого процесу [4].

Отже, **метою даного дослідження** є розробка функціонально-вартісного аналізу системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» для визначення функцій складових системи, які доцільно удосконалювати.

Основна частина

Автомобільна військова техніка – це військові автомобілі всіх видів, гусеничні і колісні тягачі, транспортери-тягачі, трактори, причепа, напівпричепа, рухомі засоби ремонту й евакуації, що забезпечують повсякденну діяльність Збройних Сил. Військові автомобілі створюються відповідно до тактико-техніко-економічних вимог Збройних Сил і призначаються для перевезень особового складу, військових вантажів, монтування і транспортування озброєння та військової техніки, транспортування причепів та напівпричепів різного призначення. Поділяються на транспортні (вантажні, зокрема автотягачі і легкові) та спеціальні (для розміщення спеціального устаткування).

Армійські вантажівки «КрАЗ» відповідають всім вимогам, які пред'являються до автомобільної військової техніки. В основі інтересу до автомобілів «КрАЗ» з боку військових — високі технічні та експлуатаційні характеристики українських всюдиходів.

Автомобілі спеціального призначення завжди були присутні в модельному ряду машин приватного акціонерного товариства «АвтоКрАЗ». Сьогодні «АвтоКрАЗ» випускає автомобілі спеціального призначення: бортові КрАЗ-6322 «Солдат» (6×6) і КрАЗ-5233BE «Спецназ» (4×4),

шасі КрАЗ-63221, КрАЗ-6322 (6×6), КрАЗ-5233HE (4×4), тягачі КрАЗ-6446 (6×6) і КрАЗ-6443 (6×6).

Система регулювання тиску повітря в шинах призначена для підвищення прохідності автомобіля на важких ділянках шляху за рахунок зниження тиску повітря в шинах, а у разі проколу камери дозволяє якийсь час продовжувати рух до гаража (пункту технічного обслуговування) без заміни колеса за умови, що продуктивність компресора може заповнити витік повітря з пошкодженої шини.

Схема централізованої системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» показана на рис. 1.

У систему регулювання тиску повітря в шинах коліс входять: кран управління тиском з клапаном-обмежувачем, колісні крани, пристрій ущільнювача в маточинах, повітропроводи, шланги і манометр [5].

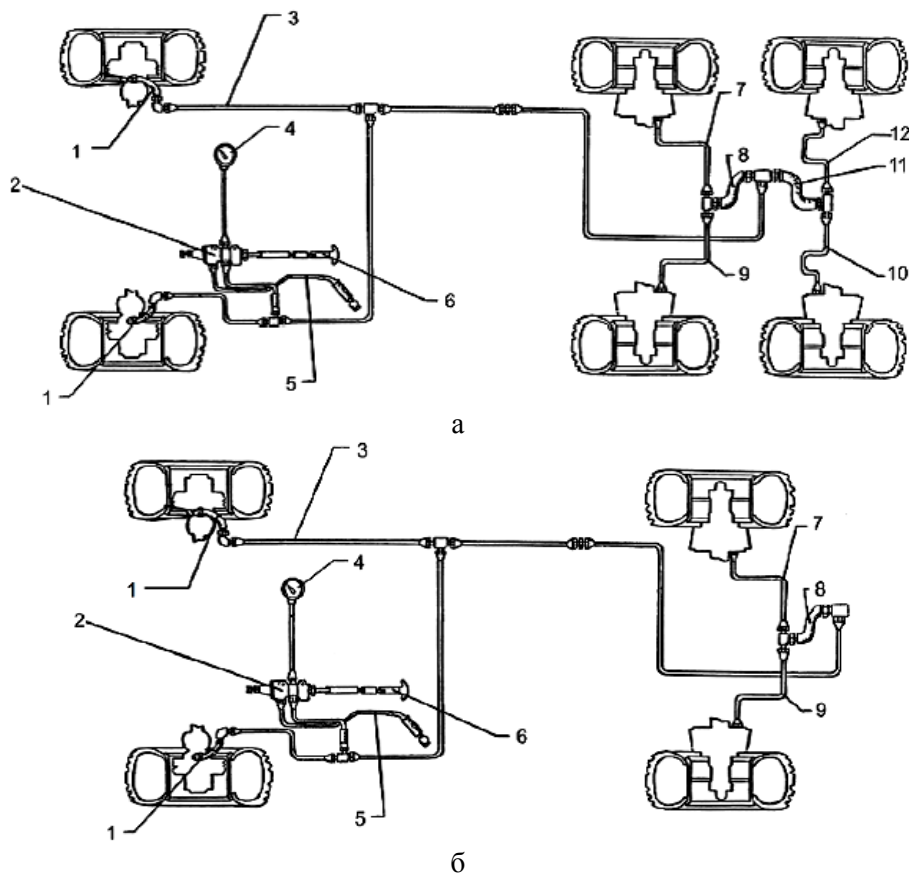


Рис. 1. Схема централізованої системи регулювання тиску повітря в шинах коліс:

- а) шестивісного автомобіля «КрАЗ»:

1 – шланги підводу повітря до передніх коліс; 2 – кран управління централізованою підкачкою шин; 3 – магістраль підкачки; 4 – манометр; 5 – магістраль підведення повітря до крана управління; 6 – ручка крана управління; 7 – повітропровід правого середнього колеса; 8 – шланг підводу повітря до проміжного моста; 9 – повітропровід лівого середнього колеса; 10 – повітропровід лівого заднього колеса; 11 – шланг підводу повітря до заднього моста; 12 – повітропровід правого заднього колеса.

- б) чотиривісного автомобіля «КрАЗ»:

1 – шланги підводу повітря до передніх коліс; 2 – кран управління централізованою підкачкою шин; 3 – магістраль підкачки; 4 – манометр; 5 – магістраль підведення повітря до крана управління; 6 – ручка крана управління; 7 – повітропровід правого заднього колеса; 8 – шланг підводу повітря до заднього моста; 9 – повітропровід лівого заднього колеса.

Дослідження системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» при функціонально-вартісному аналізі спирається на функціональний підхід, за якого систему розглядають як сукупність функцій, що нею виконуються. Далі здійснюються пошуки кращого

принципу реалізації цих функцій. Функціонально-вартісний аналіз провадиться на базі функціональної моделі [3, 4].

Функціональна модель представляє собою графічне або математичне відображення впорядкованої сукупності функцій системи і зв'язків між ними. Графічне зображення функціональної моделі може бути наведене у вигляді графа (дерево функцій) або технологічного ланцюжка. Функціональна модель системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» наведена на рис. 2.

1.	Підвищення прохідності автомобіля на важких ділянках шляху за рахунок зниження тиску повітря в шинах
2.	Заповнення повітрям пошкодженої шини колеса автомобіля
3.	Контроль тиску повітря в шинах коліс автомобіля
4.	Регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобіля
5.	Відключення системи підкачки шин коліс автомобіля від пневматичного приводу гальм при падінні тиску повітря в ресиверах нижче 600 кПа
6.	Подача повітря для накачування шин коліс автомобіля при тиску в ресиверах вище 600 кПа
7.	Відключення шин коліс автомобіля від системи підкачки при тривалих стоянках автомобіля

Рис. 2. Функціональна модель системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ»

Побудова функціональної моделі є лише початковими етапами функціонально-вартісного аналізу, кінцевою метою якого є встановлення аналітичних зв'язків між окремими факторами, що впливають на перебіг процесу і кінцеві показники роботи системи.

Після побудови функціональної моделі здійснюється класифікація функцій.

Функція являє собою зовнішній прояв властивостей об'єкту, який зумовлений певними діями щодо перетворення вхідних впливів у вихідні результати. Функція може мати як динамічний характер, тобто бути спрямованою на виконання певної роботи, так і статичний.

Структуризація й аналіз функціональної моделі передбачають виділення головної функції, що визначає мету і призначення системи та основних функцій, без яких не може виконуватися головна. А також виділення допоміжних і надлишкових (шкідливих) функцій.

Класифікація функцій системи здійснюється за двома критеріями – характером та властивостями функції. Класифікація функцій функціональної моделі системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» наведена в табл. 1.

Зовнішня функція реалізується системою або її елементом при взаємодії з середовищем (надсистемою).

Внутрішня функція є результатом взаємодій у системі.

Головна функція – це зовнішня функція, яка відображає мету і призначення системи.

Основна функція – внутрішня функція, що забезпечує реалізацію споживчих вартостей об'єкту, його функціональну придатність.

Допоміжна функція сприяє реалізації основних і також є внутрішньою.

Корисні функції – функції, що задовольняють вимогам людини щодо їх корисності.

Надлишкові функції – необов'язкові функції, але їх виконання підвищує якість роботи системи.

Таблиця 2 - Матриця пріоритетів системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ»

№ функції	Назва функції	Номери функції							Сума коефіцієнтів переваг	Абсолютний пріоритет	Коефіцієнт корисності	Ранг функції
		1	2	3	4	5	6	7				
		Коефіцієнти переваг										
1	Підвищення прохідності автомобіля на важких ділянках шляху за рахунок зниження тиску повітря в шинах	1	0,5	1,5	1	1	1	1,5	7,5	49,3	0,15271	3
2	Заповнення повітрям пошкодженої шини колеса автомобіля	1,5	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	10	68,5	0,21240	1
3	Контроль тиску повітря в шинах коліс автомобіля	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	6,5	42,3	0,13101	5
4	Регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобіля	1	0,5	1	1	1,5	1,5	1,5	8	52,5	0,16279	2
5	Відключення системи підкачки шин коліс автомобіля від пневматичного приводу гальм при падінні тиску повітря в ресиверах нижче 600 кПа	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1,5	6	38,5	0,11938	6
6	Подача повітря для накачування шин коліс автомобіля при тиску в ресиверах вище 600 кПа	1	0,5	1	0,5	1,5	1	1,5	7	45	0,13953	4
7	Відключення шин коліс автомобіля від системи підкачки при тривалих стоянках автомобіля	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	4	26,5	0,08217	7
Сума									322,5	1	-	

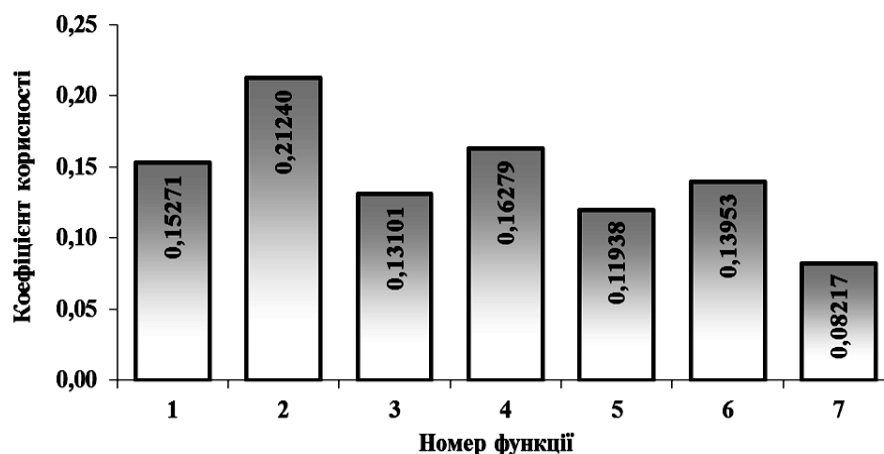


Рис. 3. Діаграма корисності функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ»

Виконавши вищезазначені розрахунки побудуємо діаграми корисності (рис. 3) та ранжування (рис. 4) функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» відносно коефіцієнта корисності.

Витрати при функціонально-вартісному аналізі виступають як плата за корисність. Узагальнюючий критерій витрат при проектуванні технічних чи виробничих систем враховує витрати на всіх етапах життєвого циклу системи, для оцінки яких будують матрицю витрат (табл. 3), з якої визначають коефіцієнт витрат.

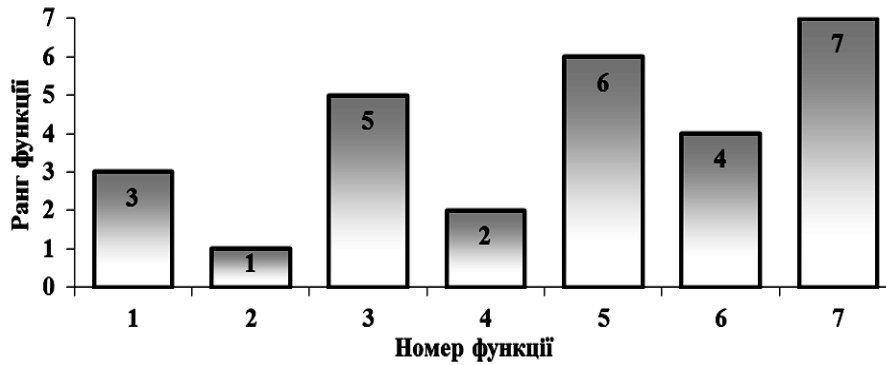


Рис. 4. Діаграма ранжування функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» відносно коефіцієнта корисності

Таблиця 3 - Матриця витрат функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ»

№ функції	Назва функції	Частка функції у витратах	Коефіцієнт корисності	Коефіцієнт витрат	Ранг функції
1	Підвищення прохідності автомобіля на важких ділянках шляху за рахунок зниження тиску повітря в шинах	0,19	0,15271	1,244	4
2	Заповнення повітрям пошкодженої шини колеса автомобіля	0,23	0,21240	1,083	5
3	Контроль тиску повітря в шинах коліс автомобіля	0,01	0,13101	0,076	7
4	Регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобіля	0,02	0,16279	0,123	6
5	Відключення системи підкачки шин коліс автомобіля від пневматичного приводу гальм при падінні тиску повітря в ресиверах нижче 600 кПа	0,17	0,11938	1,424	2
6	Подача повітря для накачування шин коліс автомобіля при тиску в ресиверах вище 600 кПа	0,19	0,13953	1,362	3
7	Відключення шин коліс автомобіля від системи підкачки при тривалих стоянках автомобіля	0,19	0,08217	2,312	1
Сума		1	1	-	-

На цьому етапі широко використовують метод експертних оцінок, порівнянь з «ідеальною моделлю», а також порівнюються рівень значимості кожної функції і витрат на неї. Для цього використовується коефіцієнт витрат на функцію, який розраховується шляхом порівняння частки параметра (функції) у витратах до коефіцієнта її корисності.

Коефіцієнт витрат визначається за наступною формулою [2, 3]:

$$K_i = \varepsilon_i / \lambda_i \quad \text{при} \quad \sum \lambda_i = 1, \sum \varepsilon_i = 1, \quad (3)$$

де ε – частка функції у витратах.

Частка функції у витратах визначається за наступною формулою [2, 3]:

$$\varepsilon_i = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^n B_i}, \quad (4)$$

де B_i – вартість кожної функції; $\sum_{i=1}^n B_i$ – сума вартості всіх функцій системи.

У теорії і практиці функціонально-вартісного аналізу прийняті такі критерії оцінки коефіцієнта витрат на функцію [1, 3]:

– коефіцієнт витрат дорівнює «1» або близький до «1» – співвідношення між витратами і функцією виправдане;

- коефіцієнт витрат менше «1» – співвідношення сприятливе;
- коефіцієнт витрат більше «1» – слід здійснювати заходи щодо зниження витрат на одержання функції.

Специфічною процедурою функціонально-вартісного аналізу є побудова функціонально-вартісних діаграм, які є графічним зображенням співвідношення між корисністю функцій і затратами на їх реалізацію. Побудова функціонально-вартісних діаграм здійснюється з метою виявлення невідповідності затрат у відношенні до корисності функції. Функціонально-вартісна діаграма будується для групи функцій, що мають спільну вершину. В першому квадранті зображується корисність або значущість функцій, у другому — затрати на функції (рис. 5).

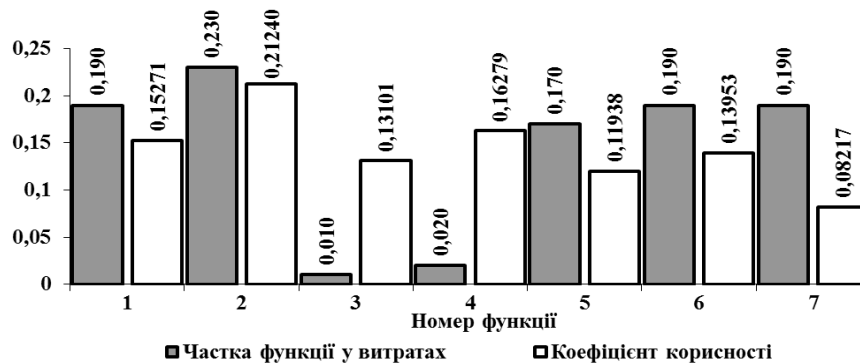


Рис. 5. Функціонально-вартісна діаграма системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ»

Виконавши вищезазначені розрахунки побудуємо діаграми витрат (рис. 6) та ранжування (рис. 7) функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» відносно коефіцієнта витрат.

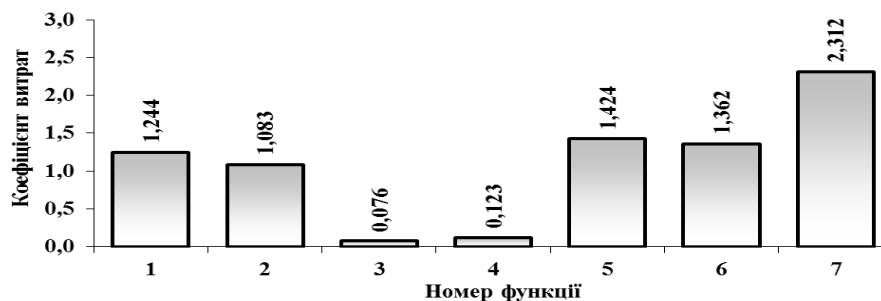


Рис. 6. Діаграма витрат функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ»

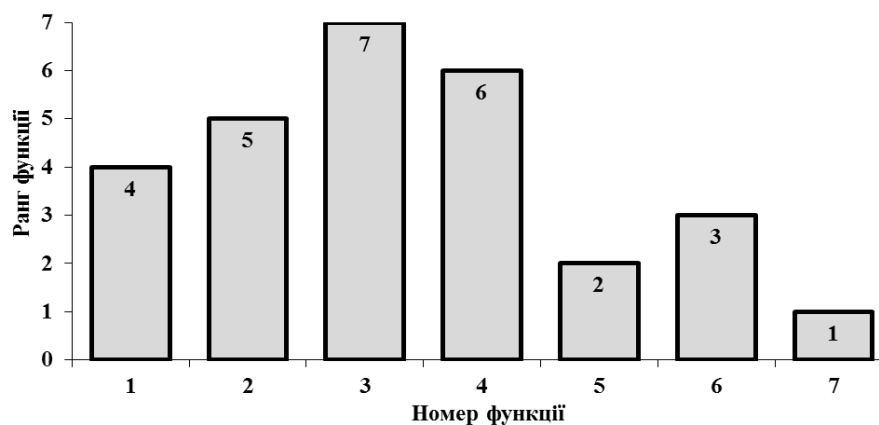


Рис. 7. Діаграма ранжування функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» відносно коефіцієнта витрат

Наступним етапом функціонально-вартісного аналізу є визначення показника функціональної вартості [2, 3]:

$$P_{\text{ФВ}i} = \lambda_i - K_i \quad (5)$$

Функціонально-вартісний показник показує, наскільки витратна частина виконання операції або функції більше за корисну функцію. Значення показників функціональної вартості функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» відносно коефіцієнта витрат наведено в табл. 4.

Таблиця 4 - Значення показників функціональної вартості функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ»

№ функції	Назва функції	Функціонально-вартісний показник	Ранг функції
1	Підвищення прохідності автомобіля на важких ділянках шляху за рахунок зниження тиску повітря в шинах	-1,091	4
2	Заповнення повітрям пошкодженої шини колеса автомобіля	-0,870	3
3	Контроль тиску повітря в шинах коліс автомобіля	0,055	1
4	Регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобіля	0,040	2
5	Відключення системи підкачки шин коліс автомобіля від пневматичного приводу гальм при падінні тиску повітря в ресиверах нижче 600 кПа	-1,305	6
6	Подача повітря для накачування шин коліс автомобіля при тиску в ресиверах вище 600 кПа	-1,222	5
7	Відключення шин коліс автомобіля від системи підкачки при тривалих стоянках автомобіля	-2,230	7

З економічної точки зору доцільно розвивати функції з позитивним функціонально-вартісним показником.

Виконавши вищезазначені розрахунки побудуємо діаграми значень показника функціональної вартості (рис. 8) та ранжування (рис. 9) функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» відносно показника функціональної вартості.

За діаграмами (рис. 8 та 9) визначаються функції, що мають позитивний функціонально-вартісний показник та найбільший рейтинг розглянутих функцій. Операції або функції, що мають найбільший функціонально-вартісний показник і ранг є тими операціями, вдосконалення яких веде до подальшого розвитку системи або досягнення мети аналізу.

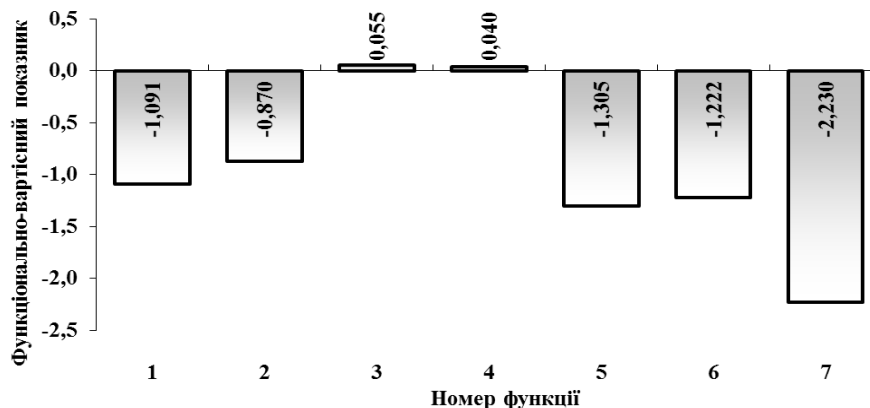


Рис. 8. Діаграма значень показника функціональної вартості функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ»

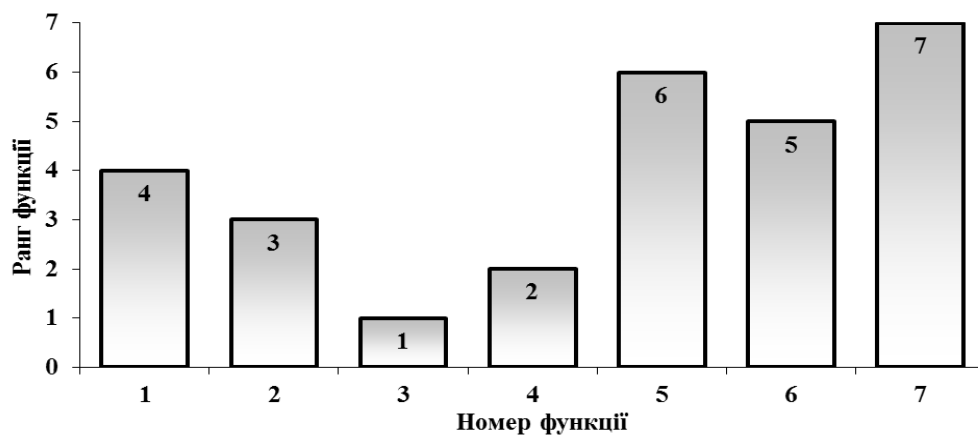


Рис. 9. Діаграма ранжування функцій системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» відносно показника функціональної вартості

Висновок

1. Проведений функціонально-вартісний аналіз системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ» показав, що найбільший ранг і найбільший функціонально-вартісний показник має функція №2 «Заповнення повітрям пошкодженої шини колеса автомобіля» в основу якої поставлена основна задача розробленої технічної системи.

2. За результатами розрахунку функціонально-вартісних показників системи регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобілів «КрАЗ», можна зробити висновок про те, що функції №3 «Контроль тиску повітря в шинах коліс автомобіля» та №4 «Регулювання тиску повітря в шинах коліс автомобіля» є тими функціями, вдосконалення яких веде до подальшого розвитку та удосконалення системи.

Список використаних джерел

1. Нагірний Ю. П. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень / Ю. П. Нагірний, І. М. Бендера, С. Ф. Вольвак. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2013. – 264 с.
2. Аналіз технологічних систем / [М. І. Іванов, І. В. Гунько, І. М. Ковальова, О. І. Худолій]. – Вінниця : РВВ ВНАУ, 2013. – 114 с.
3. Веселовська Н. Р. Надійність технологічних систем та обґрунтування інженерних рішень / Н. Р. Веселовська, О. І. Худолій. – Вінниця : РВВ ВНАУ, 2014. – 123 с.
4. Литвин З. Б. Функціонально-вартісний аналіз / З. Б. Литвин. – Тернопіль : Економічна думка, 2007. – 130 с.
5. Кисликов В. Ф. Будова й експлуатація автомобілів / В. Ф. Кисликов, В. В. Луцик. – К. : Либідь, 2018. – 400 с.

Борисюк Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, 21021, м. Вінниця, вул. Політехнічна, 7, ауд. 3222, e-mail: bddv@ukr.net.

Borysiuk Dmytro, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Automobiles and Transport Management, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, 21021, Vinnytsia, Politechnical., 7, room 3222, e-mail: bddv@ukr.net.

УДК 94:355.40:[629.73:623]

В. В. Ларін, І. Г. Ячна, В. П. Гмиря

БЕЗПЛОТНА АВІАЦІЯ ЯК НЕВІД'ЄМНА СКЛАДОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ БЕЗПЕКИ КРАЇНИ

Анотація. В науковій статті розглянуто основні питання застосування безпілотної авіації в умовах повномасштабної війни. Визначено різні типи безпілотної авіації, які виробляються в Україні і можливості застосування. Обґрунтовано основні проблеми, які пов'язані з виробництвом безпілотної авіації та напрями удосконалення.

Ключові слова: безпілотної авіація, сигнал, комплекс, галузь, модель, розвідник.

Abstract. The article discusses the main issues of using unmanned aircraft in a full-scale war. The types of unmanned aircraft produced in Ukraine and the possibilities of their use are identified. The main problems associated with the production of unmanned aircraft and areas for improvement are substantiated.

Key words: unmanned aircraft, signal, complex, industry, model, reconnaissance aircraft.

Одним із засобів новітнього озброєння, які використовуються у сучасних воєнних конфліктах, стали ударні безпілотні літальні апарати (далі –БпЛА), які довели свою здатність значно ефективніше завдавати ударів по противнику та виконувати інші завдання забезпечення військ, ніж пілотовані літаки.[1]

Безпілотної авіація є однією з провідних галузей оборонно-промислового комплексу (далі – ОПК) країни. З початком повномасштабного вторгнення росії на територію України 24 лютого 2022 року більшість підприємств, діяльність яких спрямована на виготовлення безпілотної літальних апаратів (дронів), почали постачання для потреб ЗС (далі –ЗС) України.

Воєнні дії росії на території України продемонстрували потребу у застосуванні на полі бою БпЛА, не тільки для корегування дій артилерії та збору розвідувальних даних, а й для нанесення ударів по броньованим та важкодоступним цілями. Україна починаючи з 2017 року виробляє БпЛА, які наразі використовуються на тимчасово окупованих територіях, для ураження цілей противника.

Безпілотні літальні апарати мають два основних типи — літакові, що працюють за принципом літака, та вертольотні, що літають за принципом вертольота. Останні відомі як квадрокоптери. Окрім цього, обидва типи відрізняються за тактико-технічними характеристиками. Безпілотники літакового типу мають більший розмір, дальність польоту та оснащені кращою оптику. Натомість квадрокоптери компактні, маневрені та можуть злітати на невеликій відкритій місцевості.

У відповідності до масштабу застосування та тактико-технічних характеристик БпЛА також можна поділити на 4 класи [2]:

1 клас (взводний) – мікроБпЛА, що входять до складу екіпірування військовослужбовця та забезпечують збір і передачу інформації на висоті польоту до 150 м, в радіусі дії до 8 км протягом 50 хвилин з масою корисного навантаження - 0,4 кг;

2 клас (ротні) – міні БпЛА,що здійснюють збір та передають інформацію підрозділам, забезпечують цілевказання на дальність до 16 км протягом 2 годин з масою корисного навантаження - до 5 кг;

3 клас (батальйонні) –БпЛА, що виконують більш широкий спектр завдань, безперервний час роботи ставить 6 годин, дальність польоту до 40 км, а також можуть злітати з непідготовлених майданчиків. Такі БпЛА можуть виконувати наступні завдання: забезпечення підтримки зв'язку між окремими підрозділами; пошук встановлених мін; контроль радіаційної, хімічної та біологічної обстановки;

4 клас (бригадні) БпЛА безперервний час роботи становить від 18 годин до 24 годин, дальність польоту - до 75 км. Такі БпЛА забезпечують здійснення топографічної зйомки, ретрансляції, ведення аеророзвідки.

БпЛА має низку переваг у порівнянні з пілотованим літальним апаратом:

– відсутність екіпажу на борту (зниження людських втрат);

– значне зменшення фінансових і матеріальних витрат на підготовку екіпажу;

- зменшення чисельності обслуговуючого персоналу;
- спроможність одночасно виконувати завдання з ведення розвідки і нанесення удару, причому як у тактичній, так і у стратегічній зонах противника;
- відносно низька собівартість та висока ефективність у бойових умовах;
- можливість здійснювати маневрування з навантаженням, яке значно перевищує фізичні можливості людини (пілота);
- велика тривалість і дальність польоту за відсутності фактору психологічної та фізичної втоми екіпажу.[3]

В 2017 році ПАТ “ЧеЗаРа”, ПрАТ“НВО “Практика” та польська компанія WB“Electronics” презентували оновлений варіант розвідувально-ударного комплексу “Сокіл”. До складу комплексу входить два БпЛА. Перший БпЛА – розвідувальний, а другий – ударний дрон-камікадзе. БпЛА обладнаний захищеними каналами передачі інформації, а також функцією повернення в точку запуску при втраті сигналу GPS. Розвідувально-ударний комплекс “Сокіл” проходив випробування і в інтересах ЗСУ України, однак, поки що не прийнятий на озброєння.

ТОВ “Компанія оборонних і радіоелектронних технологій” розробила безпілотник-камікадзе RAMUAV. Основне призначення цього дрону – це виявлення у відповідному районі та ураження наземних броньованих цілей та систем протиповітряної оборони. БпЛА пройшов випробування в зоні проведення ООС із стримування збройної агресії росії на території Донецької та Луганської областей і показав достатньо високі результати.

Ukr Spec Systems в 2019 році оновив безпілотний розвідувальний БпЛА People Drone PD1, який перейшов у категорію ударних. Основними оновленнями нової версії PD1 є: оснащення новим потужним двигуном і точність ураження (з висоти 1 км – близько 10 метрів).

В Україні на сьогодні представлені такі моделі БпЛА:

- на озброєнні – “FlyEye”, “Spectator – M1”, “Лелека-100, A1-СМ “Фурія”;
- допущені до експлуатації – “UA – БЕТА”, “HAWK”, “SPARROW”, “МАРА – 211”, ASU-1 “Валькірія”, “Observer –S”, “WINDHOVER”, RQ -11B “Raven”.

Основними проблемами у виробництві та експлуатації БпЛА є:

- 1) **хто є споживачем продукції.** В довоєнний час виробники БпЛА визначалися самостійно з тактикою виробництва, а саме для кого виробляти. Під час дії воєнного стану виробники перепрофілювалися на виробництво військових БпЛА.
- 2) **з чого будувати.** В умовах війни виробництво БпЛА військового призначення складається зі стандартизованих елементів. Враховуючи те, що держава зацікавлена у виробництві даного озброєння, то необхідно визначити основні вимоги до таких елементів.
- 3) **механізм будівництва БпЛА.** Відсутність нормативної бази, яка б регулювала механізм виробництва БпЛА, перешкоджає правильному обґрунтуванню процесу виготовлення БпЛА з подальшими експлуатаційними характеристиками.

Основною перевагою в створенні БпЛА в Україні є забезпечення високих тактико-технічних характеристик повітряних суден, відносно низька вартість, багатофункціональність та багатоваріантність.

Переваги комплексів з БпЛА полягають в простоті експлуатації, мобільності. Не вимагають максимальної підготовки наземного персоналу щодо управління ними, та вирішують широкий спектр завдань за будь-яких погодних умов, тобто, можна стверджувати, що дані системи БпЛА забезпечують виконання максимальних завдань з мінімальними витратами на обслуговування.

Однак використання БпЛА в бойових умовах також має ряд недоліків. Однією з головних проблем є потенційна втрата людиною контролю над цими автономними системами. У той час як зараз управління БпЛА дистанційно здійснюється людиною-оператором, зростає потреба в розробці повністю автономних систем, які можуть приймати рішення без втручання людини. Це викликає етичні питання щодо використання смертоносної сили машинами та потенційних непередбачених наслідків під час ведення бойових дій.

Новий етап російсько-української війни 2022 року показав широке використання робототехніки та інтелектуальних технологій, різноманітних дронів та безпілотників із обох боків. В ЗС України використовується найновіше обладнання закордонного типу, у ЗС РФ –

своє обладнання, що також вражає своєю масовістю, оскільки значна кількість фінансів витрачається на озброєння та військову техніку, яка використовується проти ЗС України.

24 березня 2023 року Кабінет Міністрів України підтримав постанову “Про реалізацію експериментального проекту щодо проведення оборонних закупівель безпілотних систем вітчизняного виробництва”. Відповідно до цієї постанови здійснюється спрощена процедура для вітчизняних виробників БпЛА, з метою налагодження масового виробництва з обмеженням усіх бюрократичних процедур. Саме ця постанова дозволяє конкурувати вітчизняним виробникам з іноземними підприємствами, а отже – забезпечувати обороноздатність країни відповідно до світових норм у виробництві озброєння та військової техніки ОПК, активно розвивати власне виробництво.

Проекти і компанії, які створюватимуться для виробництва ударних дронів – найбільш затребувані, але варто пам'ятати, що не всі дрони мають подвійне призначення, тобто, їх не можливо буде використовувати у цивільному господарстві після завершення воєнних дій. Натомість розвідувальні дрони можна використовувати після закінчення війни, оскільки вони функціонально призначені не лише для використання та забезпечення військ, але і, до прикладу, отримання даних для геопросторових систем.

Список використаних джерел:

1. Корсунов С.І., Волков А.Ф., Оборонов М.І., Орехов С.В., Гуртовенко В.В., Федченко С.І. Трансформація завдань безпілотної авіації: від створення до застосування у воєнних конфліктах сучасності. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 3(44). С. 66-81. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.44.08>.
2. Корольов Р.В., Королюк Н.О., Петров О.В., Сюлев К.В. Аналіз сучасних засобів знищення безпілотних літальних апаратів. Збройна боротьба: теорія, забезпечення, досвід. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 4(53), 2017. С.17-21
3. Ільєнко, В., Чередніков, О., Рудніченко, С., Жданюк, М. і Геращенко, М. (2022) «Граф станів безпілотного авіаційного комплексу», *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, 13(3), с. 34-42. doi: 10.37701/dndivsovt.13.2022.04.
4. Безпілотна авіація у військовій справі: колективна монографія / Мосов С. П., Погорєцький М. В., Салій С. М., Селюков О. В., Феценко А. Л. Київ: Інтерсервіс, 2019. 324 с.
5. Олексенко О.О, Авраменко О.В., Федоров А.В., Сніцаренко В.В., Чернавіна О.Є. Застосування безпілотних літальних апаратів збройними силами російської федерації у війні проти України. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 4(49). С. 23-28.
6. Безпілотні літальні апарати в бою: переваги та недоліки. URL: <https://ts2.space/uk>

Ларін Володимир Валерійович, кандидат технічних наук, доцент, начальник науково-організаційного відділу, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси, l_vv83@ukr.net

Гмиря Вікторія Петрівна, кандидат економічних наук, доцент, провідний науковий співробітник, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, viktoryagmirya@ukr.net

Ячна Іуна Григорівна, науковий співробітник, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

V. Larin, PhD, Associate Professor, Head of the scientific and organizational department State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification

Viktoriia Hmyria, PhD, Associate Professor leading research scientist State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification

Irina Yachna, Researcher at the State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification

УДК 621.396.969.3

В. А. Таршин, М. В. Куравський

ОПТИМІЗАЦІЯ ІНФОРМАТИВНОСТІ РІЗНОСПЕКТРАЛЬНИХ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ СПОСТЕРЕЖЕННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В СКЛАДНИХ УМОВАХ СПОСТЕРЕЖЕННЯ

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Анотація

Розглянуто шляхи оптимізації інформативності різноспектральних оптико-електронних систем спостереження безпілотних літальних апаратів. Запропоновано використання удосконаленого методу комплексування для отримання зображення яке поєднуватиме в собі інформативні ознаки кожного оптичного каналу. Алгоритм вибору результуючого зображення з найвищим рівнем інформативності.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, оптико-електронна система спостереження, різноспектральні зображення, комплексування зображень.

Abstract

The ways of optimization of the informativity of rznospectral optical-electronic systems for the protection of non-literal devices are considered. The use of a well-developed method of complexation for the otrimannya of the image of the skin optical channel in its own informative signs of the skin optical channel has been approved. Algorithm for the selection of the resulting image with the highest level of informativity.

Keywords: unmanned aircraft, optical-electronic surveillance system, multispectral images, image fusion.

Вступ

З аналізу досвіду застосування безпілотних літальних апаратів (БпЛА) для забезпечення бойових дій підрозділів сил оборони України встановлено, що наявність окремих телевізійних (ТВ) та інфрачервоних (ІЧ) каналів теоретично дозволяє забезпечити цілодобове спостереження за об'єктами (цілями). У той же час гострою залишається проблема забезпечення можливості виконання завдань аеророзвідки, корегування вогню, високоточної доставки боеприпасів при щільній радіоелектронній протидії ворога та у складних умовах спостереження, забезпечення максимально досяжних імовірностей виявлення та розпізнавання об'єктів-орієнтирів та об'єктів-цілей. Складні умови спостереження обумовлені як природними, зокрема, добовими явищами, наслідками ведення бойових дій, так і застосуванням ворогом засобів маскування об'єктів, розмиття меж розділення об'єктів і фонів, зменшення їх помітності.

Усе це обумовлює необхідність пошуку варіантів оптимального використання різноспектральних каналів оптико-електронних систем спостереження, а також покращення ефективності спільного застосування різноспектральних оптико-електронних систем спостереження безпілотних літальних апаратів в складних умовах спостереження шляхом комплексування різноспектральних зображень для підвищення імовірностей виявлення та розпізнавання об'єктів.

Результати дослідження

На основі аналізу методів комплексування, у якості перспективного для удосконалення обрано метод вагових коефіцієнтів. Даний метод дозволяє отримати високі значення узагальненого показника якості без урахування локальної структури вихідних для зображень. В подальшому пропонується використання удосконаленого варіанту цього методу, яке полягає у заміні сталих вагових коефіцієнтів на адаптивні, які змінюються для різних локальних областей вихідних зображень у процесі комплексування.

Вибір коефіцієнтів здійснюється на основі універсального показника якості як характеристики, яка враховує яскравісну, контрастну та структурну подібність вихідних ТВ та ІЧ зображень. Це дозволяє забезпечити відображення на комплексованому зображенні характерних для ТВ та ІЧ зображень особливостей, а також підвищити його інформативність в складних умовах спостереження у середньому на 10 – 15%.

У невизначених, або швидко змінних умовах спостереження передбачена порівняльна оцінка інформативності трьох зображень – ТВ, ІЧ та комплексованого, що дозволяє отримати найкращий результат спостереження за об'єктами. У якості показників оцінки інформативності зображень можуть бути використані показник ентропії та відношення об'єкт-фон.

Висновки

Запропонований варіант оптимізації режимів роботи різноспектральних оптико-електронних систем спостереження БпЛА забезпечує ведення спостереження в складних умовах та підвищує імовірність виявлення необхідних об'єктів на більш інформативному зображенні. Автоматизований вибір робочого каналу додатково підвищує ергономічні властивості системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Manjunath V. Joshi Multiresolution Image Fusion in Remote Sensing / Kishor P. Upla . – Cambridge: «Cambridge university press», 2019. – 255 p.
2. Колобродов В.Г. Комплексування інформації в багатоканальних оптико-електронних системах спостереження: монографія / В.І. Микитенко. – Київ: «Аверс», 2013. - 178 с.
3. Таршин В. А., Танцюра О. Б., Куравський М. В. Шляхи покращення інформативності різноспектральних оптико-електронних систем спостереження безпілотних літальних апаратів. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2023. № 1 (50). С. 56-62. <https://doi.org/10.30748/nitps.2023.50.06>.

Куравський Максим Віталійович — Ад'юнкт науково-організаційного відділу, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. і. Кожедуба, Харків, e-mail: darin66612@gmail.com

Науковий керівник: *Таршин Володимир Анатолійович* — д-р техн. наук, професор, заступник начальника університету, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. і. Кожедуба, Харків

Kyравskiy Maksym V. — Doctoral Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, email : darin66612@gmail.com

Supervisor: *Tarshyn Volodymyr A.* — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Deputy head of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv

УДК 681.78

Г. В. Худов, А. П. Гурін, О. О. Гурін, Б. А. Лісогорський, А. В. Пономарь

ВИЯВЛЕННЯ СПЕКТРАЛЬНИХ АНОМАЛІЙ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ УДОСКОНАЛЕНОГО МЕТОДУ НА ОСНОВІ ІНФОРМАЦІЙНОГО КРИТЕРІЮ КУЛЬБАКА-ЛЕЙБЛЕРА В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ

Анотація

Робота присвячена удосконаленню методу виявлення спектральних аномалій на зображеннях, що спостерігаються за допомогою оптико-електронної системи. Під спектральною аномалією слід розуміти область невеликого розміру на зображенні, спектральні відмінності пікселів якої суттєво відрізняються від оточуючої її околиці. Було проведено аналіз відомих методів виявлення спектральних аномалій та обґрунтована доцільність використання методу на основі інформаційної міри віддаленості один від одного ймовірнісних розподілів – інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера.

Ключові слова: дивергенція Кульбака-Лейблера, оптико-електронна система, виявлення спектральних аномалій зображень, спектральний склад зображення, “ковзаюче вікно”.

Abstract

The work is devoted to the improvement of the method of detecting spectral anomalies in images observed with the help of an optical-electronic system. A spectral anomaly should be understood as a small area in the image, the spectral differences of pixels of which are significantly different from the surrounding area. An analysis of known methods for detecting spectral anomalies was carried out and the justified feasibility of using the method was based on the information measure of the distance of probability distributions from each other - Kullback-Leibler information divergence.

Keywords: Kullback-Leibler divergence, electro-optical system, detection of spectral anomalies in images, spectral composition of an image, “sliding window”.

Вступ

Аналіз динаміки процесу виявлення об'єкту за спектральними ознаками показав, що на початковому етапі виявлення, коли відомі спектральні характеристики фону, а спектральні характеристики об'єкту пошуку не відомі, доцільно використовувати виявлювач аномалій.

За останній час було створено ряд методів виявлення спектральних аномалій. Однак, жоден з них не є оптимальним [1]. Тому завдання, що полягає в удосконаленні методу виявлення спектральних аномалій, що забезпечує поліпшені характеристики, є актуальним.

Метою роботи є удосконалення методу виявлення спектральних аномалій на основі інформаційної міри віддаленості один від одного ймовірнісних розподілів – інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера, в інтересах поліпшення характеристик систем дистанційного зондування.

Результати дослідження

Для виявлення спектральних аномалій у роботі [2] було розроблено метод розподілу досліджуваних зображень, названий авторами методом “ковзаючого вікна”.

Метод полягає в тому, що обираються два вікна обробки, перше з них - “внутрішнє” - інтерпретується як область потенційної аномалії, а друге - “зовнішнє” - як околиця цієї потенційної аномалії (дані “внутрішнього” вікна не потрапляють до даних розрахунку “зовнішнього” вікна). Зазначена пара вікон займає послідовно усі можливі розташування в площині зображення (наприклад, в режимі рядково-стовпцевої розгортки) та для кожного їх розташування розраховується спектральна відмінність – аномальність між вікнами з метою виявлення максимальної відмінності.

Для визначення властивостей кожної з двох спектральних ділянок зображення, в кожному вікні слід визначити наскільки інформаційна ентропія одного розподілу (належить до зображення одного вікна) відрізняється від ентропії іншого розподілу (належить до зображення іншого вікна). Для визначення дивергенції Кульбака-Лейблера необхідно обчислити інформаційну ентропію двох розподілів та розрахувати їх різницю.

На рисунку (рис. 1) в трафареті зображені два вікна. Слід відмітити, що кожне з вікон містить внутрішню область (“внутрішнє” вікно) для розрахунку відмінності між нею та зовнішньою областю (“зовнішнім” вікном) з метою виявлення спектральних аномалій.

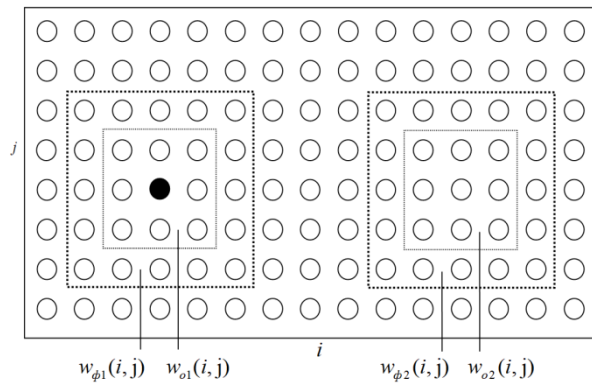


Рис. 1. Принцип виявлення спектральних аномалій зображень з використанням інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера

В інтересах вирішення поставленого завдання будемо вважати, що у “внутрішньому” вікні статистичні характеристики зображення визначаються класом ω_o , а в “зовнішньому” вікні - класом $\omega_\phi(i, j)$. Слід розрахувати величину дивергенції Кульбака-Лейблера між розподілами “ковзаючого вікна”. Послідовно змінюючи розташування “ковзаючого вікна” в режимі рядково-стовпцевої розгортки, слід оцінити дивергенції усіх його можливих розташувань на зображенні. Після проведення розрахунків дивергенції для усіх ділянок зображення, рішення про наявність спектральної аномалії приймається для ділянки, у якій показник дивергенції буде найбільшим. На даній ілюстрації (рис. 1) найбільший показник дивергенції буде в розташування “ковзаючого вікна” №1 (зліва), що й вкаже на наявність в його “внутрішньому” вікні спектральної аномалії зображення.

Отже, сутність методу складається з порівняльного аналізу, що здійснюється за величиною статистичних розподілів сигналів двох класів ω_o та ω_ϕ , які належать досліджуваній ділянці зображення. Ділянка складається з “внутрішнього” вікна (розподіл сигналу ω_o) та “зовнішнього” вікна (розподіл сигналу ω_ϕ). Зазначена пара вікон займає послідовно усі можливі розташування в площині зображення (в режимі рядково-стовпцевої розгортки) та для кожного їх розташування розраховується величина інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера.

Зазвичай під час вирішення завдання розпізнавання застосовується математичне очікування правдоподібності для класів ω_o та ω_ϕ і оцінюється роздільність класів за різницею математичних очікувань [3]:

$$D = \int_{\mathcal{X}} p(\bar{X} / \omega_o) \ln \frac{p(\bar{X} / \omega_o)}{p(\bar{X} / \omega_\phi)} d\bar{X} - \int_{\mathcal{X}} p(\bar{X} / \omega_\phi) \ln \frac{p(\bar{X} / \omega_o)}{p(\bar{X} / \omega_\phi)} d\bar{X}, \quad (1)$$

де $p(\bar{X} / \omega_o)$ – щільність ймовірності прийнятої реалізації за наявності сигналу класу ω_o ; $p(\bar{X} / \omega_\phi)$ – щільність ймовірності прийнятої реалізації за наявності сигналу класу ω_ϕ ; $\ln \frac{p(\bar{X} / \omega_o)}{p(\bar{X} / \omega_\phi)}$ – відношення правдоподібності для класів ω_o та ω_ϕ .

Припустимо, що прийняті k-мірні реалізації за умов наявності сигналів класів ω_o та ω_ϕ підкоряються нормальному закону з відповідними щільностями ймовірності:

$$p(\bar{X} / \omega_o) = N(\bar{\mu}_o, \Gamma_o); \quad (2)$$

$$p(\vec{X} / \omega_\phi) \bar{\omega}_0 N(\bar{\mu}_{\omega_\phi} \Gamma_\phi), \quad (3)$$

де $\bar{\mu}_0$ та $\bar{\mu}_\phi$ математичні очікування класів та ; Γ_0 та Γ_ϕ – кореляційні матриці класів та .

Скориставшись (1), отримаємо вираз дивергенції Кульбака-Лейблера, який матиме наступний вигляд [3]:

$$D = \frac{1}{2} \left[\vec{\xi}^T (\Gamma_0^{-1} + \Gamma_\phi^{-1}) \vec{\xi} + \text{tr}(\Gamma_0 \Gamma_\phi^{-1} + \Gamma_\phi \Gamma_0^{-1} - 2I) \right] \quad (4)$$

де $\vec{\xi} = \underline{\mu} - \bar{\mu}_\phi$ – вектор різниці математичних очікувань класів та ω_0 – ω_ϕ – одинична матриця; O – слід матриці; Γ_0 та Γ_ϕ – кореляційні матриці класів та .

Метод $\text{tr}(\cdot)$ включає наступні операції:

По-перше: в результаті реєстрації випромінювання деякого предметного простору формується повнокольорове цифрове RGB зображення.

По-друге: у зображенні слід виділити ділянку, яка складається з «внутрішнього» та «зовнішнього» вікон.

По-третє: відповідно до кольорової моделі RGB кожен елемент «внутрішнього» та «зовнішнього» вікон ділянки зображення з координатами (i, j) представляється у вигляді вектору $\vec{X}_{i,j} = [x_R(i, j), x_G(i, j), x_B(i, j)]^T$ в тривимірному евклідовому просторі, де x_R , x_G , x_B – значення яскравості, які виміряні в червоному (R-red), зеленому (G-green) та синьому (B-blue) спектральних каналах [4].

По-четверте: скориставшись виразом (4), необхідно розрахувати інформаційну дивергенцію Кульбака-Лейблера обраної ділянки ().

Далі, багаторазово змінюючи розташування «ковзаючого вікна» та за допомогою методу отримавши декілька значень дивергенції, існує можливість виявити спектральну аномалію за найбільшим значенням величини дивергенції. Рішення про наявність спектральної аномалії приймається для ділянки, показник дивергенції якої виявиться найбільшим.

Припустимо, що мається кольорове зображення (рис. 2), отримане з літального апарату в простих метеоумовах за допомогою цифрового фотоапарату, розміром елементів роздільної здатності (пікселів). На ньому зображений лісовий масив з розташуванням на ньому спектральною аномалією (танком). Виділено ділянку на зображенні (рис. 3) з «внутрішнім» та «зовнішнім» вікнами (помічена білим контуром).

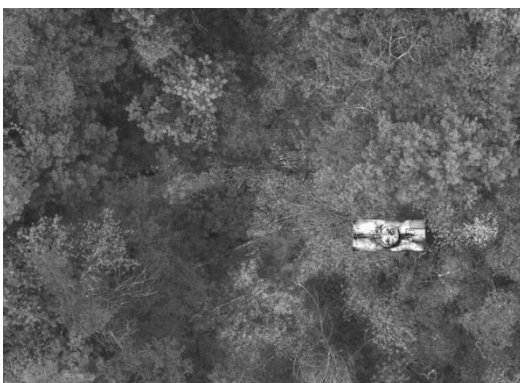


Рис. 2. Досліджуване цифрове RGB зображення Рис. 3. Розташування «ковзаючого вікна» №1

Використовуючи вираз (4), виконаємо розрахунок величини дивергенції Кульбака-Лейблера (розташування №1). Отримаємо: $D_1 = 1,858$.

Далі слід змінити розташування даної ділянки (виділеної пари вікон) з наступним обчисленням інформаційної дивергенції для поточного його розташування. Цю операцію слід повторити для усіх можливих розташувань «ковзаючого вікна» на зображенні.

Наведемо для аналізу результати ще двох умовних розташувань “ковзаючого вікна” - розташування №2 (рис. 4) та розташування №3 (рис. 5).



Рис. 4. Розташування “ковзаючого вікна” №2



Рис. 5. Розташування “ковзаючого вікна” №3

Використовуючи вираз (4), виконаємо розрахунок величини дивергенції Кульбака-Лейблера цих розташувань “ковзаючого вікна”.

Отримаємо: (розташування “ковзаючого вікна” №2) та $D_3 = 0,908$ (розташування “ковзаючого вікна” №3).

Отже, проаналізувавши результати математичного моделювання, можна зробити наступні висновки:

1. Метод дозволяє виявити спектральну аномалію на зображенні, що спостерігається за допомогою оптико-електронної системи.
2. Рішення про наявність спектральної аномалії приймається для ділянки, у якій показник дивергенції буде найбільшим (розташування “ковзаючого вікна” №1).
3. Точність визначення положення спектральної аномалії на зображенні залежить від розміру “внутрішнього” вікна, оскільки дає можливість збільшити область її пошуку.

Висновки

Робота присвячена удосконаленню методу виявлення спектральних аномалій на зображеннях, що спостерігаються за допомогою оптико-електронної системи. Під спектральною аномалією слід розуміти область невеликого розміру на зображенні, спектральні відмінності пікселів якої суттєво відрізняються від оточуючої її околиці. Спектральна відмінність виявляється за значенням інформаційного показника - інформаційної дивергенції Кульбака-Лейблера. Проведено математичне моделювання методу виявлення спектральних аномалій зображень. Показано, що найбільше значення величини дивергенції Кульбака-Лейблера вказує на наявність на даній ділянці зображення спектральної аномалії.

Список використаних джерел

1. Borghys D., Achard V., Rotman S.R., Gorelik N., Perneel C., Schweicher E. Hyperspectral anomaly detection: A comparative evaluation of methods. *XXXth URSI General Assembly and Scientific Symposium*. IEEE. 2011. P. 1-4. <https://doi.org/10.1109/URSIGASS.2011.6050650>.
2. Денисова А.Ю., Мясников В.В. Обнаружение аномалий на гиперспектральных изображениях. *Компьютерная оптика*. 2014. Т. 38. № 2. С. 287-296.
3. Fukunaga K. Introduction to statistical pattern recognition. San Diego : Academic Press, Inc., 1990. 626 p.
4. Gonzalez R.C., Woods R.E. Digital Image Processing, fourth edition, Global Edition. New York : Pearson Education Limited, 2018. 1022 p.

Худов Геннадій Володимирович - доктор технічних наук, професор, начальник кафедри тактики радіотехнічних військ факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони Харківського національного університету Повітряних

Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: 2345kh_hg@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-3311-2848>.

Гурін Артем Петрович - ад'юнкт (штатний) науково-організаційного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: tema0504@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8536-4924>.

Гурін Олег Олександрович - кандидат технічних наук, старший викладач кафедри озброєння радіотехнічних військ факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: Goorin.oleg@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-7216-7497>.

Лісогорський Богдан Анатолійович - кандидат технічних наук, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: lisogorskiy.b@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-5345-0345>.

Пономарь Андрій Васильович - старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії факультету радіотехнічних військ протиповітряної оборони Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: Andreyponomar1980@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6854-6892>.

Khudov Hennadii V. - Doctor of Engineering Science Professor, Head of the Department of Tactics of the Radio Technical Forces Faculty of Radio Engineering of the Air Defense Forces of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: 2345kh_hg@ukr.net. <https://orcid.org/0000-0002-3311-2848>.

Hurin Artem P. - Post-Graduate (full-time) student of the scientific and organizational department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: tema0504@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-8536-4924>.

Goorin Oleg O. - PhD in Engineering, Senior Lecturer of the Department of Weapons of Radio-Technical Forces Faculty of Radio Engineering of the Air Defense Forces of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Goorin.oleg@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-7216-7497>.

Lisohorskyi Bohdan A. - PhD in Engineering, senior researcher of the research laboratory Faculty of Radio Engineering of the Air Defense Forces of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: lisogorskiy.b@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-5345-0345>.

Ponomar Andriy V. - senior researcher of the research laboratory Faculty of Radio Engineering of the Air Defense Forces of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Andreyponomar1980@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6854-6892>.

УДК: 621.396.96

В. Й. Климченко, В. О. Тютюнник, М. Р. Арасланов, К. А. Тах'ян

ОБҐРУНТУВАННЯ ТИПУ ПЕРЕДАВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ТА ПАРАМЕТРІВ ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ В СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ РЛС ВІЯВЛЕННЯ ГІПЕРЗВУКОВИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Анотація. Обґрунтовано вибір типу передавального пристрою та визначені доцільні значення параметрів зондувальних сигналів в радіолокаційній станції виявлення гіперзвукових літальних апаратів.

Ключові слова: радіолокаційна станція, гіперзвукові літальні апарати, передавальний пристрій, зондувальний сигнал.

Abstract. The choice of the type of transmission device is substantiated and the appropriate values of the parameters of sounding signals in the radar station for the detection of hypersonic aircraft are determined.

Keywords: radar, hypersonic aircraft, transmitting device, sounding signal.

В сучасних потужних радіолокаційних станціях (РЛС) огляду повітряного простору передавальні пристрої будуються за схемою "збудник – підсилювач потужності". Така схема дозволяє формувати зондувальні сигнали з істиною внутрішньою когерентністю, що зводить до мінімуму втрати при когерентному накопиченні сигналів і підвищує ефективність фільтрації сигналів на тлі пасивних перешкод. Формування малопотужної напруги збудження доцільно здійснювати цифровим способом або на проміжній частоті, або безпосередньо на робочій частоті РЛС, в залежності від використовуваної розробниками елементної бази. Швидкодії сучасної елементної бази достатньо для цифрового формування високостабільних коливань на частотах в кілька ГГц [1].

Роль підсилювачів потужності зондувальних сигналів в оглядових РЛС тривалий час виконували вакуумні підсилювачі надвисокочастотних (НВЧ) сигналів, незважаючи на низку властивих їм [2] недоліків.

Поява в середині ХХ століття напівпровідникових пристроїв, відкрило нову еру радіоелектроніки. Проте до початку ХХІ століття не існувало передавальних пристроїв в повністю твердотільному виконанні, навіть не дивлячись на істотні їх переваги перед вакуумними пристроями.

Недоліком твердотільних передавальних пристроїв часто вважають неможливість отримання від одного каскаду необхідної потужності. Але в поєднанні з технологіями фазованих антенних решіток (ФАР) означений недолік обертається черговою перевагою. Замість того, щоб доводити за допомогою фідерних ліній високочастотну енергію потужного передавального пристрою до випромінювачів ФАР (з неминучими при цьому значними втратами), достатньо розташувати малогабаритні та малопотужні підсилювальні модулі безпосередньо біля випромінювачів і досягати необхідної потужності через когерентне складання сигналів у просторі. Поєднання технологій твердотільних передавальних пристроїв і ФАР призвело до виникнення технологій активних фазованих антенних решіток (АФАР).

Використання технологій АФАР не тільки зменшує в рази ваго-габаритні характеристики передавальних пристроїв та усуває втрати високочастотної енергії в протяжних фідерних трактах, а й підвищує надійність всього пристрою в цілому, оскільки відмова навіть кількох підсилювальних модулів приводить лише до певного погіршення характеристик АФАР, а не до відмови всієї системи випромінювання сигналів. Крім того, низькі пікові потужності дозволяють використовувати малопотужні перемикачі передача-прийом в АФАР, в разі використання їх одночасно для роботи і на випромінювання, і на прийом.

Отже, серед усіх типів передавальних пристроїв, що використовуються в оглядових РЛС розвідки повітряного простору, в РЛС виявлення та супроводження гіперзвукових літальних апаратів (ГЗЛА) доцільним є використання твердотільних передавальних пристроїв, побудованих в сукупності з фазованими антенними решітками за єдиною технологією АФАР.

Побудова передавального пристрою за принципом просторового складання сигналів, сформованих уніфікованими твердотільними підсилювачами, фактично диктує необхідний тип

зондувального сигналу. Оскільки твердотільні підсилювачі не можуть генерувати високі імпульсні потужності, то необхідна середня потужність досягається через використання якомога триваліших модулюючих імпульсів. А для забезпечення необхідної точності та розрізняльної здатності по дальності потрібно використовувати внутрішньоімпульсну частотну, фазову, чи комбіновану модуляцію.

Отже, в РЛС виявлення ГЗЛА можуть використовуватись лише так звані складні зондувальні сигнали з певною внутрішньоімпульсною модуляцією, для яких $\Pi \cdot \tau_i \gg 1$, де Π – ширина спектра зондувального сигналу, а τ_i – тривалість зондувального сигналу. Добуток $\Pi \cdot \tau_i$ називають також базою сигналів. Іноді такі сигнали в технічній літературі називають широкосмуговими радіолокаційними сигналами [3].

Тип внутрішньоімпульсної модуляції зондувального сигналу принципового значення не має. І частотна, і фазова модуляції мають свої переваги і недоліки, які в сукупності урівноважують їхні можливості. Вибір ширини спектра сигналів здійснюють з міркувань забезпечення необхідної точності та розрізняльної здатності по дальності. Для забезпечення вимог щодо означених тактико-технічних характеристик достатньою буде ширина спектра приблизно 150...200 кГц.

Тривалість сигналів τ_i вибирають зазвичай якомога більшою, але з урахуванням певних обмежень. По-перше, твердотільні передавачі мають обмеження щодо шпаруватості їхньої роботи $Q = \frac{T_{\Pi}}{\tau_i}$, де T_{Π} – період повторення зондувальних сигналів. Величина Q зазвичай не

може бути менше 10. Отже має бути $\tau \leq 0,1 \cdot T_{\Pi}$. По-друге, велика тривалість зондувального сигналу (ЗС) призводить до виникнення ефекту "сліпої дальності", коли приймальні пристрої не можуть обробляти прийняті сигнали через дію потужного зондувального сигналу.

Для боротьби з ефектом "сліпої дальності" використовують складені зондувальні сигнали (рис. 1). В кожному такті зондування спочатку випромінюють зазвичай "гладкий" (без внутрішньоімпульсної модуляції) імпульс, тривалість якого визначається, як зворотна величина спектру основного зондувального сигналу і в РЛС виявлення ГЗЛА має становити 5...6 мкс. Цим імпульсом здійснюється зондування зони "сліпої дальності", після чого випромінюється основний зондувальний сигнал, яким здійснюється зондування простору поза "сліпою дальністю".



Рисунок 6.11 – Використання складених зондувальних сигналів для усунення ефекту "сліпих дальностей"

Якщо енергії "гладкого" імпульсу не вистачає для перекриття "сліпої дальності", то вводять ще один допоміжний імпульс, але уже з внутрішньоімпульсною модуляцією. Базу такого імпульсу вибирають значно меншою, ніж база основного сигналу, і такою, щоб енергії цього допоміжного імпульсу вистачило для перекриття "сліпої дальності" основного зондувального сигналу. А "сліпа дальність", яку створює цей допоміжний імпульс, перекривається "гладким" імпульсом.

В РЛС виявлення ГЗЛА період повторення зондувальних сигналів має бути не менше 6 мс для однозначного виявлення цілей на дальностях до 700...800 км і максимально припустима тривалість основного зондувального сигналу буде становити 600 мкс. Отже, "сліпа дальність" протяється до 90 км. База цього сигналу при ширині його спектру 150...200 кГц буде становити $\tau = 90 \dots 120$. А це значить, що енергія "гладкого" імпульсу є в стільки ж разів меншою, ніж енергія основного зондувального сигналу. Максимальна дальність виявлення цілей з використанням такого "гладкого" імпульсу буде в $\sqrt[4]{90 \dots 120} \approx (3 \dots 3,5)$ раз менше, ніж максимальна дальність виявлення цілей з використанням основного ЗС, і буде становити приблизно 200...250 км, що значно перебиває зону "сліпої дальності".

Отже, в РЛС виявлення ГЗЛА прийнятним буде складений зондувальний сигнал з одним допоміжним немодульованим ("гладким") сигналом тривалістю 5...6 мкс і основним складномодульованим зондувальним сигналом з шириною спектра $\Pi = (150 \dots 200)$ кГц і тривалістю 600 мкс, тобто з базою $\tau = 90 \dots 120$.

Список використаних джерел

1. Шмаков С. Б. Энциклопедия радиолобителя. Современная элементная база / С. Б. Шмаков. М.: Наука и техника. 2012.– 383 с.
2. Ремезов А. От магнетронов до твердотельных передатчиков. Бюро военно-политического анализа. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://bvpa.ru/от-магнетронов-до-твердотельных-пере/> Опубліковано 22.08.2017.
3. Ширман Я.Д. Использование широкополосных зондирующих сигналов в задаче наведения зенитных управляемых ракет / Я.Д. Ширман, П.В. Потелешенко, И.И. Сачук, В.М. Орленко / Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, 2008, випуск 2(17). С. 55–60.

Климченко Василь Йонович, кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, vasklim@i.ua.

Тютюнник Владислав Олександрович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, tvlad1970@gmail.com.

Арасланов Михайло Рімович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, armiri@ukr.net.

Тах'ян Кристина Альбертівна, старший науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, madi27@ukr.net.

Vasyl Klimchenko, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, vasklim@i.ua.

Vladyslav Tiutiunnyk, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Head of Scientific Research Department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, tvlad1970@gmail.com.

Mikhail Araslanov, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, armiri@ukr.net.

Kristina Tahyan, Senior Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, madi27@ukr.net.

УДК 355.422

Г. В. Табачук

КОМПЛЕКСНІ ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ – ОБОВ'ЯЗКОВА ПРАКТИЧНА СКЛАДОВА ЧАСТИНА ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ

Анотація. Комплексні практичні заняття спрямовуються на вивчення майбутніми офіцерами запасу досвіду бойових дій підрозділів та військових частин Збройних Сил України, формування в них високих морально-психологічних, військово-професійних та лідерських якостей, необхідних для подальшого виконання військового обов'язку за призначенням.

Ключові слова: Комплексні практичні заняття, громадяни України, військова кафедра, психологічна підготовка, навчальні дисципліни.

Annotation. Comprehensive practical classes are aimed at future reserve officers studying the combat experience of units and military units of the Armed Forces of Ukraine, forming high moral-psychological, military-professional and leadership qualities in them, necessary for the further performance of military duty as assigned.

Keywords: Complex practical classes, citizens of Ukraine, military department, psychological training, educational disciplines.

Комплексні практичні заняття спрямовуються на вивчення майбутніми офіцерами запасу досвіду бойових дій підрозділів та військових частин Збройних Сил України, набутого під час виконання бойових завдань у зоні проведення бойових дій у війні росії проти України, формування в них високих морально-психологічних, військово-професійних та лідерських якостей, необхідних для подальшого виконання військового обов'язку за призначенням. Особливу увагу звертається на психологічну підготовку громадян з метою формування у них психологічної стійкості та психологічної готовності до бою.

З громадянами, які закінчили перший рік навчання за програмою підготовки офіцерів запасу на кафедрі військової підготовки Вінницького національного технічного університету, проводяться комплексні практичні заняття з вивчення курсу первинної військово-професійної підготовки та тактичної медицини. Заняття відбуваються за всіма військово-обліковими спеціальностями, які здобувають слухачі на кафедрі.

Упродовж трьох тижнів громадяни України оволодівають практичні знання із загальної тактики, військово-інженерної підготовки, військової топографії, РХБЗ, стрілецької зброї та вогневої підготовки, тактичної медицини, стройової підготовки та Статутів ЗСУ. Заняття проводять як викладачі кафедри військової підготовки ВНТУ, так і представники військових підрозділів – інженери, медики й інструктори зі стрілецької зброї.

Більшість викладачів військової кафедри ВНТУ і запрошених військових інструкторів мають бойовий досвід, який вони передають громадянам України. Водночас зацікавленість громадян найкраще оволодіти спеціальністю, яку вони здобувають, зростає із початком широкомасштабного вторгнення росії в Україну. Майбутні молодші лейтенанти запасу України вмотивовані, патріотичні, мають величезне бажання перейняти бойовий досвід у старших колег.

Для якісної підготовки комплексних практичних занять з громадянами першого курсу військова кафедра Вінницького національного технічного університету має належну матеріальну базу. В наше сьогоднішнє Міністерство оборони приділяє значну увагу питанням покращення практичної складової роботи всіх військових кафедр. Тому кафедра військової підготовки готує та подає чергову заявку на отримання спеціального майна, необхідного для практичних занять студентів 2 курсу.

Заняття з тактичної, стрілецької та вогневої підготовки проводяться у комплексі з іншими навчальними дисциплінами курсу первинної військово-професійної підготовки та тактичної медицини, що дозволяє якісно підготувати одиночного військовослужбовця до бойових дій як самостійно, так і в складі підрозділу.

Як і в Збройних Силах України, так і на кафедрі під час опанування військової знань все більше уваги приділяється тактичній медицині. На заняттях з тактичної медицини здійснюються тренування у виконанні заходів надання домедичної допомоги при пораненнях та набуваються навички у перенесенні (евакуації) поранених і хворих з поля бою з використанням табельних та підручних засобів. Запрошуються на практичні заняття викладачі медичних закладів а також кафедри військової підготовки Вінницького національного медичного університету ім. М. І. Пирогова.

Проводяться екскурсійні заняття на кафедрі анатомії Вінницького національного медичного університету імені М. І. Пирогова, Вінницького науково-дослідного експертно-криміналістичного центру Міністерства внутрішніх справ України, Національного музею-садиби імені М. І. Пирогова та церкви-усипальниці М. І. Пирогова.

На практичних заняттях з вогневої підготовки ті, хто навчається, використовуючи навчальну зброю, макети і плакати, вивчають бойові властивості, загальну будову зброї та ручних осколочних та реактивних протитанкових гранат, порядок розбирання та збирання зброї, основи та правила стрільби. Запрошуються на проведення комплексних практичних занять військовослужбовці Національної гвардії України, які мають досвід ведення бойових дій у війні росії проти України та

На практичних заняттях з військової топографії громадяни України отримують практичні знання та уміння в орієнтуванні карти для виконання бойових завдань на незнайомій місцевості у різних умовах бойових дій. З дисципліни РХБЗ підрозділів відпрацьовують засоби індивідуального захисту та користування ними.

В кінці кожного практичного заняття викладачі кафедри підводять підсумки, визначають кращих, вказують на недоліки.

На завершальному етапі проведення комплексних практичних занять з вивчення курсу первинної військово-професійної підготовки ті, хто навчається оцінюються за результатами комплексного контрольного заняття.

Враховуючи те, що проведення комплексних практичних занять є завершальним етапом військової підготовки громадян першого курсу, можна з впевненістю зазначити, що слухачі кафедри отримали достатній рівень знань та вмінь, що дозволить Збройним Силам України мати достатньо підготовлений резерв офіцерських кадрів.

Список використаної літератури

1. Закон України “Про військовий обов’язок і військову службу”.
2. Указ Президента України від 10 грудня 2008 року № 1153 «Про Положення про проходження громадянами України військової служби у Збройних Силах України».
3. Постанова Кабінету Міністрів України від 01 лютого 2012 року № 48 (зі змінами) «Про затвердження Порядку проведення військової підготовки громадян України за програмою підготовки офіцерів запасу».
4. Наказ Міністерства Оборони України Міністерства освіти і науки від 14.12.2015 року №719/1289 «Про затвердження Інструкції про організацію військової підготовки громадян України за програмою підготовки офіцерів запасу») із змінами, внесеними згідно з наказами Міністерства Оборони №316/833 від 18.06.2019, №147/619 від 12.05.2020, №331/1125 від 25.10.2021).
5. Варій М.Й., Козяр М.М., Коваль М.С Військова психологія і педагогіка: навч. посібник. За заг. ред. М. Й. Варія. Львів: Сполом, 2003. 624 с.
6. Кафедра військової підготовки Вінницького національного технічного університету.

Табачук Григорій Васильович - викладач кафедри військової підготовки Вінницького національного технічного університету, e-mail: gtabachukv@gmail.com.

Hryhoriy Vasyliovych Tabachuk - lecturer at the Department of Military Training of the Vinnytsia National Technical University, e-mail: gtabachukv@gmail.com.

УДК 623.746.-519

А. В. Калюжний, І. В. Віщун

ПРИНЦИП ВИЯВЛЕННЯ МІН ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА

Анотація. Запропоновано вдосконалення нового методу виявлення мін.

Ключові слова: георадар, георадіолокація, магнітометр, безпілотний авіаційний комплекс, безпілотний літальний апарат.

Annotation

The introduction of a new mine detection method is proposed.

Key words: georadar, georadiolocation, magnetometer, unmanned aircraft complex, unmanned aerial vehicle.

Вступ

Внаслідок бойових дій Україна стала найбільш замінованою країною у світі. В землі залишається безліч вибухонебезпечних предметів (ВНП). Сапери добре знають сумну статистику: один рік війни – десять років розмінування. Окрім різних мін – протипіхотних, протитанкових або саморобних вибухових пристроїв, на полях залишаються нерозірвані снаряди, ракети та гранати. З часом вони осідають з поверхні в глибину до декількох метрів, де їх відшукати звичайними пошуковими пристроями досить важко. Також існують міни з невеликим вмістом металів, або в пластиковому корпусі такі як ПФМ-1, МОН-50, ПМН-1. Тому процес розмінування потребує доповнення новими підходами виявлення мін, зокрема за допомогою безпілотних авіаційних комплексів.

Результат дослідження

В результаті досліджень в пошуковій ситемі Google на тему «Виявлення мін та ВНП за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА)» з'ясовано, що готових концепцій, які перевірені та випробувані в різних умовах та на різній місцевості, досить мало,

Канадська фірма Dragan fly та український фонд Yellow-Blue представили нову програму з розмінування територій за допомогою БПЛА, оснащених дистанційними датчиками, що реагують на компоненти ВНП.

Згідно цієї програми виявлення ВНП виглядає так. БПЛА коптерного типу із датчиком, що приєднаний до нього на довгому кабелі, облітає майданчик, що досліджується. За декілька проходів на екрані ноутбука виникає тривимірна модель поверхні і зрізи зображень на різній глибині. Експрес-оцінка показує місця, де розташовані ВНП.

Робочий процес розмінування нараховує декілька етапів. Спочатку в реальному часі в систему з коптера надходять геолокаційні дані. Далі вони обробляються за допомогою хмарних технологій. У процесі обробки відбувається аналіз і порівняння виявлених ВНП із бібліотеками даних таких предметів. Зокрема можливе підключення бібліотек розроблених саперами з різних країн, які мають досвід роботи з російськими та радянськими мінами. Далі складаються тривимірні карти на яких позначаються аномалії, що можуть нести загрозу. Дані збираються за допомогою кількох датчиків під час обльоту ділянки, а обробка відбувається до 24 годин.

Для розробки рішення щодо процесу розмінування застосовано таке обладнання:

- коптер із гіперспектральною камерою;
- коптер із магнітометром.

Гіперспектральна камера дозволяє отримати гіперспектральне зображення майданчика, що досліджується. Гіперспектральне зображення, як і інші методи спектрального зображення, збирає і обробляє інформацію про електромагнітний спектр. Задачею гіперспектрального зображення є отримати спектр для кожного пікселя зображення сцени, з метою знаходження об'єктів, визначення матеріалів, або здійснення процесів розпізнавання.

Магнітометр – прилад для вимірювання напруженості магнітного поля та інших магнітних величин, зокрема магнітних характеристик матеріалів. Одним з найпоширеніших є магнітомеханічний магнітометр, в якому відбувається взаємодія двох постійних магнітів у вимірюваному магнітному полі, внаслідок чого один з них відхиляється на певний кут.

Застосування цих двох приладів в запропонованій програмі розмінування не надасть 100% картину замінування місцевості. Для отримання більшого масиву інформації про

місцевість і більш детального та глибшого її аналізу на наявність ВВП пропонується доповнити список обладнання для розмінування георадаром.

Георадар – це це мікропроцесорний геофізичний прилад для проведення швидкого профілювання ґрунту. Це найдосконаліша техніка отримання розрізів ґрунту, що не вимагає буріння або розкопок. Прилад «просвічує» ґрунт на глибину до 20-30 метрів.

Георадіолокація (підповерхнєве радіолокаційне зондування; англ. ground-penetrating radar, GPR)- геофізичний метод оснований на випроміненні імпульсів електромагнітних хвиль і реєстрації сигналів, відбитих від різних об'єктів ділянки поверхні, що зондується.

БпЛА додатково споряджений георадаром виконує обліт заданої ділянки місцевості. За допомогою програмного забезпечення і результатів георадіолокації система виявлення мінної загрози обробляє отримані дані, які відображаються на тривимірній карті.

При використанні безпілотних авіаційних комплексів обладнаних гіперспектральною камерою, магнітометром та георадаром проектується тривимірна карта місцевості з спектральним, магнітним та георадіолокаційним зображенням. Тривимірну карту аналізує і обробляє штучний інтелект, результати роботи якого отримує оператор. При обробці даних, для більшої ефективності і скорочення часу використовується програмне забезпечення з штучним інтелектом, але остаточне рішення щодо розмінування приймається оператором системи.

Висновок

Використання БпЛА в пошуках ВВП має більшу ефективність порівняно з традиційними методами. При дослідженні місцевості на наявність ВВП за допомогою коптера з спектральною камерою та магнітометром дають високі результати їх виявлення. Застосування БпЛА обладнаного додатково ще і георадаром розширює можливості дослідження місцевості. Спектральний, магнітний і геолокаційний аналіз з подальшою побудовою тривимірної карти та застосуванням для обробки даних штучного інтелекту, вдосконалює процес виявлення мінної обстановки та скорочує час на розмінування. Переваги застосування БпЛА разом з наземними безпілотними системами при виявленні ВВП очевидна. Наземні безпілотні системи розмінування, які можуть бути підірвані ВВП, крім того не завжди мають можливість подолання складних перешкод. Концепція використання БпЛА в пошуках ВВП має перспективи для розвитку. Це залежить від створення програмного забезпечення, розвитку електронних бібліотек ВВП, удосконалення обладнання під специфіку її застосування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. <https://armyinform.com.ua/2022/07/15/v-ukrayini-miny-shukatymut-za-dopomogoyu-droniv/>
2. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80>
3. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%B4%D0%B0%D1%80>
4. <https://www.youtube.com/watch?v=ozJfrerLqXM&list=LL&index=1>
5. <https://web.archive.org/web/20191216203014/https://books.google.com/books?id=JhBbXwFaA6sC>
6. <https://web.archive.org/web/20191216203014/https://books.google.com/books?id=DqmWQk01mIIC&pg=PR13>

Калюжний Андрій Володимирович, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: andrey8smit9@gmail.com

Віщун Ігор В'ячеславович, викладач Кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: viv@vntu.edu.ua

Kaliuzhnyi Andrii Volodymyrovych, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: andrey8smit9@gmail.com

Vishchun Igor Vyacheslavovich, Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: viv@vntu.edu.ua

УДК 621.396

Ю. В. Севостьянов, С. М. Каратєєв, А. О. Копилов, М. С. Семенов

ЗАСТОСУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ АЕРОСТАТНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ПОШУКУ, ВИЯВЛЕННІ, АВТОСУПРОВОДЖЕННІ НИЗЬКОЛЕТЮЧИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

Анотація. В доповіді розглянуті основні підходи щодо тактико – технічних вимог при проектуванні аеростатних радіолокаційних комплексів для їх подальшого застосування при рішенні задач пошуку, виявлення і автосупроводження повітряних аеродинамічних цілей, які рухаються на малих і гранично малих висотах та балістичних цілей у момент старту та набору висоти в умовах радіолокаційного обрїю радіолокаційного комплексу, який знаходиться на борту аеростата.

Ключові слова: аеростат, автосупроводження, виявлення, пошук, радіолокаційний комплекс, радіолокаційний обрїй, аеродинамічні цілі, мали висоти, балістичні цілі, сліпі ракурси.

Abstract. The report examines the main approaches to the tactical and technical requirements in the design of aerostat radar systems for their further application in solving the tasks of searching, detecting and auto-tracking air aerodynamic targets that move at low and extremely low altitudes and ballistic targets at the time of launch and gaining altitude in the conditions radar horizon of the radar complex, which is on board the balloon.

Keywords: balloon, auto escort, detection, search, radar complex, radar horizon, aerodynamic targets, low altitude, ballistic targets, blind angles.

На теперішній час, як показує історія ведення війн із застосуванням противником літальних апаратів при нападі на протилежну сторону, радіолокаційні системи (РЛС) наземного базування, які призначені для огляду повітряного простору не спроможні виявляти радіолокаційні цілі, які летять на малих і тим паче на гранично малих висотах, а якщо дані цілі виявляються даними радіолокаційними системами, то час на прийняття рішень щодо автосупроводження і на сам кінець їх знищення дуже малий. Це приводить до великої ймовірності пропуску цілей та прориву їх нашої оборони[1].

Факт не спроможності виявляти радіолокаційні цілі, які летять на малих і тим паче на гранично малих висотах, існуючими радіолокаційними системами наземного базування полягає у тому, що діаграма спрямованості антени даної радіолокаційної системи зорієнтована з низу у гору під кутом α . Кут β , який зорієнтований від лінії обрїю, яка проходить через фокальну вісь антени радіолокаційної системи, до нижньої межі головного пелюстка діаграми спрямованості антенирадіолокаційної системи, показує зону, в якій діаграма спрямованості антени не може нахилитись, тим самим радіолокаційна система в даній зоні не може функціонувати і повітряні аеродинамічні цілі, які летять в даній зоні не виявляються[2]. Дана зона називається зоною не виявлення або "мертвою зоною", як показано на рисунку 1.

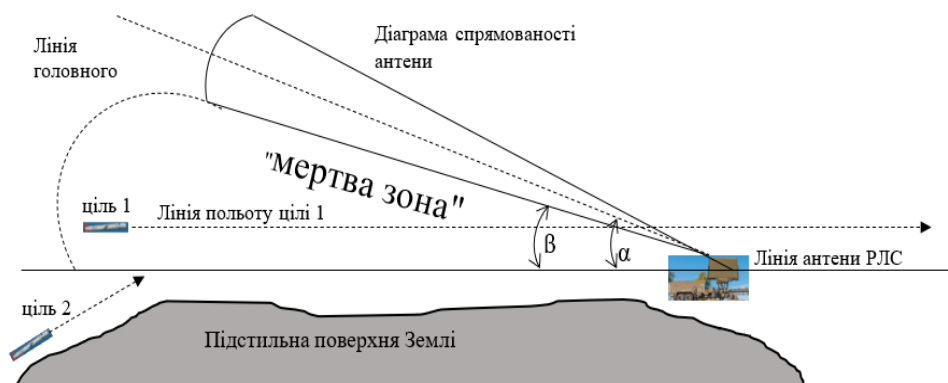


Рис. 1 Схема зони не виявлення повітряних цілей, які рухаються на малих (ціль 1) та гранично малих (ціль 2) висотах ("мертва зона")

"Мертва зона" викликана декількома факторами, два з них головні:

- по перше, якщо діаграма спрямованості антени радіолокаційної системи опуститься нижче кута β , то головний пелюсток її буде торкатися підстильної поверхні Землі, яка буде давати завади по дальності;

- по друге, якщо повітряна ціль рухається нижче лінії обрїю антени РЛС, то дані діапазони радіохвиль, на яких працюють РЛС у теперішній час не можуть забезпечити розповсюдження радіохвиль за радіобрїю РЛС.

Під час існування Радянського Союзу на озброєнні військ протиповітряної оборони СРСР були РЛС, які працювали на довгих і дуже довгих хвилях, на які впливали тропосферні рефракції (негативна підвищена, критична та понадрефракція).

Негативна тропосферна рефракція дозволяла розповсюджуватись радіохвилям РЛС за радіобрїю з радіусом кривизни у 25000 кілометрів. Критична тропосферна рефракція мала радіус кривизни, який дорівнює радіусу Землі. Понад рефракція забезпечувала багаторазове відбивання радіохвиль РЛС від верхніх шарів атмосфери до Землі та навпаки[3]. На рис.2 показані дані види тропосферних рефракцій. Але такі РЛС мали великі розміри антен, так як розміри антен пропорційне залежать від довжини радіохвиль, великі потужності на випромінювання сигналів у передавачів. Такі передавачі мають відповідно великі ваги та розміри.

Радіоприймальні пристрої для забезпечення великої чутливості теж мають відповідно великі ваги та розміри. Тим самим дані РЛС вживали дуже багато електричної енергії та в основному будувалися біля електричних станцій (наприклад РЛС "Дуга" розташована біля Чорнобильської атомної електричної станції).

По друге, заобрїєвні РЛС працювали на довгих і дуже довгих хвилях радіохвиль. А такі діапазони радіохвиль не забезпечують високу точність вимірювання за дальністю та роздільну здатність по дальності виявлених цілей.

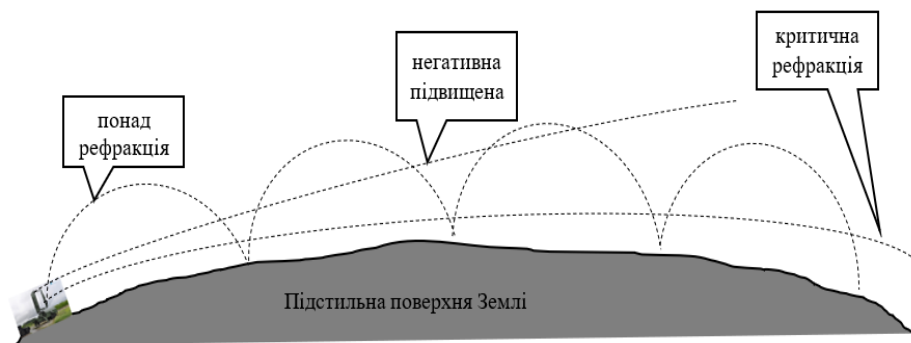


Рис.2 Види тропосферних рефракцій

В даній роботі розглядається принцип застосування аеростатних радіолокаційних комплексів спостереження за навколоремною зоною повітряного простору. Діаграма спрямованості антени радіолокаційного комплексу (РЛК), який встановлений на платформі аеростата зорієнтована під негативним кутом відносно лінії обрїю фокальної висі антени РЛК, тобто спрямована до низу під деяким кутом γ [4]. Електрично живиться аеростатний РЛК від електричних станцій, які розташовані на поверхні Землі. Передача електричної енергії і фіксація аеростата з Землею здійснюється за допомогою кабель – тросу. На рис.3 пояснюється принцип спостереження за навколоремною зоною повітряного простору аеростатними РЛК.

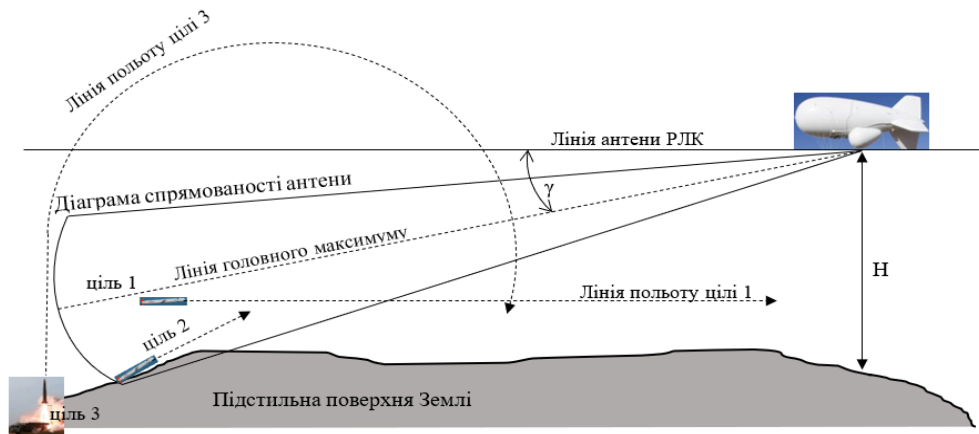


Рис.3 Спосіб спостереження за навколосемною зоною повітряного простору аеростатними РЛК

З рис. 3 видно, що балістичні цілі (в даному випадку ціль 3) виявляється на активної ділянці польоту (під час старту і набору швидкості). Формула (1) показує максимальну дальність виявлення повітряних цілей D (км) за радіобієм для радіохвиль ультракорохвильового діапазону, який застосовується в радіолокації[5].

$$D_{\max} = 3,14(\sqrt{H_{\text{ц}}} + \sqrt{H_{\text{РЛК}}})(1)$$

Де: $H_{\text{ц}}$ – висота польоту цілі; $H_{\text{РЛК}}$ – висота підйому РЛК на аеростаті

З формули (1) видно, що для достатньо результативного виявлення вищевказаних цілей, аеростат повинен піднятий над поверхнею Землі на висоту не менш ніж $H \geq 3000$ метрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Основи побудови радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору: конспект лекцій / К. С. Васюта, О. В. Тесленко, В. М. Купрій, О. А. Малишев. – Х.: ХУПС, 2013. – 212 с.: іл.
2. Конспект лекцій з дисципліни «Радіотехнічні системи» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності - 172 «Телекомунікації та радіотехніка»./Укл.: Сем'янов О.М., Марченко С.В. - Кам'янське; ДДТУ, 2018 р. – 88 с.
3. Волинець В.Л., Мамонова Н.Л. Щодо розрахунку зон спостереження аеростатною системою з підвісною радіолокаційною станцією. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації*. 2016. № 12(19) С.56-60.
4. Певцов Г.В., Олещук М.М. Аналіз спроможностей оглядових РЛС РТВ щодо виявлення, супроводження та ідентифікації безпілотних літальних апаратів. *Системи озброєння і військова техніка*, 2021, № 3(67) С.24-29.
5. Севостьянов Ю.В., Каратеев С.М. Пропозиції щодо розробки бортового імпульсно-доплерівського радіолокаційного комплексу з системою фазованих антенних решіток для військових літальних апаратів. *Системи озброєння і військова техніка*, 2011, № 4(28) С.27-30

Севостьянов Юрій Валерійович – кандидат технічних наук, інженер з автоматички комунального підприємства “ХАРКІВСЬКИЙ МЕТРОПОЛІТЕН”, м. Харків, e-mail: sevuriy@i.ua.

Каратеев Станіслав Михайлович – старший викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: karateev-71@ukr.net.

Копилов Артем Олександрович – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: Trtpartem2018@gmail.com.

Семенов Микита Сергійович – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: Lucky13377lucky@gmail.com

Sevostyanov Yuriy V. – Candidate of Technical Science, automation engineer of CE "KHARKIVSKY METROPOLITEN", Kharkiv, e-mail: sevuriy@i.ua.

Karateev Stanislav M. – Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: karateev-71@ukr.net

Kopylov Artem O. – Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Tptpartem2018@gmail.com.

Semenov Mykyta S. – Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Lucky13377lucky@gmail.com

УДК621.327:681.5

І. М. Тупиця, С. І. Хмелевський

МЕТОД КОМПРЕСІЙНОГО КОДУВАННЯ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ ДЛЯ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ БПЛА

Анотація. Аналізуються недоліки існуючих методів кодування відеоданих з позиції забезпечення необхідного рівня достовірності даних повітряної розвідки в умовах впливу помилок в каналі передачі даних. Розробляється метод компресійного кодування даних повітряної розвідки для інфокомунікаційних систем безпілотних літальних апаратів. Відмінними рисами методу є: додаткове скорочення структурної надмірності кодованих відеоданих в умовах збереження їх цілісності за рахунок реструктуризації інформаційного простору; використання двохієрархічної схеми статистичного кодування в процесі формування вихідної кодограми. Аналізується ефективність використання розробленого методу компресійного кодування для інфокомунікаційних систем безпілотних літальних апаратів з позиції підвищення достовірності відеоінформаційного ресурсу в умовах забезпечення необхідного рівня оперативності доставки кодованих даних повітряної розвідки.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; дані повітряної розвідки; кодування; достовірність; оперативність; канал передачі даних; відеодані.

Abstract. The shortcomings of the existing video data coding methods are analyzed from the point of view of ensuring the necessary level of reliability of aerial reconnaissance data under the influence of errors in the data transmission channel. A method of compression coding of air reconnaissance data for information communication systems of unmanned aerial vehicles is being developed. Distinctive features of the method are: additional reduction of the structural redundancy of coded video data while maintaining their integrity due to the restructuring of the information space; the use of a two-hierarchical scheme of statistical coding in the process of forming the original codegram. The efficiency of using the developed method of compression coding for information communication systems of unmanned aerial vehicles is analyzed from the point of view of increasing the reliability of the video information resource in the conditions of ensuring the necessary level of operational efficiency of the delivery of coded aerial reconnaissance data.

Keywords: unmanned aerial vehicle; aerial reconnaissance data; coding; certainty; efficiency; data transmission channel; video data.

В умовах ведення бойових дій на території України зросла роль системи повітряної розвідки як ключової компоненти своєчасного та ефективного реагування на кризові ситуації, що виникають як в суспільстві, так і в системі критичної інфраструктури. Особливо це стосується областей, в районах яких ведуться бойові дії. Це пов'язано зі значними намаганнями ворога до створення хаосу серед суспільства шляхом нанесення ударів як по об'єктах цивільної, так і критичної інфраструктури. В зв'язку з чим, зросла роль розвідувальних безпілотних літальних апаратів (БпЛА), як основного джерела інформаційного забезпечення відповідних органів сектору безпеки та оборони для своєчасного отримання інформації (даних повітряної розвідки) про об'єкти інтересу з метою попередження, своєчасного реагування та подолання кризових явищ. Слід зазначити, що для доставки відеоінформації в інфокомунікаційних системах БпЛА використовуються бездротові канали зв'язку, проблемним аспектом яких є низька стійкість до помилок в каналі передачі даних [1]. Це призводить до значної втрати достовірності відеоінформації (даних повітряної розвідки) внаслідок дії наступних факторів [1]:

- часових затримок в процесі доставки відеоінформаційного ресурсу, що призводить до втрати актуальності отриманих відеоданих;
- руйнування відеоінформації за семантичним змістом, що призводить до неможливості розпізнавання (виявлення) об'єктів інтересу.

Таким чином, використання розвідувальних БпЛА з однієї сторони дозволяє підвищити рівень інформатизації органів сектору безпеки та оборони, а з іншої – не дозволяє забезпечити

необхідний рівень достовірності даних повітряної розвідки в умовах впливу помилок в каналах передачі даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій свідчить про те, що на теперішній час існують наступні напрямки вирішення задачі підвищення достовірності відеоданих: технології завадостійкого кодування; технології компресійного кодування з локалізацією помилок, що виникають в каналі зв'язку [2, 3]. Використання технологій завадостійкого кодування дозволяє підвищити стійкість відеоінформаційного ресурсу до помилок в каналах передачі даних за рахунок використання додаткових коректуючих розрядів, але має ряд суттєвих недоліків [2]:

1. Призводить до значного збільшення бітового об'єму відеоданих.
2. Зростають часові затримки на доставку даних повітряної розвідки, що в умовах ведення бойових дій є критичним.
3. Зростає час на обробку відеоданих (відеозображень (цифрових аерофотознімків), потокового відео).

В свою чергу, перевагою другого напрямку є зниження бітового об'єму відеоінформаційного ресурсу. Але слід зазначити, що існуючі технології компресійного кодування відеоданих базуються на використанні методів групового та статистичного кодування елементів відеоданих, що призводить до виникнення ряду суттєвих недоліків, а саме:

1. Низька стійкість до помилок в каналах передачі даних. Це пов'язано з тим, що внаслідок використання методів статистичного кодування (кодові таблиці Хаффмана) вплив помилок, що виникають в каналі зв'язку, призводить до суттєвого спотворення (руйнування) відеоресурсу.

2. Внаслідок використання методів групового кодування елементів для додаткового скорочення надмірності в відеозображеннях, вплив помилок в процесі реконструкції може призводити до зсуву кодованих даних.

Таким чином зазначений напрямок не забезпечує необхідний рівень локалізації помилок, тому необхідно вдосконалювати існуючі технології компресійного кодування в напрямку виявлення закономірностей, врахування яких дозволить локалізувати руйнівний вплив помилок, що виникають в каналі зв'язку.

В свою чергу, в роботах [4-6] з метою підвищення достовірності даних в умовах забезпечення необхідного рівня оперативності доставки розроблений метод компресійного кодування, відмінними рисами якого є наступні:

1. Декомпозиція (реструктуризація) статистичного простору кодованих відеоданих за кількісною ознакою без втрати цілісності. Це дозволяє суттєво зменшити потужність кодованих даних і, як наслідок, створити умови для скорочення довжини нерівномірних кодових конструкцій, що формуються в процесі статистичного кодування елементів відеоданих. 1.

2. Двохієрархічна схема статистичного кодування для формування кодованих даних повітряної розвідки. Відмінною рисою розробленого методу є використання статистичного кодування в процесі формування інформаційної (кодова частина) та службової (службові відомості) складових кодограми.

Аналіз ефективності методу компресійного кодування даних для інфокомунікаційних систем БпЛА з позиції забезпечення необхідного рівня достовірності свідчить про те, що:

1. Розроблений метод вирішує наукову задачу, що полягає у підвищенні достовірності відеоінформаційного ресурсу в умовах впливу помилок в каналі передачі даних;

2. У порівнянні з існуючим розроблений метод дозволяє підвищити достовірність відеоінформаційного ресурсу в умовах впливу помилок в каналі передачі даних за величиною пікового відношення сигнал/шум в середньому в 2,3 рази.

3. Розроблений метод компресійного кодування відеоданих вирішує наукову задачу, що полягає у підвищенні достовірності даних повітряної розвідки за величиною ймовірності розпізнавання об'єктів повітряної розвідки на відеозображенні за рахунок забезпечення необхідного рівня якості реконструйованих відеоданих в умовах впливу помилок в каналі передачі даних.

4. Розроблений метод компресійного кодування не призводить до виникнення додаткових часових затримок в процесі доставки відеоінформації в

інфокомунікаційних системах БпЛА за рахунок додаткового скорочення структурної надмірності кодового представлення відеоданих.

Таким чином, використання розробленого методу компресійного кодування даних в ІКС БпЛА дозволяє підвищити достовірність відеоресурсу в умовах забезпечення необхідного рівня оперативності доставки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Хмелевський С. І., Тупиця І. М., Кібіткін С. В., Королук Н. О., Романюк А. О., Дзюба І. В. Створення моделі оцінки достовірності відеоданих для технології компресійного кодування в умовах дії помилок в каналі передачі даних. Системи обробки інформації. 2022. № 2 (169). С. 72-86. <https://doi.org/10.30748/soi.2022.169.09>.
2. Тупиця І. М., Кібіткін С. О., Сухотеплий В. М., Непокритов Д. М., Конов Д. В. Метод реконструкції відеозображень для підвищення ефективності доставки в інфокомунікаційних системах аеросегмента. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. №4(163). С.72–82. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-163-4-72-82>.
3. Khmelevskiy, S., Tupitsya, I., Parkhomenko, M., Borovensky, Y. Model of transformation of the alphabet of the encoded data as a tool to provide the necessary level of video image quality in aeromonitoring systems. CEUR Proceedings (CEUR-WS.org), Aachen, Germany, 2021. Vol-3179, pp. 311-319.
4. Стасєв Ю. В., Тупиця І. М., Пархоменко М. В. Метод додаткового скорочення структурної надмірності кодового представлення відеоданих. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. № 3(156), С. 67–76. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-162-3-67-76>.
5. Karlov, D., Tupitsya, I., Parkhomenko, M., Musienko, O. and Lekakh, A. (2022) “Compression Coding Method Using Internal Restructuring of Information Space”, International Journal of Computing, 21(3), pp. 360-368. doi: 10.47839/ijc.21.3.2692.
6. Karlov, D., Tupitsya, I., Parkhomenko “Methodology of increasing the reliability of video information in info communication networks aerosegment”, Radio Electronics, Computer Science, Control, №3(2022), pp. 120-132. DOI: <https://doi.org/10.15588/1607-3274-2022-3-12>.

Тупиця Іван Михайлович – старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: ivan20081982@gmail.com.

Хмелевський Сергій Іванович – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри бойового застосування та експлуатації автоматизованих систем управління, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sserg1978@ukr.net.

Tupitsya Ivan M. – Senior Lecturer of the Department of Aviation Equipment and Air Reconnaissance Complexes of Aircraft, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: ivan20081982@gmail.com.

Khmelevskiy Serhii I. – Candidate of Technical Science, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Combat use of Automated Control Systems, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: sserg1978@ukr.net.

УДК 621.396

О. Ю. Суханов, М.С. Семенов, О. А. Хіжнюк

ДОСЛІДЖЕННЯ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ СКРИТНОСТІ РАДІОКАНАЛУ ЗВ'ЯЗКУ БПЛА

Анотація. В доповіді розглянуті основні шляхи підвищення скритності радіоканалу зв'язку безпілотних літальних апаратів за допомогою приймально-передавального пристрою SDR-технології HackRF One для їх подальшого впровадження.

Ключові слова:аналого-цифрове обладнання, безпілотні літальні апарати, канали управління та навігації, цифрові пристрої, HackRF One, analog equipment, unmanned aerial vehicle, control and navigation channels, digital equipment, HackRf One.

Abstract.The report considers the main ways of increasing the stealth of the radio communication channel of unmanned aerial vehicles using the HackRF One SDR technology transceiver for their further implementation.

Keywords:analog-digital equipment, unmanned aerial vehicles, control and navigation channels, digital devices, HackRF One, analog equipment, unmanned aerial vehicle, control and navigation channels, digital equipment, HackRf One.

Сучасні війська активно використовують радіокеровані безпілотні літальні апарати (БПЛА), які застосовуються у різних сферах. Одними з найрозповсюджених сфер використання є розвідка та нанесення удару по живій силі противника з певною кількістю вибухової речовини. БПЛА використовують системи навігації та управління, які базуються на розповсюдженні радіохвиль. Тобто, керування БПЛА здійснюється дистанційно за допомогою пультів управління (ПУ) або по заздалегідь визначеному маршруту польоту.

Сучасні БПЛА складаються з модульних блоків, які можливо легко замінити у разі їх несправності, та модернізувати, що відбувається доволі часто. Змінилась дальність польоту, за рахунок встановлення менш масивного двигуна, що значно підвищило ергономічність виробу. Розвідувальні дрони стали набирати більшу висоту та виготовляються з радіопрозорого матеріалу, що є ефективним засобом їх захисту проти сил протиповітряної оборони (ППО).

Проаналізувавши ситуацію в українсько-російській війні, можемо сказати, що використання БПЛА є більш доцільним, ніж використання живої сили. Прикладом можна навести застосування різних типів дронів, від загально доступних комерційних квадрокоптерів, адаптованих під виконання спеціальних місій, до промислових ударних та розвідувальних дронів, які використовують обидві країни.

БПЛА типу «Shahed-131/136» використовують метод керування D2S (Direct-to-satellite) де використовують 4 приймальні антени діапазону від 1ГГц до 1.8ГГц. Цей діапазон використовують системи GPS (Global Positioning System) та російська ГЛОНАСС (Глобальна навігаційна супутникова система) (рис. 1).

Зовнішні вигляди супутникових систем

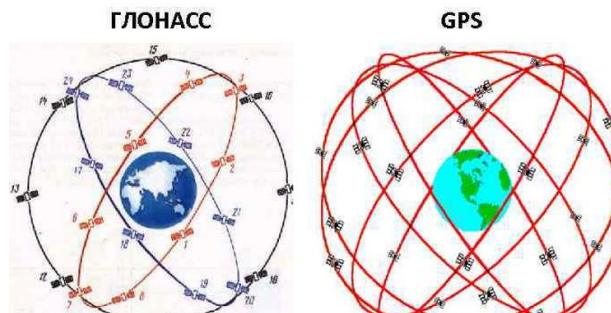


Рис. 1. Зображення польоту супутників навколо Землі

УСНС ГЛОНАСС використовується 3 орбітальні площини, на кожній з яких знаходяться по 8 супутників. У GPS використано систему з 6 орбітальних площин по 4 супутники на кожну.

Для збільшення дальності дії та ефективності використання радіочастотного спектру є можливість використовувати супутниковий зв'язок. У цьому випадку потік даних обмежується мінімально необхідною інформацією про стан, інтервал передачі якої може складати, наприклад, від 30 до 300 секунд.

Таким чином, для підвищення ефективності роботи радіоканалів управління та навігації можливо використовувати приймально-передавальні пристрої SDR-технології (Soft Defined Radio, або програмно-визначаємий пристрій), наприклад, пристрій HackRF One (рис.2)



Рис.2 Приймально-передавальний пристрій SDR-технологій

SDR – це система, в якій програмне забезпечення використовується як для модуляції так і для демодуляції радіосигналів. Тобто SDR-технологія дозволяє створювати приймач або передавач за допомогою комп'ютерного забезпечення з необхідними параметрами. Для зміни структури потрібно лише змінити програмну модель.

Застосування сучасних програмно-апаратних комплексів на базі SDR-технологій та недорогих та ефективних пристроїв типу HackRF One дає змогу підвищити ефективність роботи системи керування БпЛА) в ареалі застосування станцій радіоелектронної протидії сигналів систем як наземних пунктів управління, так і супутникових навігаційних систем.

Суханов Олександр Юрійович –доцент кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail:Salur@ukr.net.

Хіжнюк Олександр Анатолійович –викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: Alexkotale@gmail.com. ORCID: 0009-0007-5855-2798

Семенов Микита Сергійович – слухач Харківського національного університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: Lucky13377lucky@gmail.com. ORCID: 0009-0009-3950-850X.

Sukhanov Olexandr Y. – Assistant professor of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv,e-mail:Salur@ukr.net.

Hizhnyuk Olexander A. – Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv,e-mail: Alexkotale@gmail.com. ORCID: 0009-0007-5855-2798

Semenov Mykyta S. – Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: Lucky13377lucky@gmail.com. ORCID: 0009-0009-3950-850X.

УДК 623.7Т55

О. В. Лезік, С. В. Черкашин

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЗАХИЩЕНОСТІ ЗЕНІТНИХ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ ВІЙСЬК ППО СВ

Анотація. В період розвитку засобів повітряного нападу противника, стало вкрай необхідним завданням – пошук новітніх механізмів збереження життя та здоров'я військовослужбовців, збереження бойового потенціалу озброєння та військової техніки, шляхів та методів виконання бойових завдань за призначенням.

Ключові слова: високоточні засоби ураження, системи ППО, радіо-електронні засоби, оптико-електронні засоби, електромагнітна енергія.

Abstract. During the period of development of the enemy's air attack means, it became an extremely necessary task - to search for the latest mechanisms for preserving the life and health of servicemen, preserving the combat potential of weapons and military equipment, ways and methods of performing combat missions as intended.

Keywords: high-precision weapons, air defense systems, radio-electronic means, optical-electronic means, electromagnetic energy.

Захист систем ППО СВ в умовах ведення активних бойових дій – є невід'ємною складовою організації бою (дій), і вимагає від командирів на всіх рівнях, здійснювати пошук нових способів і методів шляхів покращення захищеності зразків озброєння, життя та здоров'я особового складу. Захист систем ППО СВ, сучасні засоби повітряного нападу противника, способи захисту від ураження повітряним противником.

Питання захисту систем озброєння ППО СВ від високоточної зброї дуже актуальні на цей час. Одною з основних проблем низької ефективності дій сил ППО у всіх війнах останнього часу була у слабкій живучості елементів систем ППО від ударів високоточними засобами ураження (ВТЗУ) повітряного противника типу "повітря-поверхня". Ця проблема є комплексною, вона була та є одною з ключових для систем озброєння ППО.

Досвід війни вказує, що для ураження системи ППО повітряний агресор все більш активно використовує ВТЗУ (до 95 %). Цей показник вказує на те, щоб розглядати проблему забезпечення живучості в якості ключової при виконанні завдань з ППО та приділяти увагу щодо захисту систем озброєння від високоточної зброї (ВТЗ). Основна відмінність ВТЗ від звичайної некерованої зброї складається в наявності системи управління, яка забезпечує наведення ВТЗУ, що керується. Всі системи управління ВТЗ розподіляються на три групи: системи самонаведення, інерціальні з корекцією та комбіновані.

Системи самонаведення ВТЗУ реалізують один з методів наведення: активний, полу активний або пасивний. Всі вони пов'язані з випромінюванням ГСН. Сучасні ГСН відносяться до двох груп: радіо- та оптико-електронні засоби (РЕЗ та ОЕЗ). До РЕЗ відносяться радіолокаційні (РЛ), до ОЕЗ відносяться тепловізійні (ТПВ), телевізійні (ТВ) та лазерні (Л) ГСН. Розмірність чутливості приймачів ГСН визначається їх типом та призначенням. Треба враховувати, що для вирішення задач точного наведення для кожного типу ГСН є необхідним дуже низький рівень електромагнітної або теплової енергії, яка випромінюється ОВТ.

Як вказує досвід війни, найкращі розрахунки БМ, ЗСУ враховували цю інформацію при виборі засобів та способів захисту від ВТЗ, до яких можна віднести маневр, зміну позицій, застосування імітуючи джерел радіовипромінювання, короткочасне включення високочастотного випромінювання БМ, ЗСУ, використання радіо поглинаючих матеріалів тощо. Дуже вдалим було застосування та періодична зміна деформуючих масок, замаскованих укрить, використання підручних засобів, димів та аерозолів.

Отже, увага до розробки високоефективних комплексів, методів та рекомендацій щодо підготовки фахівців для захисту ОВТ ППО від ВТЗ повинна бути адекватною до загрози. Досвід війни вказує, що тільки комплекс захисних засобів та способів, особливо

нестандартних для противника, може забезпечити живучість ППО. Реалізацією захисту зразків ОВТ підрозділів ППО Сухопутних військ, від вогневого ураження противником, стало використання металевих сіток, під час обладнання тимчасових та запасних позицій. Це дозволяє зменшити рівень ймовірності вдалого застосування противником БПЛА-камікадзе типу «Ланцет» та FPV-дронів.

Список використаних джерел

1. Забезпечення бойових дій підрозділів військ протиповітряної оборони Сухопутних військ. Ч 1. Бойове та тилове забезпечення бойових дій підрозділів військ протиповітряної оборони Сухопутних військ: навч. посіб. / С. В. Орехов, С. В. Ворошилов, О. В. Лезік та ін. ; за заг. ред. С. В. Орехова. – Х. : Харківський національний університет Повітряних Сил, 2012.

2. Тактика підрозділів військ ППО СВ: підручник. / Волков А.Ф., Орехов С.В., Оборонов М.І. та ін.; за заг. ред. А.Ф. Волкова. – Х.: Харківський національний університет Повітряних Сил, 2020.

3. Бойовий Статут військ протиповітряної оборони Сухопутних військ. Ч.ІІІ. (Взвод, відділення (обслуга). - К.: Київ, 2016.

Лезік Олександр Віталійович, кандидат військових наук, доцент кафедри тактики військ протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, cherkashynppo@gmail.com

Oleksandr Lezik, Candidate of Military Sciences, Associate Professor of the Department of Tactics of Air Defense Forces of the Ground Forces of the Faculty of Air Defense of the Ground Forces, Kharkiv National University of Air Forces named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, cherkashynppo@gmail.com

Черкашин Сергій Володимирович, викладач кафедри тактики військ протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, cherkashynppo@gmail.com

Serhiy Cherkashyn, Lecturer of the Department of Tactics of the Air Defense Forces of the Ground Forces of the Faculty of Air Defense of the Ground Forces, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkov, cherkashynppo@gmail.com

УДК 623.7Т55

С. В. Черкашин, О. А. Токар

АНАЛІЗ ТА ДЕЯКІ ШЛЯХИ ВДОСКОНАЛЕННЯ БОЙОВОГО ЗАСТОСУВАННЯ МОБІЛЬНИХ ВОГНЕВИХ ГРУП ОЗБРОЄНИХ ПЗРК З ПРОТИДІЇ БПЛА ТА КР

Анотація. За досвідом останніх війн і воєнних конфліктів, а також російсько-Української війни, спостерігається тенденція підвищення можливостей безпілотних літальних апаратів з ураження різноманітних підрозділів та об'єктів. Для цього здійснюється багатоступеневе і ешелоноване застосування безпілотних літальних апаратів та крилатих ракет способами, які обираються відповідно до наявної оперативно-тактичної обстановки. Безпілотні літальні апарати та крилаті ракети різних класів і типів не є унікальним засобом вирішення поставлених завдань, якому не можна протидіяти. Але потрібно розуміти, що всі подібні дії в умовах ведення швидкоплинних бойових дій та різкої зміни обстановки пов'язані з певними труднощами, обумовленими характерними відмінностями безпілотних літальних апаратів у порівнянні із типовими цілями (малі геометричні розміри, мала ефективна поверхня відбиття, низька акустична помітність, низьке температурне випромінювання).

Розглянуто аналіз застосування безпілотних літальних апаратів та крилатих ракет за час повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України. Зазначено, що основними завданнями використання безпілотних літальних апаратів та крилатих ракет є: розвідка, дорозвідка, виявлення, передача інформації, корегування, нанесення ударів по виявлених підрозділах (об'єктах) та інше. Проаналізовано окремі аспекти використання сучасних дронів та крилатих ракет. Рекомендовані шляхи та особливості дій мобільних вогневих груп із БПЛА та КР. Зокрема всім методам протидії потрібна сучасна техніка – від засобів спостереження та виявлення до систем перехоплення та знищення. Проведений аналіз особливостей сучасних засобів протидії ударним безпілотним літальним апаратам та крилатим ракетам.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати, мобільна вогнева група, сіра зона, переносний зенітний ракетний комплекс (ПЗРК).

Abstract. According to the experience of recent wars and military conflicts, as well as the Russian- Ukrainian war, there is a tendency to increase the capabilities of unmanned aerial vehicles to destroy various units and objects. For this purpose, a multi-stage and layered use of unmanned aerial vehicles and cruise missiles is carried out in ways that are chosen in accordance with the existing operational and tactical situation. Unmanned aerial vehicles and cruise missiles of different classes and types are not unique means of solving tasks that cannot be countered. But you need to understand that all such actions in the conditions of conducting fleeting hostilities and a sharp change in the situation are associated with certain difficulties due to the characteristic differences of unmanned aerial vehicles in comparison with typical targets (small geometric dimensions, had an effective reflection surface, low acoustic visibility, low temperature radiation).

The analysis of the use of unmanned aerial vehicles and cruise missiles during the full-scale invasion of the Russian Federation on the territory of Ukraine is considered. It is specified that the main tasks of using unmanned aerial vehicles and cruise missiles are: reconnaissance, additional reconnaissance, detection, transmission of information, correction, strikes on identified units (object), etc. Some aspects of the use of modern drones and cruise missiles are analyzed. Recommended ways and features of mobile fire groups with UAVs and cryise missiles.

In particular, all methods of counteraction require modern technology - from surveillance and detection to interception and destruction systems. The analysis of the features of modern means of counteraction to attack unmanned aerial vehicles and cruise missiles is carried out.

Keywords: unmanned aerial vehicles, mobile firing group, gray zone, portable anti-aircraft missile system (MANPADS).

Аналіз протиборства в повітрі свідчить про пріоритетність використання безпілотної авіації і в першу чергу в ударному варіанті різної модифікації від квадрокоптерів з підвісом ручних гранат,

БПЛА-камікадзе, БПЛА зі зброєю з самонаведенням до різних видів і класів крилатих ракет. Застосування засобів повітряного нападу противника дозволяє виконувати широкий спектр завдань: розвідку, корегування вогню артилерії, нанесення ударів по військам (підрозділам) та різноманітним об'єктам (в тому числі цивільної критичної інфраструктури).

Основними тактичними прийомами застосування БПЛА є:

застосування групи 2-3 БПЛА різного типу з розподілом по висоті: на висотах 1500 – 2000 м діє розвідник, на висотах 4000-6000 корегувальник вогню, а на малих висотах 200-500 м. діє ударний БПЛА;

застосування БПЛА-камікадзе типу «Ланцет» по бронеоб'єктам в межах ротних опорних пунктів і в першу чергу по танкам, засобам ППО та артилерії. Наведення зазначених БПЛА-камікадзе здійснює інший БПЛА, який діє на висоті більше 4000 м;

застосування БПЛА-камікадзе типу «Шахед» на висотах 200-400 м з завчасно введеними координатами по цивільним промисловим об'єктам та стаціонарним військовим об'єктам.

За час повномасштабної російсько-Української війни противник масово використовує крилаті ракети типу Х, «Онікс» та «Калібр», характерною ознакою застосування яких є вихід в море носіїв крилатих ракет чи підняття в повітря стратегічної авіації і зльоту літака ДРЛО А-50 та максимальне використання радіомовчання в ефірі. Застосування крилатих ракет може відбуватись на маршових висотах 100-2000 м, як групою ракет так й поодинокі їх застосування. Під час польоту крилатих ракет противник використовує дані про місцезоналення підрозділів ППО, сприятливі властивості місцевості по маршруту та за потреби проводить корегування маршруту і висоти польоту.

Дієвим способом застосування підрозділів ППО СВ, є застосування ПЗРК в «сірій зоні», або тій території, де є велика вірогідність застосування противником засобів повітряного нападу, тобто фактично дії ПЗРК із засідок в складі мобільної вогневої групи. В цей же час це питання потребує ретельного планування. Як правило, до складу МВГ входить 2 стрілка-зенітника з різними типами ПЗРК без укупорок, оператор системи «Віраж», «Кропива» (він же може бути командиром) та група прикриття зі стрілецькою зброєю (АК-74, ПКМ, тощо). Планування дій МВГ із засідок здійснювати на рівні командира батареї або на рівні командира дивізіону, начальника ППО бригади. За наявності антидронових рушниць до складу групи залучається оператор цієї зброї. Під час планування узгоджуються питання взаємодії з прикриваемими підрозділами, визначаються шляхи відходу та можливої евакуації особового складу. Однією з важливих складових є транспортний засіб для переміщення групи.

Важливим питанням є правильний розрахунок дальності до цілі, особливо під час протидії БПЛА та КР, не поодинокі випадки намагання захоплення та пуску ракет на відстанях більше 5000 м і як наслідок не схід ракети або недольоти ракети до цілі.

Висока ефективність ПЗРК обумовлюється можливістю ведення розвідки в кругову без обмежень, наявність реального взаємозв'язку з повітряною ціллю, вибором моменту пуску з прив'язкою до місцевості.

Аналіз способів управління, які використовувались та рівня посадових осіб, які приймали рішення на відкриття вогню свідчить, що в умовах динамічного напруженого бою, який суттєво обмежений часом на прийняття рішення та запізнення інформації про повітряну обстановку, найбільш доцільним є самостійне ведення бою, з координацією з вищого КП, яке фактично буде полягати у оповіщенні з використанням спеціального програмного забезпечення «КРОПИВА», «ВІРАЖ» про появу авіації та можливого напрямку її дії.

Основні позитивні риси застосування підрозділів ППО СВ:

використання систем «ВІРАЖ» та «КРОПИВА», що дозволяє мати майже повну інформацію про повітряну обстановку, здійснювати обмін нею між підрозділами, у т.ч. наявність цієї інформації безпосередньо у командирів (начальників) через планшети;

прогнозування дій повітряного противника, що дає змогу завчасно зосередити вогневі засоби на потенційно-небезпечних напрямках (шаблонність дій/недосвідченість противника в умовах протидії ППО). Розстановка засобів вздовж русел річок, лісів, посадок вздовж доріг та складок (низин) місцевості, які використовуються пілотами для зменшення оптичної помітності ЗПН та її топопривязка до місцевості;

розосередження вогневих засобів для зменшення уразливості підрозділів під час артилерійських обстрілів. Максимальне використання рельєфу місцевості, забудов,

вдосконалення СП (ВП) у інженерному відношенні в тому числі перекритими щілинами (окопами) для укриття особового складу;

взаємодія з підрозділами РЕР, що дозволило завчасно ідентифікувати типи засобів повітряного нападу та характер їх дій, підготовку тих чи інших засобів бортового озброєння до застосування, проведення оповіщення підрозділів/засобів про прольоти літаків-розвідників.

Отже, для ефективної боротьби з непілотованими засобами повітряного нападу противника відмічено, що найефективнішим є самостійне ведення бою з координацією з вищого КП. При цьому, під час самостійного ведення бою конкретний відповідальний сектор не вказувався, бойова робота велась в кругову.

В усіх випадках централізованого управління та самостійного ведення бою координація повинна відбуватись шляхом віддання вказівки голосом по каналам зв'язку або шляхом оповіщення з використанням спеціального програмного забезпечення «КРОПИВА», «ВІРАЖ».

Для мобільності групи використовувати транспорт на повному приводі типу пікап. Найбільш доцільним є самостійне ведення бою, з координацією з вищого КП, яке фактично буде полягати у оповіщенні з використанням спеціального програмного забезпечення «КРОПИВА», «ВІРАЖ» про появу засобів повітряного нападу противника та можливого напрямку його дії.

Список використаних джерел

1. Аналіз сучасних засобів знищення безпілотних літальних апаратів. Р.В. Корольов, Н.О. Королюк, О.В. Петров, К.В. Сюлев, Харківський національний університет Повітряних Сил.
2. Класифікація безпілотних літальних апаратів. О.І. Тимочко, Д.Ю. Голубничий, В.Ф. Третяк, І.В. Рубан, Харківський національний університет Повітряних Сил.
3. Уроки застосування безпілотних літальних апаратів у російсько-Українській війні. О. Коршець, В. Горбенко, Національний університет оборони України.
4. Огляд та аналіз світового досвіду боротьби з ударною безпілотною авіацією. А.Г. Єрилкін, Д.О. Гур'єв, Д.В. Карлов, О.В. Коробецький, Ю.А. Шевченко, Харківський національний університет Повітряних Сил.

Токар Олександр Анатолійович, старший викладач кафедри тактики військ протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків, sash.2015@ukr.net

Черкашин Сергій Володимирович, викладач кафедри тактики військ протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Харків cherkashynppo@gmail.com

Oleksandr Tokar, Senior Lecturer of the Department of Tactics of Air Defense Forces of the Land Forces of the Faculty of Air Defense of the Land Forces, Kharkiv National University of Air Forces named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, sash.2015@ukr.net

Serhiy Cherkashyn, Lecturer of the Department of Tactics of the Air Defense Forces of the Ground Forces of the Faculty of Air Defense of the Ground Forces, Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Kharkov, cherkashynppo@gmail.com

УДК621.327:681.5

В. М. Кривонос, І. М. Тупиця, С. О. Кібіткін

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ОПЕРАТИВНОСТІ ДЕШИФРУВАННЯ ДАНИХ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ

Анотація. Аналізуються проблемні аспекти процесу дешифрування даних повітряної розвідки в умовах ведення бойових дій на території України. Досліджується можливість інтеграції в систему безпілотний літальний апарат - станція керування та контролю - оператор додаткової складової - технологій комп'ютерного зору та глибокого машинного навчання. Це дозволить створити умови для підвищення рівня оперативності дешифрування даних повітряної розвідки зарахунок автоматизації процесу виявлення об'єктів інтересу.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат; повітряна розвідка; дані повітряної розвідки; дешифрування; оперативність; об'єкт інтересу; автоматизація.

Abstract. Problematic aspects of the process of deciphering air reconnaissance data in the conditions of hostilities on the territory of Ukraine are analyzed. The possibility of integrating an unmanned aerial vehicle - command and control station - operator of an additional component - technologies of computer vision and deep machine learning into the system is being investigated. This will make it possible to create conditions for increasing the operational level of decryption of aerial reconnaissance data by automating the process of identifying objects of interest.

Keywords: unmanned aerial vehicle; aerial reconnaissance; aerial reconnaissance data; decryption; efficiency; object of interest; automation.

Досвід бойових дій на території України свідчить про активне використання як противником, так і підрозділами сил оборони безпілотних авіаційних комплексів (БпАК). З метою ведення повітряної розвідки застосовується велике різноманіття безпілотних літальних апаратів (БпЛА), розробкою та виготовленням яких займаються вітчизняні та закордонні виробники. Різниця полягає в цільовому навантаженні – типів бортових систем повітряної розвідки (телевізійна, інфрачервона, лазерна) та їх функціональних можливостях. Слід зазначити, що до представників БпЛА вітчизняного виробництва, які активно використовуються з початку широкомасштабного вторгнення, відносяться такі, як Фурія, Лелека, PD-2, ACS-3т.і. В свою чергу, одним з найпоширеніших представників закордонного виробництва, які знайшли своє використання попри цивільного призначення є БпЛА коптерного типу лінійки DJI. До основних представників зазначеної лінійки відносяться коптери серії Mavic 3, завдяки балансуванню між показниками вартості та якості (тактико-технічні характеристики телевізійної системи повітряної розвідки). Зазначені засоби повітряної розвідки дозволяють формувати дані повітряної розвідки з досить високою роздільною здатністю[1] до 5К для цифрових відеозображень, FHD для потокового відео. Проте проблемним аспектом системи повітряної розвідки на сьогоднішній день є суттєві часові затримки, що виникають в процесі дешифрування відеоданих. Тому метою досліджень є пошук підходів до підвищення рівня оперативності дешифрування даних повітряної розвідки.

Так, для вирішення проблеми використання розвідувальних БпЛА в умовах забезпечення необхідного рівня оперативності дешифрування даних повітряної розвідки та з метою мінімізації впливу людського фактору (незалежність процесу дешифрування від психофізіологічних здібностей оператора, його зорової системи, професійних навичок т.і.) пропонується дослідити можливість інтеграції в систему БпЛА-станція керування та контролю (СКК)-оператор додаткової складової – технологій комп'ютерного зору та глибокого машинного навчання. На сьогоднішній день зазначені інструменти досить активно використовуються як в цивільній сфері, так і представниками силових структур для пошуково-розшукових дій. Суттєвих успіхів в напрямку виявлення, класифікації та сегментації об'єктів інтересу отримали алгоритми сімейства Yolo, побудовані на базі штучних нейронних мереж (ШНМ). Основна відмінність між алгоритмами зазначеного сімейства полягає в показниках оперативності та алгоритмічної складності (вимогливості до обчислювальних потужностей)[2].

З метою підвищення оперативності дешифрування даних повітряної розвідки пропонується дослідити можливість інтеграції вищезазначених алгоритмів в наступних напрямках: автоматизація виявлення об'єктів інтересу на СКК, тобто після доставки даних повітряної розвідки; автоматизація виявлення об'єктів інтересу в режимі потокового відео (в ході ведення повітряної розвідки). Вибір напрямку залежить від наявних обчислювальних потужностей та вимог до оперативності виявлення об'єктів інтересу.

Процес автоматизації виявлення об'єктів повітряної розвідки з використанням технологій комп'ютерного зору та глибокого машинного навчання пропонується реалізувати за рахунок виконання наступних етапів:

1. Підготовка набору даних для тренування штучної нейронної мережі з врахуванням умов ведення повітряної розвідки (пора року, особливості розвідувальної місцевості, класів та видів об'єктів інтересу т.і.).

2. Тренування ШНМ з врахуванням наявних можливостей обчислювальних ресурсів та вимог до точності та оперативності виявлення об'єктів повітряної розвідки.

3. Перевірка ефективності програмного компоненту - точності виявлення об'єктів інтересу на тестових даних.

4. Інсталяція розробленого програмного компоненту на станцію керування та контролю БпАК.

5. Розробка програмно-апаратного комплексу для можливості інтеграції на борту БпЛА для виявлення об'єктів повітряної розвідки в реальному масштабі часу.

Це дозволить створити умови для підвищення рівня оперативності дешифрування даних повітряної розвідки за рахунок автоматизації процесу виявлення об'єктів інтересу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тупиця І. М., Кривонос В. М., Кібіткін С. О., Іващук Л. А., Белівцов А. О. Концептуальна модель автоматизації процесу дешифрування даних повітряної розвідки з використанням технологій системи штучного інтелекту. Системи озброєння і військова техніка. 2023. № 1 (73). С. 75-81. <https://doi.org/10.30748/soivt.2023.73.09>.

2. Тупиця І. М., Кібіткін С. О., Сухотеплий В. М., Непокритов Д. М., Конов, Д. В. Метод реконструкції відеозображень для підвищення ефективності доставки в інфокомунікаційних системах аеросегмента. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2022. № 4. С. 72–82. <https://doi.org/10.31649/1997-9266-2022-163-4-72-82>.

Кривонос Володимир Миколайович – кандидат технічних наук, начальник кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: kvn35@ukr.net.

Тупиця Іван Михайлович – старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: ivan20081982@gmail.com.

Кібіткін Сергій Олександрович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: sergejkibitkin@gmail.com.

Kryvonos Volodymyr M. – Candidate of Technical Science, Deputy Head of the Department of Aviation Equipment and Air Reconnaissance Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: kvn35@ukr.net.

Tupitsya Ivan M. – Senior Lecturer of the Department of Aviation Equipment and Air Reconnaissance Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: ivan20081982@gmail.com.

Kibitkin Sergii O. – Candidate of Technical Science, Senior Lecturer of the Department of Aviation Equipment and Air Reconnaissance Complexes, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: sergejkibitkin@gmail.com.

УДК623.746.5

А. П. Корнієнко, Ю. В. Скорий, Р. В. Лященко

ЗАСТОСУВАННЯ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ У РОЛІ НОСІЇВ РАКЕТНОГО ОЗБРОЄННЯ

Анотація: Існуючі проекти використання військово-транспортних літаків з рампою для скидання і подальшого запуску авіаційних крилатих ракет становлять неабиякий інтерес з точки зору використання цих технологій для авіації Повітряних Сил Збройних Сил України в умовах відбиття широкомасштабної збройної агресії росії проти України.

Ключові слова: військово-транспортний літак, літак-ракетоносіє, палета, авіаційна крилата ракета, проєкт, авіація Повітряних Сил Збройних Сил України.

Abstract: Existing projects for the use of military transport aircraft with a ramp for dropping and subsequent launch of air cruise missiles are of great interest from the point of view of using these technologies for the aviation of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine in the conditions of repelling large-scale armed aggression of russia against Ukraine.

Keywords: military transport aircraft, missile-carrying aircraft, pallet, aviation cruise missile, project, aviation of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine.

Як показав досвід ведення бойових дій, після початку широкомасштабного вторгнення військ російської федерації в Україну Збройні Сили України передусім потребують далекобійної зброї. Особливо це актуально для головного носія сучасного бойового потенціалу – авіації Повітряних Сил ЗС України.

Військова допомога наших західних партнерів, особливо надання Україні ракет Storm Shadow/SCALP, частково допомогла у вирішенні цього питання. Однак ряд обмежень (неможливість ураження цілей на території рф, обмежена кількість ракет і носіїв тощо) суттєво впливають на ефективність застосування цієї зброї.

За думкою деяких вітчизняних фахівців [1-3] існує проєкт, який здатний суттєво розширити можливості українських Повітряних Сил принаймні в найближчі роки. Під кінець 2022 року на багатьох відкритих сайтах та форумах мережі Інтернет, які присвячені темі озброєння, з'явилася інформація щодо американського проєкту під назвою Rapid Dragon. Цікаво, що саме Армія США позиціонувала проєкт Rapid Dragon переважно саме як "орієнтований на експорт", для підтримки союзників, яким потрібні далекобійні ракети, але нема спеціалізованих літаків для застосування такої зброї.

З відкритих джерел відомо, що Rapid Dragon – це сумісний проєкт Командування спеціальних операцій та Дослідницької лабораторії повітряних сил США (Air Force Special Operations Command and the Air Force Research Laboratory), що має за мету створення літака-ракетоносія з будь-якого військово-транспортного літака за умови відповідності вимогам за вантажопідйомністю та наявністю рампи вантажного відсіку.

Перші згадки про можливість застосування військово-транспортних літаків для ударних цілей в рамках концепції "літаючий арсенал" з'явилися ще у 2016 році. Ідея полягала в розробці літака, який би міг нести на борту велику кількість ударного озброєння та міг взаємодіяти з іншими військовими літаками (отримувати від них інформацію про цілі в автоматичному режимі та навіть команду на здійснення пуску).

Перші випробування були здійснені фахівцями ВПС США, коли під час тестового польоту були скинуті макети ракет з борту військово-транспортного літака за командою винищувача, що знаходився неподалік. Таким чином на практиці була доведена можливість використання винищувача в ролі розвідника, який при виявленні ворога в межах досяжності видає дані про цілі і команди на запуск ракет по захищеним каналам зв'язку. У ролі носія ракет використовувався військово-транспортний літак Lockheed Martin MC-130J Commando II.

З метою подальшої реалізації наміченої програми ВПС США у 2021 році замовили компанії Lockheed Martin розробку системи скидання крилатих ракет з військово-транспортних літаків за програмою CLEAVER (Cargo Launch Expendable Air Vehicles with Extended Range) вартістю \$25 млн.

В базовій версії система від Lockheed Martin дозволить розміщувати в вантажних відсіках літаках типу С-17 до 32 крилатих ракет JASSM-ER. Вони будуть скидатися за допомогою спеціальних палет із спрацьовуванням реактивного двигуна на відстані від літака. Система планується бути універсальною, що дозволить її застосування для будь-якого носія та для інших видів боєприпасів. Планується, що подібні системи дозволять небойовій авіації здійснювати скидання “розумних” ракет без входження в зону протиповітряної оборони противника.

В серпні 2021 року пройшли чергові випробування над ракетним полігоном Уайт-Сендс (штат Нью-Мексіко) із скиданням ракет палетним способом з макетами ракет JASSM-ER з літаків С-17 та ЕС-130. У грудні 2021 року ВПС США відпрацювали ураження надводної мішені крилатими ракетами, скинутими палетним способом з літака С-130. Випробування проходили на надводному полігоні авіабази Еглін над Мексиканською затокою під керівництвом Випробувальної лабораторії ВПС США. Крилата ракета (тип невідомий) була скинута у транспортній палеті, потім віддалилася від неї та успішно вразила морську ціль прямим влучанням. У листопаді 2022 року американські військові за допомоги колег із ВПС Польщі та збройних сил Норвегії провели практичні пуски AGM-158 із С-130 над Баренцевим морем, за 600 км від кордону росії. Під час навчань над акваторією Тихого океану в липні 2023 року ВПС США провели черговий раунд випробувань системи Rapid Dragon з пуском крилатих ракет AGM-158 із транспортних літаків типів С-130 та С-17, без необхідності спеціальної переробки самих носіїв.

Географія і послідовність випробувань, залучених сил і засобів, збільшення номенклатури озброєння і військово-транспортних літаків вказує на успішність таких випробувань. Тобто відтепер США окрім стратегічних бомбардувальників мають велику кількість платформ, які можуть запускати далекобійні ракети.

Зображення з відкритих джерел свідчать, що на одну палету можуть вміститись до чотирьох КР AGM-158. Фактична дальність пуску AGM-158 за умови “палетного” запуску із борту військово-транспортного літака, поки що не розкривається, однак вказується, що до такого формату застосування крилатих ракет в імпровізованому варіанті готуються одразу два роди військ ЗС США – авіація Сил спеціальних операцій з літаками MC-130J та Командування повітряної мобільності (Air Mobility Command), яке оперує безпосередньо військово-транспортною авіацією та флотом літаків для дозаправки в повітрі.

На відміну від стратегічних бомбардувальників, що можуть працювати лише зі спеціалізованих аеродромів, військово-транспортні літаки можуть злітати з автотрас та інших непідготовлених майданчиків. На користь даної концепції говорить і той факт, що переробленням військово-транспортних літаків у ракетноносії одночасно займається ще декілька країн. Так, міністерство оборони Японії розглядає можливість перетворення транспортних літаків Kawasaki С-2 на носіїв ракет великої дальності. Наразі в Японії розробляють крилаті ракети з максимальною дальністю до 3 тисяч кілометрів. Запуск двигуна ракети буде вмикатись після скидання – це має спростити інтеграцію ракети до складу системи озброєння літака С-2. Таке рішення дозволить не переробляти кормову частину літака та використовувати звичайні каркасні скидачі[4]. Подібні проекти з переоснащення військово-транспортних літаків на бомбардувальники мають Туреччина (літак Airbus С-295) та росія.

Для України використання саме військово-транспортних літаків для пуску крилатих ракет може бути навіть більш ефективним, адже вони можуть забезпечити одночасний масовий запуск. А головне, є можливість залучити для цього власні військово-транспортні літаки, такі як Ан-26, Іл-76 та навіть Ан-178. Тобто обійти питання розгортання наземної інфраструктури для них та підготовку, що вимагає, за оцінками американських військових, 2-3 роки.

Однак, необхідно розуміти, що реалізація цього проекту в умовах нинішньої ситуації в Україні зіткнеться з рядом проблем. Своїх авіаційних ракет на кшталт того ж Storm Shadow/SCALP чи Taurus (з дальністю ураження до 500 км) в Україні немає. Це означає що наявність чи відсутність таких ракет залежить тільки від політичної волі наших союзників, причому мова йде про ракети з повноцінною (значно більшою за 300 км) дальністю та без обмеження бити по ворожій території. Це пов'язано з необхідністю забезпечення пуску крилатих ракет з глибини власної території поза межами дії винищувальної авіації ворога (ракети Р-37 – до 200 км) та ЗРК противника (комплекс С-400 – до 400 км).

Друга проблема – це кількість боєготових літаків військово-транспортної авіації. В силу своєї специфіки, великі за розмірами літаки потребують певної інфраструктури, наявності обладнаних аеродромів та великої кількості авіаційного персоналу. Під час бойових дій питання виживаємості літаків військово-транспортної авіації стоїть особливо гостро.

Третя проблема – не факт, що існуючі наявні системи парашутування здатні виконати завдання по скиданню ракет, не кажучи вже про наявність підготовлених з цією ж метою палет; в будь-якому разі необхідно проведення низки випробувань із залученням відповідних фахівців та визначеного полігону (майданчику).

І звичайно, підлягають подальшому дослідженню питання тактики застосування цього виду озброєння із врахуванням того факту, що для збільшення дальності застосування ракет необхідне і збільшення висоту польоту носія, тобто мова йде знову ж про безпеку роботи з боку ворожої ППО та авіації.

Необхідно також зазначити, що в Україні є деякі власні напрацювання з цих питань. Мова йде про такі українські проекти як “Світязь”, яким передбачався запуск модифікованої ракети “Зеніт” з літака Ан-225, чи створення авіаційно-космічної системи на базі літака Ил-76 (проект “Мальва”). Для здійснення виводу на орбіту українських космічних апаратів свого часу також передбачалося створення аерокосмічного ракетного комплексу за проектом UAirlaunch [5].

Але це вже технічні деталі, бо головне у цьому випадку лише політична воля США та інших наших партнерів щодо передачі Україні крилатих ракет повітряного базування та необхідних для цього технологій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. https://defence-ua.com/minds_and_ideas/krilatoju_raketoju_z_an_26_chi_il_76_u_ssha_nagadali_elegantne_rishennja_rapid_dragon-9054.html
2. https://defence-ua.com/weapon_and_tech/armija_sshaj_maje_krilati_raketi_agm_158_jaki_mozhna_puskati_z_transportnih_litakiv-12421.html
3. https://defence-ua.com/weapon_and_tech/sshaj_umijut_zapuskati_krilati_raketi_iz_c_130_i_tse_pereljakalo_rashistiv_ta_kitaj-10188.html
4. <https://mil.in.ua/uk/news/yaponiya-rozroblyaye-raketonosets-na-bazi-transportnogo-litaka-c-2/>
5. <https://hvylya.net/analytics/231640-aerokosmicheskij-raketnyy-kompleks-uairlanch-novy-shans-dlya-aviakosmicheskoy-otrasli-ukrainy>

Корнієнко Анатолій Петрович, к.т.н., с.н.с., начальник науково-дослідної лабораторії, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: korney-2008@ukr.net.

Скорий Юрій Володимирович, к.т.н., провідний науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: skory1971@gmail.com.

Лященко Руслан Вікторович, старший науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, e-mail: liachshenko27@gmail.com.

Korniienko Anatolii Petrovych, PhD in Engineering, Senior Researcher, Head of the research laboratory, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, e-mail: korney-2008@ukr.net.

Skoryi Yurii Volodymyrovych, PhD in Engineering, Leading Researcher, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, e-mail: skory1971@gmail.com.

Liashchenko Ruslan Viktorovich, Senior Researcher, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, UA, e-mail: liachshenko27@gmail.com.

УДК 621.396.96

О. В. Борисенко

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ВТОРИННОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ КРИЛАТОЇ РАКЕТИ ЗМ-14 “КАЛИБР”.

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Анотація. За допомогою електродинамічного методу моделювання, заснованого на розв'язанні інтегрального рівняння магнітного поля, отримано характеристики вторинного випромінювання крилатої ракети (КР) ЗМ-14 “Калибр”. Результати, які демонструються, надають додаткову інформацію для розв'язання різних практичних завдань, у тому числі розробки пропозицій щодо підвищення ефективності виявлення крилатих ракет.

Ключові слова: ефективна поверхня розсіювання, інтегральне рівняння магнітного поля, крилата ракета, математичне моделювання, характеристики вторинного випромінювання.

Abstract. With the help of the electrodynamic modeling method, based on the solution of the integral equation of the magnetic field, the characteristics of the secondary radiation of the ЗМ-14 “Kalibr” cruise missile were obtained. The demonstrated results provide additional information for solving various practical tasks, including the development of proposals for increasing the effectiveness of cruise missile detection.

Keywords: effective scattering surface, integral equation of the magnetic field, cruise missile, mathematical modeling, characteristics of secondary radiation.

Вступ

У ході російського повномасштабного вторгнення в Україну, станом на 20.08.2023 року агресор завдав 6500 ударів з використанням балістичних, аеробалістичних та КР [1]. Ліва частина з них це ракети ЗМ-14 “Калибр” та подібні до них за конструкцією планера (ракети 9М727, 9М728, 9М729 оперативного-тактичного ракетного комплексу “Іскандер-К”). Це призводить до необхідності постійного удосконалення методів та засобів отримання радіолокаційної інформації про зазначені об'єкти з метою підвищення ймовірності їх виявлення, якості супроводження та знищення.

Метою роботи є комп'ютерне моделювання характеристик радіолокаційного розсіювання КР ЗМ-14 “Калибр” у метровому діапазоні хвиль та опис прикладу створення бази даних характеристик радіолокаційного розсіювання КР.

Результати дослідження

Для досягнення поставленої мети створено модель поверхні КР ЗМ-14 “Калибр” із застосуванням програмного середовища Mathcad 15. Зовнішній вигляд та модель ракети подано на рисунку 1.



(а)

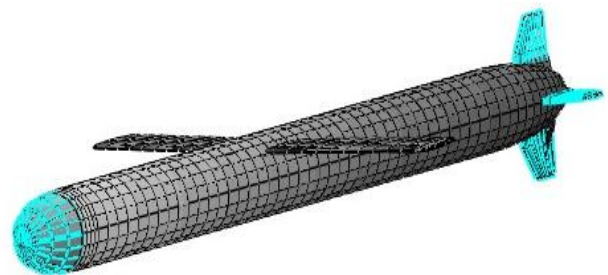


Рис. 1. Зовнішній вигляд (а) та модель поверхні (б) КР ЗМ-14 “Калибр”

При моделюванні поверхні металевих елементів планера КР апроксимовано за допомогою ділянок 10-ти тривісних еліпсоїдів. Передній обтічник є діелектричним радіопрозорим елементом. Оперення у хвостовій частині КР ЗМ-14 “Калибр” виготовлено з діелектричного

матеріалу [2]. Таким чином вклад зазначених елементів конструкції КР у сумарне розсіяне поле буде зневажливо малим. Тому при розрахунку характеристик вторинного випромінювання використовувались лише металеві елементи конструкції КР. Розроблена модель використовувалась під час комп'ютерного моделювання характеристик вторинного випромінювання (ефективної поверхні розсіювання, ЕПР) КР у метровому діапазоні хвиль (довжина хвилі 1,667 м) за допомогою методу, заснованого на розв'язанні інтегрального рівняння магнітного поля [3-6]. Для моделювання були обрані наступні вихідні умови: тип радіолокаційної станції – однопозиційна, частота сигналу – 180 МГц, поляризація – вертикальна та горизонтальна. Результати моделювання демонструються на рисунку 2 та у таблицях 1, 2.

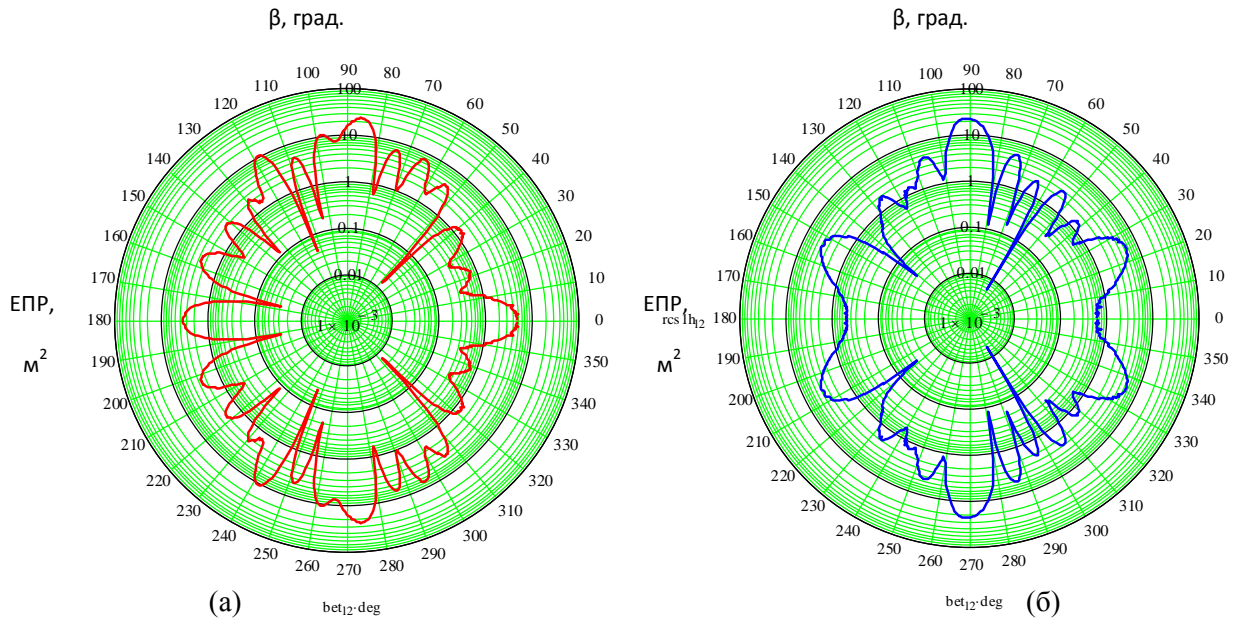


Рис. 2. Діаграма зворотного вторинного випромінювання КР ЗМ-14 “Калибр” на довжині хвилі 1,667 м. (а – горизонтальна поляризація, б – вертикальна поляризація)

Таблиця 1 – Середні та медіанні ЕПР КР ЗМ-14 “Калибр” для головних діапазонів азимутів зондування на вертикальній поляризації

Таблиця 2 – Середні та медіанні ЕПР КР ЗМ-14 “Калибр” для головних діапазонів азимутів

Довжина хвилі, м (частота, ГГц)	Характеристика	Значення ЕПР, м ²		
		Азимутальний ракурс		
		0-45 град.	45-135 град.	135-180 град.
1, 667 (0,18)	Середня ЕПР	2,173	4,12	1,437
	Медіанна ЕПР	1,373	1,638	0,859

зондування на горизонтальній поляризації

Довжина хвилі, м (частота, ГГц)	Характеристика	Значення ЕПР, м ²		
		Азимутальний ракурс		
		0-45 град.	45-135 град.	135-180 град.
1, 667 (0,18)	Середня ЕПР	1,243	5,524	1,388
	Медіанна ЕПР	0,698	3,815	1,397

Як і очікувалось, отримані значення ЕПР КР у метровому діапазоні хвиль мають достатньо високі значення. Це пояснюється тим, що більшість елементів конструкції ракети є резонансними по відношенню до довжини хвилі зондувального сигналу. З цієї точки зору РЛС

метрового діапазону хвиль мають певні переваги. Разом із цим не слід забувати, що РЛС дециметрового і сантиметрового діапазону мають кращі точності вимірювання координат.

Метод створення цифрових моделей розсіювачів та розроблене спеціальне програмне забезпечення, що реалізує електродинамічний метод розрахунку характеристик вторинного випромінювання повітряних об'єктів дозволяють отримувати інформацію, яка може застосовуватись для вирішення різних практичних завдань, у тому числі: створення бази даних характеристик радіолокаційного розсіювання повітряних об'єктів; оцінювання можливостей РЛС, що стоять на озброєнні Збройних Сил України, щодо виявлення і супроводження різних радіолокаційних цілей; розробка пропозицій щодо принципів побудови перспективних РЛС (зокрема у частині, що стосується обґрунтування вимог до потужності радіопередавального пристрою, закону модуляції та поляризації зондувального сигналу, показників якості алгоритмів обробки прийнятих сигналів) та щодо удосконалення способів їх застосування.

Розроблене спеціальне програмне забезпечення дозволяє отримувати характеристики радіолокаційного розсіювання КР різних типів при заданих умовах радіолокації, у метровому і дециметровому діапазоні хвиль. Слід зазначити, що електричні розміри КР у різних діапазонах хвиль суттєво відрізняються. Тому при створенні бази даних характеристик розсіювання КР доцільно використовувати різні методи – метод, заснований на розв'язанні інтегральних рівнянь у випадку резонансних розсіювачів та асимптотичний високочастотний метод у випадку електрично великих об'єктів [3-6].

Висновки

У роботі на прикладі моделі КР ЗМ-14 “Калибр” описано приклад створення бази даних характеристик радіолокаційного розсіювання КР у різних діапазонах хвиль.

Створення зазначеної бази даних дозволить врахувати особливості вторинного випромінювання КР на етапі розробки перспективних РЛС, удосконалення способів їх застосування, а також при розробці та удосконаленні алгоритмів обробки прийнятих сигналів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Росіяни вже випустили по Україні понад 6,5 тисячі ракет - Президент. *Укрінформ* : веб-сайт. URL: <http://surf.li/mwyao> (дата звернення: 06.11.2023).
2. Рамшов Д. В., Сурков О. М., Бондаренко Є. О. Методичні рекомендації щодо ідентифікації крилатих ракет. Київ, 2022. 49 с.
3. Gibson W. C. The Method of Moments in Electromagnetics / W. C. Gibson. – Boca Raton, London, New York : Chapman & Hall / Taylor & Francis Group, 2008. – 288 p.
4. G. S. Zalevsky, O. I. Sukharevsky, V. A. Vasilets, “Radar Range Profiles of Cruise Missiles in VHF, UHF and SHF Bands,” [electron resource], 7th International Conference on Ultrawideband and Ultrashort Impulse Signals (UWBUSIS 2014), 15-19 Sept., 2014. Proc. Kharkiv, 2014, pp. 7-12, 1 CD-ROM.
5. G. S. Zalevsky, O. I. Sukharevsky, “Calculation of Scattering Characteristics of Aerial Radar Objects of Resonant Sizes Based on Iterative Algorithm,” *Radioelectronics and Communications Systems*, vol. 57, No. 6, 2014, pp. 244-253.
6. O. I. Sukharevsky, V. A. Vasilets, G. S. Zalevsky “Electromagnetic Wave Scattering by Aerial and Ground Radar Objects,” [electron resource], 2015 IEEE International Radar Conference, 10-15 May, 2015. Proc. Arlington VA, USA, 2015, pp. 162–167, 1 CD-ROM.

Борисенко Олександр Васильович — ад'юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, e-mail: a.v.borisenko1980@ukr.net

Oleksandr Borysenko — Post-Graduate of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: a.v.borisenko1980@ukr.net

УДК 623.462.124 (465.75)

А. Ф. Шевченко, В. А. Назаров

ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК В КОГНІТИВНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЯХ

Анотація. Розширення можливостей сучасних радіотехнічних систем може бути досягнуто за рахунок використання проривних досягнень в області штучного інтелекту, глибокого навчання та інших когнітивних технологій. Саме тому когнітивні радіолокаційні станції, як частковий випадок систем наведених вище, є перспективним напрямком досліджень теоретичного та прикладного характеру. В доповіді наведено результати досліджень використання багаточастотних антенних решіток в когнітивних РЛС побудованих за принципом Multiple-Input-Multiple-Output за допомогою імітаційного моделювання.

Ключові слова: когнітивні радіолокаційні станції, МІМО (Multiple-Input-Multiple-Output), багаточастотні антенні решітки, імітаційне моделювання.

Abstract. Sufficient progress in the capabilities of modern radio systems can be achieved by breakthroughs in artificial intelligence, deep learning, and other cognitive technologies. This is why cognitive radar, as an example of the abovementioned systems, represents a perspective for theoretical and applied research. The report provides results of studies of cognitive radars based on the MIMO principle within multi-frequency antenna arrays obtained by simulation modelling.

Keywords: cognitive radar, MIMO (Multiple-Input-Multiple-Output), multifrequency antenna array, numerical simulation.

Сучасні радіолокаційні станції (РЛС) зенітного озброєння мають забезпечувати функціонування в складній заводській обстановці та умовах множинних маловисотних та малорозмірних цілей. Задовільнити таким потребам можуть когнітивні РЛС [1]. Цей напрямок покращення можливостей радарів шляхом інтелектуальної адаптації режимів роботи та експлуатаційних параметрів відповідно до властивостей зовнішнього середовища та отриманих під час функціонування нових знань [2, 3].

Унікальну можливість застосування в когнітивних РЛС мають багаточастотні антенні решітки [4] за рахунок можливості керування просторово-часовим розподілом енергії випромінювання в просторі. Такі решітки дозволяють реалізувати режим МІМО (Multiple-Input-Multiple-Output) коли кожен з елементів випромінює сигнал із власною середньою частотою спектру [5].

Для когнітивної МІМО РЛС з багаточастотною решіткою запропоновано методику мінімізації енергії випромінювання в районі цілі та максимізації енергії прийнятого сигналу у приймачі. Алгоритм керування параметрами когнітивної РЛС передбачає перетворення неопуклої оптимізаційної задачі другого порядку на опуклу яка розв'язується методом розчеплення та методами опуклої оптимізації. Наведено результати моделювання які підтверджують доцільність запропонованого підходу для зменшення імовірності скритності когнітивних МІМО РЛС без втрат в якості виявлення прийнятих сигналів.

Висновок: Сучасні радіолокаційні станції (РЛС) зенітного озброєння мають забезпечувати функціонування в складній заводській обстановці та умовах множинних маловисотних та малорозмірних цілей. Задовільнити таким потребам можуть когнітивні РЛС. Унікальну можливість застосування в когнітивних РЛС мають багаточастотні антенні решітки за рахунок можливості керування просторово-часовим розподілом енергії випромінювання в просторі. Такі решітки дозволяють реалізувати режим МІМО (Multiple-Input-Multiple-Output) коли кожен з елементів випромінює сигнал із власною середньою частотою спектру. Для когнітивної МІМО РЛС з багаточастотною решіткою запропоновано методику мінімізації енергії випромінювання в районі цілі та максимізації енергії прийнятого сигналу у приймачі. Алгоритми керування параметрами когнітивних РЛС передбачають вирішення складних

оптимізаційних задач, що вимагають використання методів опуклої оптимізації та методів розчленування для забезпечення оптимальної роботи системи.

Список використаних джерел:

1. Science&Technology Trends 2020-2040. Exploring the S&T Edge : NATO Science&Technology Organization Report. URL: https://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf (accessed 20.03.2021).
2. Haykin S. Cognitive dynamic systems: perception-action cycle, radar, and radio. Cambridge: Cambridge University Press, 2012. 309 p.
3. Guerci J. Cognitive Radar: The Knowledge-Aided Fully Adaptive Approach. Norwood: Artech House, 2010. 175 p.
4. Shevchenko A., Sedyshev Yu., Sedyshev P., Tyutyunnik V., Peculiarities of Using Space Time Multi-Frequency Signals for Fast Electronic Scanning in Radars with Active Phased Antenna Array, Radioelectr. and Comm. Syst. Magn. USA, vol. 53, no. 4, pp. 173–184, 2010.
5. JianLi, P. Stoica, MIMO Radar Signal Processing, John Wiley&SonsInc., 2008

Шевченко Антон Федорович, кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, anton.f.shevchenko@gmail.com

Назаров Володимир Андрійович, здобувач вищої освіти другого рівня, слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, b6s9ta@gmail.com

Anton Shevchenko, candidate of the technical science, assoc. prof., deputy chief of the department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, anton.f.shevchenko@gmail.com

Nazarov Volodymyr, Master`s Degree candidate, master student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, b6s9ta@gmail.com

УДК 623.462.124 (465.75)

В. О. Надьожин, О. В. Лезік

**ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ РОЗРОБКИ
МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ
ПІДРОЗДІЛІВ ППО СВ**

Анотація. Досвід локальних війн та конфліктів сучасності, а також бойові дії України проти РФ вказує на необхідність вдосконалення процесу автоматизованого управління високотехнологічними міжвидовими угрупованнями (МУ), як взаємопов'язаної сукупності бойових груп, кожна з яких представляє собою окрему бойову систему, що взаємодіє з іншими системами.

Ключові слова: міжвидові угруповання, мережецентричні системи, управління, протиповітряна оборона, сучасні системи.

Abstract. The experience of local wars and conflicts of our time, as well as Ukraine's military operations against the Russian Federation, indicates the need to improve the process of automated management of high-tech interspecific groups as an interconnected set of combat groups, each of which is a separate combat system that interacts with other systems.

Keywords: interspecific groupings, network-centric systems, management, air defense, modern systems.

Можливість вирішення цього питання може бути у розробці та впровадженні нових систем управління, якими можуть бути, наприклад перспективні мережецентричні системи управління (МЦСУ).

На початковому етапі при розробці МЦСУ доцільно розглядати урахування різноманітних умов обстановки, що впливають на МЦСУ.

У подальшому доцільно розглянути форми та способи застосування різних систем управління в умовах ведення бойових дій.

Основними вимогами при створенні сучасних систем управління МЦСУ можуть бути:

- врахування системного підходу до розробки сучасних систем управління, на базі аналізу їх підсистем і елементів;
- врахування безперервного розвитку сучасних систем управління;
- врахування необхідності модульної побудови сучасних систем управління та її основних елементів;
- врахування забезпечення можливості нарощування функціональних можливостей, модернізації і заміни застарілих елементів існуючих систем управління;
- врахування єдиної інформаційної бази для вирішення різних інформаційних, розрахункових задач та моделей з метою автоматизованого управління різними підсистемами;
- врахування можливості взаємодії з іншими системами управління різних мережевих органів управління.

Висновки:

Таким чином, доцільно розглядати форми та способи застосування мережецентричних систем управління з метою всебічного та якісного забезпечення ведення бойових дій.

Список використаних джерел:

1. Кучеренко Ю. Ф., Носик А. М. Погляди щодо напрямів розвитку тактики дій формувань тактичного рівня при їх застосуванні в сучасних операціях (війнах). *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2015. № 2(19). С. 24-26
2. Демідов Б. О., Величко О. Ф., Кучеренко Ю. Ф. Концептуальні положення щодо

створення автоматизованої системи управління протиповітряною обороною держави. *Наука і оборона*. 2014. № 3. С. 51-56.

3. Війни інформаційної епохи : міждисциплінарний дискурс : монографія / за ред. В. А. Кротюка. Харків : ФОП Федорко М.Ю., 2021. 558 с.

Надьожин Владислав Олександрович, здобувач вищої освіти другого рівня, слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, t3clan2013@gmail.com

Лезік Олександр Віталійович, кандидат військових наук, доцент кафедри тактики, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, t3clan2013@gmail.com

Nadyozhin Vladislav, master`s degree candidate, master student of Kharkiv National University of Air Forces named after Ivan Kozhedub, Kharkiv, t3clan2013@gmail.com

Oleksandr V. Lezik, Candidate of Military Sciences, Associate Professor, Department of Tactics, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, t3clan2013@gmail.com

УДК 006НАТО=03.111=161.2

О. С. Маляренко, І. М. Трофимов

ПРОБЛЕМИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО РОЗРОБЛЕННЯ ВІЙСЬКОВИХ СТАНДАРТИВ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ СТАНДАРТИВ ТА ПУБЛІКАЦІЙ НАТО

Анотація. Розглянуті чинники, які ускладнюють розроблення військових стандартів України на основі міжнародних військових нормативних документів. Надані мінімальні рекомендації щодо правильного розуміння об'єкта стандартизації та забезпечення ідентичного перекладу міжнародних військових нормативних документів.

Ключові слова: військові стандарти, міжнародні військові нормативні документи, методи прийняття, об'єкт стандартизації, військові терміни, ідентичний переклад.

Abstract. The factors that complicate the development of military standards of Ukraine on the basis of international military regulations are considered. The minimum recommendations for a correct understanding of the object of standardization and ensuring an identical translation of international military regulations are provided.

Keywords: military standards, international military regulations, methods of adoption, object of standardization, military terms, identical translation.

В умовах російської агресії поширюється взаємодія України з країнами-партнерами, що є членами НАТО. Для досягнення взаємосумісності сил і технічних засобів збройних Силах України триває розроблення військових стандартів (ВСТ) на основі міжнародних військових нормативних документів (МВНД) – стандартів та публікацій НАТО. Звичайно, для розуміння змісту ВСТ у військових структурах України потрібен такий метод прийняття МВНД, як переклад. Військовий стандарт ВСТ 01.001.008-2018 (02) [1] зазначає: під час застосування методу перекладу виконують ідентичний переклад МВНД. Ідентичний переклад – опрацьований робочий переклад, що є повноцінним та стилістично грамотним, з точним використанням спеціальної термінології (підкреслено авторами доповіді).

Переклад МВНД ускладнює низка чинників, які можуть зробити ВСТ малокорисними або навіть шкідливими (хибна інформація гірше за її відсутність). Основні з них можна висвітлити на прикладі стандартів [2] – [6].

1. Неякісний переклад МВНД з таких причин.

1.1. Необізнаність або недостатня обізнаність розробниками ВСТ в об'єкті стандартизації, незнання усталеної та/або нормативно встановленої в Україні термінології відповідної галузі. Треба залучати до розроблення ВСТ спеціалістів, а якщо це не вдається – принаймні спочатку знайти та вивчити нормативні, експлуатаційні, навчальні тощо документи, що стосуються об'єкта стандартизації.

1.2. Спроби прямого послідовного перекладу вузькоспеціальних термінів та/або визначень, що приводить до помилок і викривляє зміст і сутність понять. Рекомендації – див. п. 1.1.

2. Проблем додають зміст і оформлення самих МВНД.

2.1. Лінгвістичні особливості англомовного формування термінології стосовно нових предметів, явищ, понять приводять іноді до розуміння і перекладу окремих термінів лише за наявності французькомовного аналогу (друга офіційна мова НАТО), наприклад, у [4].

2.2. Застосування у МВНД жаргонізмів, субстантиваций і вербалізацій аббревіатур, а також понять і відповідних військових термінів, не притаманних практиці Збройних Сил України, що обумовлено не тільки різною історією розвитку, а й різними формами та способами застосування видів Збройних Сил. Відсутність будь-яких аналогів іноді змушує застосовувати транслітерацію англомовних термінів з відповідними національними поясненнями.

2.3. Використання у МВНД понять і відповідних термінів, які детально розкриті в інших документах і є малозрозумілими без ознайомлення з цими документами, пошук яких вимагає певного часу. Чисельним військовим термінам не можна підібрати правильний переклад без додаткових документів.

2.4. Деякі МВНД містять скорочення без розшифрування (можливо, загальнозживані та зрозумілі в НАТО), у тексті наявні некоректні формулювання і навіть помилки, не помічені в структурах, що погоджують МВНД. Потрібно добре розумітися на об'єкті стандартизації, щоб

зрозуміти окремі положення і виявити помилки, також з національними поясненнями.

3. У [7] як проблему зазначено: в рейтингу країн щодо володіння англійською мовою Україна посідає лише 27-му позицію, тимчасом як Польща й Угорщина 8-му та 9-ту позиції відповідно. Отже, недостатня кількість фахівців з відповідним рівнем мовної підготовки, яка безпосередньо залучається до опрацювання стандартів НАТО на етапі вивчення та проведення порівняльного аналізу стандарту НАТО з національними документами, призводить до збільшення витрати часу на їхнє запровадження [7]. До цього слід додати: призводить до помилок та хибного розуміння положень стандартів НАТО.

У [7] зазначено також: необхідно розуміти, що не варто механічно запроваджувати стандарти НАТО у сфері оборони України. Досягнення 100 % показника запроваджених стандартів НАТО не є нашою самоціллю, тим паче, що жодна з держав-членів НАТО не досягла такого показника. Основна ціль – це взаєморозуміння, взаємозамінність та взаємосумісність між нами та нашими партнерами як у штабах усіх рівнів, так і на полі бою.

Визначення та розуміння вказаних проблем, що ґрунтуються на знанні об'єктів стандартизації та досвіді розроблення ВСТ та національних стандартів, дозволило, наприклад, гармонізувати термінологію [5] з українською у стандарті [8] з урахуванням [9], гармонізувати окремі терміни [9] під час його перегляду у 2023-му році з термінологічним стандартом [4], а також розширити його терміносистему.

Список використаних джерел:

1. ВСТ 01.001.008 – 2018 (02) Військова стандартизація. Правила і методи впровадження та застосування міжнародних військових нормативних документів (AAP-03 Ed. J Ver. 3, Production, maintenance and management of NATO standardization documents, NEQ).
2. ВСТ 01.001.009-2017 (01) Військова система стандартизації. Глосарій аббревіатур, що використовуються в документах та публікаціях НАТО (AAP-15 (2016), MOD).
3. ВСТ 01.111.002-2021(01) Словник НАТО з розпізнавання. (AAP-28(B) (NATO Glossary of Identification), MOD).
4. AAP-28(B) NATO Glossary of Identification.
5. STANAG 4193 (Edition 2) Technical characteristics of IFF Mk-XA and Mk-XII interrogators and transponders.- Part I: General description of the system.
6. АТР-3.3.5.1 EdA Ver. 1 Jointairspacecontrol tactics, techniques and procedures.
7. Стандарти НАТО: механізм і темпи впровадження, адаптація до українських реалій [Електронний ресурс].– Режим доступу: <https://armyinform.com.ua/2021/02/12/standarty-nato-mehanizm-i-tempy-vprovadzhennya-adaptacziya-do-ukrayinskyh-realij>.
8. ДСТУ В 8823:2018 Засоби системи впізнавання “свій-чужий” Mk XA. Загальні технічні вимоги.
9. ДСТУ 4550:2006 Система державного впізнавання об'єктів. Упізнавання радіолокаційне. Терміни та визначення понять.

Маляренко Олександр Сергійович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, a_mal@meta.ua.

Трофимов Іван Миколайович кандидат технічних наук, старший дослідник, начальник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, tininterpritor@ukr.net.

Oleksandr Maliarenko, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Lead Researcher of Air Force Science Centre of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, a_mal@meta.ua.

Ivan Trofymov, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Chief of Scientific Research Department of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, tininterpritor@ukr.net.

УДК 37.02; 355.23

Г. В. Табачук

ПРАВОВЕ ВИХОВАННЯ ВІЙСКОВОСЛУЖБОВЦІВ – СКЛАДОВА ЧАСТИНА ПРАВОВИХОВНОЇ РОБОТИ

Анотація. Головне завдання правового виховання - досягти перетворення правових знань, ідей державного права України в особисті переконання кожного громадянина України та військовослужбовця, створити внутрішню потребу завжди в усьому діяти відповідно до законів, військової присяги, військових статутів.

Ключові слова: Правове виховання, професорсько-викладацький склад, військово-правове виховання, громадяни України, навчальна дисципліна, головне завдання.

Annotation. The main task of legal education is to achieve the transformation of legal knowledge, ideas of state law of Ukraine into personal beliefs of every citizen of Ukraine and military serviceman, to create an internal need to always act in accordance with laws, military oath, military statutes in everything.

Keywords: Legal education, teaching staff, military legal education, citizens of Ukraine, educational discipline, main task.

Правове виховання військовослужбовців — складова частина правовиховної роботи, яка проводиться на Україні. Це складний і багатобічний процес, зв'язаний з цілеспрямованим, систематичним впливом на свідомість і поведінку військовослужбовців з метою формування і розвитку в них правових уяв, переконань, поглядів, почуттів і умінь, що гарантують дотримання вимог законів України, присяги і військових статутів. Професорсько-викладацький склад кафедри військової підготовки ВНТУ розглядає правове виховання громадян України, як невід'ємну частину виховного процесу, найважливіший засіб покращення навчальної дисципліни та дотримання норм законодавства що в кінцевому рахунку сприяє підвищенню відповідальності громадян України, які навчаються за програмою офіцерів запасу.

Необхідними умовами рішення задач виховання дисциплінованості громадян України, суворого дотримання ними законів і статутів є особистий приклад професорсько-викладацького складу кафедри військової підготовки, їхня педагогічна і професійна майстерність, висока моральна і правова культура набута під час проходження військової служби як командирів та начальників. Виховне значення високої правової культури та особистого поведіння професорсько-викладацького складу дуже велике і відповідальне. Їм довірено особисто навчати громадян України, передавати багатий особистий досвід військової служби.

У системі правового виховання громадян України важливу роль грає правове навчання, яке проводиться в системі дисциплін гуманітарної підготовки і є її обов'язковою складовою.

Головне завдання правового виховання - досягти перетворення правових знань, ідей державного права України в особисті переконання кожного громадянина України та військовослужбовця, створити внутрішню потребу завжди в усьому діяти відповідно до законів, військової присяги, військових статутів.

Військове виховання тісно зв'язано з правовим вихованням. Основними складовими частинами правового виховання є:

- Правове навчання;
- Правова пропаганда;
- Правове самонавчання;
- Правова практика.

Військово-правове навчання громадян України проходять у системі гуманітарної підготовки. Знання вони здобувають з першого курсу з навчальних дисциплін:

«Запобігання Корупції», «Статути Збройних Сил України та стройова підготовка», «Основи політичних знань», «Воєнна історія України».

Питання патріотизму в процесі підготовки військових фахівців ЗС України сьогодні набули великого значення. Зростає потреба в духовному збагаченні усіх силовиків держави, а також членів їх родин.

Військово-правове виховання визначає процес систематичного й цілеспрямованого впливу на свідомість, поведінку та діяльність слухачів кафедри військової підготовки з метою формування та розвитку правових уявлень, переконань, поглядів, почуттів і навичок. Також гарантують усвідомлене дотримання вимог законів України, Військової присяги і Військових Статутів, виконання наказів викладачів (начальників), широкого рівня морально-правових якостей.

У процесі військово-правового виховання громадян України необхідна глибока переконаність кожного слухача кафедри у потребі набуття знань, емоційно-чуттєвих і волевих станів, а також ціннісних орієнтацій, що виражають ставлення громадянина до діючого права, законодавчо закріплених вимог і приписів їх загальногромадянської діяльності. При цьому значення мають самоосвіта, самозаохочення, самокритика, самопримус як складова правовиховного процесу, котрі спрямовані на формування специфічних якостей і пов'язані зі становленням правових навичок, переконань і звичок правомірної поведінки.

Список використаної літератури

1. Закон України “Про військовий обов’язок і військову службу”.
2. Фінін Г. І. Військова освіта в сучасних соціокультурних контекстах : монографія / Г. І. Фінін. – Харків : Майдан, 2014. – 300 с.
3. Скуріхін С. М. Правове виховання військовослужбовців : поняття і система / С. М. Скуріхін // Актуальні проблеми держави і права : зб. наук.праць / [редкол. : С. В. Ківалов (гол. ред.) та ін.]. – Одеса: Юрид. л-ра, 2014. –Випуск 22. – С. 63– 69
4. Федоренко В. В. Традиції та патріотизм у системі військово-правового виховання як чинники національної ідентичності військовослужбовців / В. В. Федоренко // Гілея: науковий вісник. Збірник наукових праць / Гол. ред. В. М. Вашкевич. – К.: ВІР УАН, 2016. – Випуск 104 (№ 1). – С. 150–156.

***Табачук Григорій Васильович* - викладач кафедри військової підготовки
Вінницького національного технічного університету, e-mail:
gtabachukv@gmail.com**

***Hryhoriy Vasyliovych Tabachuk* - lecturer at the Department of Military
Training of the Vinnytsia National Technical University, e-mail:
gtabachukv@gmail.com**

О. П. Терещенко, Л. В. Мороз, К. М. Татуревич

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МАШИН СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ВИСОКОЇ ПРОХІДНОСТІ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВІЙСЬКОВИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Анотація. Розглянуто перспективи розвитку машин спеціального призначення високої прохідності та організація військових перевезень. Проаналізовані завдання та напрями подальшого розвитку.

Ключові слова: основні напрями та завдання подальшого розвитку, перспективні розробки, основні принципи організації перевезень.

Abstract. The prospects for the development of high-mobility special-purpose vehicles and the organization of military transportation are reviewed. The tasks and directions of further development are analyzed.

Keywords: main directions and tasks of further development, prospective developments, basic principles of transportation organization.

Вступ

Одним з основних завдань політики держави у сфері оборони є підтримання в боєздатному стані Збройних Сил, інших утворених відповідно до законів військових формувань, правоохоронних органів спеціального призначення сектору безпеки і оборони, зокрема оснащення їх новітніми зразками озброєння та військової (спеціальної) техніки для забезпечення захисту державного суверенітету і територіальної цілісності держави [1].

Результатидослідження

Машини спеціального призначення високої прохідності (МСПВП) відіграють важливу роль у військових перевезеннях. Вони забезпечують доставку військ та озброєння в будь-яких умовах, включаючи бездоріжжя та інші складні місцевості.

Розвиток машин спеціального призначення високої прохідності є дуже важливою ланкою у забезпеченні Збройних Сил потрібними військовими ресурсами. Вони забезпечують доставку військ та озброєння в будь-яких умовах, включаючи бездоріжжя та інші складні місцевості.

Вивчивши роботу Шишанова М.О. про обґрунтування тактико-технічних вимог до технічних засобів відновлення [2], що дозволяє обґрунтувати тенденції розвитку та принципи будови рухомих засобів технічного обслуговування і ремонту ОВТ, основними напрямками розвитку машин спеціального призначення високої прохідності може бути удосконалення конструкцій машин.

Наразі, оцінивши військову ситуацію в Україні та стан військової техніки, Кабінет Міністрів України визначив основні напрями розвитку озброєння та військової техніки на довгостроковий період.

Проект розпорядження було розроблено на виконання Указу Президента України від 2 серпня 2016 року № 323/2016 “Про введення в дію Рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 травня 2016 року “Про заходи з розвитку оборонно-промислового комплексу України” відповідно до пункту 44 Воєнної доктрини України, затвердженої Указом Президента України від 24 вересня 2015 року № 555/2015 [3].

Документ дає можливість впровадити єдині підходи до формування науково-технічного та технологічного набутку під час створення сучасних зразків озброєння та військової техніки з урахуванням потреб сектору безпеки і оборони держави, створити підґрунтя для розробки нових програм щодо розвитку МСПВП та озброєння, та визначити орієнтир для вітчизняних підприємств оборонно-промислового комплексу в напрямі розвитку МСПВП на довгостроковий період [4].

Організація військових перевезень є надзвичайно важливою для забезпечення ефективності та успішності військових операцій. Ця діяльність включає в себе планування, координацію та виконання перевезення військових сил, бойової техніки, боеприпасів та іншого військового обладнання з одного місця в інше [5].

До основних принципів організації військових перевезень відносяться: планування перевезень з урахуванням поточної обстановки та можливостей транспортних засобів; забезпечення максимальної пропускної здатності транспортних мереж; забезпечення безпеки перевезень [6].

Координація - це процес забезпечення добре злагодженого руху перевозити протягом всього шляху. Це включає в себе взаємодію з різними структурами, такими як авіація, залізниця, морський флот, автотранспорт та логістичні підрозділи. Крім того, важливо взаємодіяти зі зведеними військовими командами та коаліційними партнерами для забезпечення спільних оперативних цілей [7].

Виконання перевезення військових сил та обладнання залежить від вибору різних видів транспорту, які найкраще задовольняють вимоги. Військові перевезення можуть здійснюватися повітряними, морськими, залізничними або автомобільними шляхами. Кожний вид транспорту має свої переваги і обмеження, які повинні бути враховані при виборі оптимального способу перевезення [8].

Організація військових перевезень також включає підготовку персоналу та обладнання для перевезення. Це означає, що військовими частинами слід забезпечити надійну упаковку і маркування обладнання, які відповідають вимогам транспорту. Крім того, підготовленість персоналу до ефективного виконання завдання є ключовим аспектом успішності операцій [9].

Висновки

Розвиток МСПВП та організація військових перевезень є важливими напрямками забезпечення ефективної військової діяльності. Впровадження нових технологій та засобів дозволить підвищити можливості Збройних Сил у виконанні завдань у будь-яких умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Інтернет джерело: Державний сайт України; Урядовий портал; Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України; Посилання на джерело: <https://www.kmu.gov.ua/npas/250071205>. -1 с.
2. Шишанов М. О., Гуляев А. В., Зубарев О. В., Шевцов М. М. (2017) Методологія обґрунтування тактико-технічних вимог до технічних засобів відновлення. Озброєння та військова техніка. ЦНДІ ОБТ, м. Київ. - 8083 с.
3. Інтернет джерело: Державний сайт України; Урядовий портал; Єдиний веб-портал органів виконавчої влади України; Посилання на джерело: <https://www.kmu.gov.ua/npas/250071205>. - 1-15 с.
4. Інтернет джерело: офіційний сайт ГО «Український мілітарний центр» MILITARNYI; Посилання на джерело: <https://mil.in.ua/uk/kmu-zatverdyyv-perelik-dlya-stvorennya-perspektyvnoyi-viyskovoyi-tehniky-ukrayiny/>. 3 абзац, - 1 с.
5. Босак Н. В. Інноваційний розвиток економіки. Київ: Знання-Прес, 2008. - 27 с.
6. Верховна Рада України: «Угода про принципи та порядок виконання військових перевезень», Документ 997_057, 1992р.
7. Програма економічних реформ в Україні "Стратегія сталого розвитку - 2020". Київ: КМУ, 2010. – 47 с.
8. Кузнецов Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Кузнецов Е.С. – М. : Транспорт, 1982 – 186 с.
9. Волгин В.В. Автобизнес. Техника, сервис, запчасти / Волгин В.В. М.: Издательско-книготорговый центр «Маркетинг», 2003. – 735 с.

Терещенко Олександр Петрович – к.т.н., доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Мороз Лариса Василівна – ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Татуревич Катерина Миколаївна – студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ms.taturevich@gmail.com

Tereschenko Oleksandr - Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Moroz Larisa Vasylivna - art. teacher, department of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Kateryna Mykolaivna Taturevych - student, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ms.taturevich@gmail.com

УДК 621.43

А. П. Поляков, О. П. Терещенко, Н. Б. Байда, Я. В. Сафтьок

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПЕРЕОБЛАДНАННЯМ ДИЗЕЛЯ В ГАЗОДИЗЕЛЬ

Анотація. Метою роботи є економія дизельного палива та зменшення шкідливих викидів транспортних засобів з дизелями шляхом переобладнання дизелів в газодизель. Для цього виконано аналіз результатів робіт з переобладнання дизелів, розроблені методики визначення доцільності переобладнання дизеля, проведені розрахунки з визначенням паливної економичності та екологічних показників при роботі двигуна за дизельним і газодизельним циклами та обґрунтовані рекомендації стосовно доцільності конвертації дизеля в газодизель.

Ключові слова: газодизель, екологічних показники, переобладнання дизелів.

Abstract. The purpose of the work is to save diesel fuel and reduce harmful emissions of vehicles with diesel engines by converting diesel engines to gas-diesel. For this, an analysis of the results of diesel conversion works was performed, methods were developed to determine the feasibility of diesel conversion, calculations were made to determine fuel economy and environmental indicators when the engine operates on diesel and gas-diesel cycles and substantiated recommendations regarding the feasibility of converting diesel into gas-diesel.

Keywords: gas diesel, environmental indicators, conversion of diesel engines.

Вступ

Останні роки другого тисячоліття ознаменувалися небувалою динамічністю технічного прогресу у всіх галузях науки і техніки. У світі чисельність транспортних засобів перевищила 1 млрд. од [1]. Не відстає від цих процесів і Україна, де налічується близько 7 млн. од. транспортних засобів [2].

Транспорт споживає близько 17% всієї первинної енергії в світі, використовуючи при цьому в основному нафту [3].

Про важливість покращення екологічних показників свідчить і постійне зростання вимог до викидів забруднювальних речовин. Так в країнах Європейської Співдружності (ЄС) вже давно діють норми Еуро-5.

Результати дослідження

Загально визнано, що дизель є більш економічним у порівнянні з бензиновим двигуном. Тому тенденції світового автомобілебудування зводяться до того, що на сучасних транспортних засобах малої та середньої вантажопідйомності переважно використовуються дизелі, а на великовантажних – тільки дизелі.

Крім паливної економичності аналізується збиток для навколишнього середовища, який має місце в процесі експлуатації транспортних засобів, оскільки автомобільний транспорт є найбільшим споживачем палива та джерелом забруднення атмосфери серед інших видів наземного транспорту.

Одним з шляхів зменшення споживання дизельного палива і вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах (ВГ) є переобладнання транспортних засобів з дизелями, які знаходяться в експлуатації, для роботи за газодизельним циклом. Відомо, найменші питомі викиди шкідливих речовин у ВГ транспортних засобів забезпечуються при використанні природного газу. Тому переведення транспортних засобів з дизелями на живлення газом (газодизелі) дозволить зменшити витрату дизельного палива та вміст шкідливих речовин у ВГ.

Досліджено вплив переобладнання дизеля для роботи за дизельним і газодизельним циклами на показники вантажного транспортного засобу в умовах експлуатації. Предмет дослідження – паливна економичність та екологічні показники транспортних засобів при роботі двигуна за дизельним і газодизельним циклами.

У роботі теоретичні дослідження базуються на основі положень теорії автомобіля, методах фізичного і математичного моделювання, порівняння.

Розрахунковим методом на математичній моделі визначались: паливна економичність, екологічні показники транспортних засобів в експлуатаційних умовах за роботи двигуна за

дизельним і газодизельним циклами, залежності витрат на паливо транспортного засобу за добу від добового пробігу при різних завантаженнях.

Розроблена методика, яка дозволяє обґрунтувати доцільність переобладнання дизеля транспортного засобу для роботи за газодизельним циклом в умовах експлуатації з урахуванням викидів, витрат на паливо та соціально-економічного збитку.

Уточнено математичну модель, яка дозволяє імітувати рух транспортного засобу двигуном, переобладнаним для роботи за дизельним і газодизельним циклами, за режимами їздового циклу.

Обґрунтована доцільність переобладнання дизеля транспортних засобах для роботи за газодизельним циклом в умовах експлуатації.

Отримані поліноміальні залежності, які описують енергетичні і екологічні показники двигуна при роботі за дизельним і газодизельним циклами.

Розраховано соціально-економічні збитки, що завдає транспортний засіб довкіллю забрудненням повітря шкідливими викидами при русі за їздовим циклом при роботі двигуна за дизельним і газодизельним циклами.

Отримані числові значення, які дають змогу оцінити доцільність конвертації двигуна для роботи за дизельним і газодизельним циклами в умовах експлуатації.

Висновки

Розрахунки витрат на паливо в залежності від пробігу та завантаження при роботі двигуна за дизельним і газодизельним циклами показали, що навіть при повному навантаженні витрати при роботі двигуна за газодизельним циклом менші ніж при роботі за дизельним циклом без вантажу. Проведені розрахунки свідчать, що соціально-економічний збиток від переобладнання дизеля в газодизель значно зменшиться в залежності від завантаження транспортного засобу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов/ Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. – М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
2. Державний комітет статистики України: Статистичний щорічник України за 2007р. – К.: Ви - во «Консультант», 2008. – 575 с.
3. Терентьев Г.А. Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов / Г.А. Терентьев, В.М. Тюков, Ф.В. Смаль. – М.: Химия, 1989. – 272 с.

Поляков Андрій Павлович – доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Терещенко Олександр Петрович - к.т.н., доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Байда Наталія Борисівна — слухач групи 04-22, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko 96@gmail.com

Сафтьук Ярослав Владиславович – студент групи 2АТ-22м, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: groupyaruslav@gmail.com

Polyakov Andrey P. — doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Tereschenko Oleksandr - Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Baida Natalija B. — student of group 04-22, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko @gmail.com

Saftyuk Yaroslav V. – student of group 2AT-22m, department of automobiles and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: groupyaruslav@gmail.com

УДК 621.43

А. П. Поляков, О. П. Терещенко, Д. Ю. Саврій

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ МЕТОДОМ ПРОГНОЗУВАННЯ НОМЕНКЛАТУРИ ТА КІЛЬКОСТІ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН

Анотація. Метою роботи є нове вирішення наукової задачі підвищення експлуатаційної надійності обладнання спеціального рухомого складу шляхом прогнозування кількісного та номенклатурного складу запасних частин. Впровадження у виробництво розробленої методики дасть змогу забезпечити обладнання спеціального рухомого складу достатньою кількістю запасних частин, збільшити ефективність роботи та підвищити його продуктивність.

Ключові слова: підвищення надійності обладнання, прогнозування складу запасних частин.

Abstract. The purpose of the work is a new solution to the scientific problem of increasing the operational reliability of special rolling stock equipment by forecasting the quantitative and nomenclature composition of spare parts. Implementation of the developed methodology in production will make it possible to provide the equipment of special rolling stock with a sufficient number of spare parts, increase the efficiency of work and increase its productivity.

Keywords: increasing the reliability of equipment, forecasting the composition of spare parts.

Низька надійність транспортних засобів позначається на ефективності їх експлуатації. В результаті відмов за технічними причинами машини простоюють, через що виробники несуть збитки від втрат продукції чи заміни механізованих операцій ручними.

Велике значення приділяється розробці нетрадиційних підходів до насичення підрозділів транспортними засобами. Серед них організаційні заходи, пов'язані із збереженням парку підрозділів, в першу чергу лізингова закупівля техніки за кордоном, створення мережі регіональних ринків купівлі-продажу техніки, що була вже в експлуатації, розробка нових ефективних технологій відновлення техніки шляхом заміни спрацьованих деталей і нерозбірних вузлів новими та ін. [1].

На основі аналізу існуючих методик визначення потреби в запасних частинах встановлено, що прогнозування цієї потреби за середнім ресурсом не дає змоги досягти ймовірності безвідмовної роботи. Підвищення ймовірності безвідмовної роботи супроводжується збільшенням кількості запасних частин за рахунок визначення їх потреби за гамма-відсотковим ресурсом.

В основу методики прогнозування потреби в запасних частинах покладено математичну модель зі змінними факторами: кількість однакових деталей на одній машині; кількість однакових машин; закон розподілу ресурсу деталей та його параметри; ймовірність безвідмовної роботи, а також час прогнозу, переданий у частках гамма-відсоткового ресурсу. За можливі моделі довговічності не відновлюваних елементів обладнання спеціального рухомого складу, замінені у разі відмови запасними, прийнято закони розподілу ресурсу: нормальний, Вейбулла та експоненціальний, що охоплюють відповідно поступові, зносіві, втомлені та раптові відмови механічних і електромеханічних систем, які пройшли період припрацювання, а також систем, що експлуатуються в тяжких умовах під впливом механічних і кліматичних навантажень.[2].

Обґрунтовано коефіцієнт потреби в запасних частинах. Залежність цього коефіцієнта, а отже, і витрат запасних частин від часу прогнозу, переданого в частках гамма-відсоткового ресурсу, є прямолінійною в усьому інтервалі часу тільки для експоненціального розподілу (розподіл Вейбулла з параметром форми), а також для нормального розподілу. Для нормального розподілу залежність коефіцієнта непрямолінійна. Для розподілу Вейбулла залежність коефіцієнта непрямолінійна.

При дослідженні експлуатаційної надійності обладнання спеціального рухомого складу встановлено, що показники безвідмовності і ремонтпридатності обладнання підлягають закону Вейбулла. Окреме обладнання спеціального рухомого складу має неоднакову надійність.

На основі аналізу відмов основних вузлів і деталей обладнання встановлено, що їх ресурс розподіляється за законами: нормальним, Вейбулла та експоненціальним, більшість з яких - за законом Вейбулла, середня ймовірність безвідмовної роботи при розрахунку запасних частин за середнім ресурсом дорівнює 43,8 %, а при розрахунку за гамма-відсотковим ресурсом - 60,5 %, тобто підвищується на 16,7 %, що становить 38 % середньої ймовірності безвідмовної роботи при розрахунку за середнім ресурсом. [3].

Розроблена методика визначення потреби в запасних частинах, на відміну від існуючих, враховує залежність показників надійності від параметрів технічного стану обладнання спеціального рухомого складу, що дає змогу уточнити номенклатуру і норми витрат запасних частин, скоротивши нестачу дефіцитних вузлів і деталей на 8-11 % і надлишок деталей, які з часом перетворюються на неліквіди, на 8-10 %.

В роботі дано нове вирішення наукової задачі підвищення експлуатаційної надійності обладнання спеціального рухомого складу шляхом прогнозування кількісного та номенклатурного складу запасних частин.

Впровадження у виробництво розробленої методики дасть змогу забезпечити обладнання спеціального рухомого складу достатньою кількістю запасних частин, збільшити ефективність роботи та підвищити його продуктивність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Бродецкий Г.Л. Управление запасами: учеб. пособие / Г.Л. Бродецкий. – М.: Эксмо, 2008. – 352с. – ISBN 978-5-699-24235-1. Поляков Андрій Павлович — доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

2. Поляков А.П. Формування потреби станцій технічного обслуговування автомобілів в запасних частинах для своєчасного обслуговування клієнтів / А.П.Поляков, О.П.Антонюк, Б.С.Маріянюк // Вісник СХУ ім. Даля. – 2014. – №6(194). Частина 2 – с.62-63. – ISBN 1998-7927.

3. Антонюк О.П. Обґрунтування вихідних принципів розробки методу формування номенклатури та кількості запасних частин / О.П.Антонюк, А.М.Баранов, Б.С.Маріянюк, С.С.Коробов / Житомир, ЖДТУ – VII міжнародна науково-практична конференція „Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту”. 2013 - С.10-15

Поляков Андрій Павлович – д.т.н., завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Терещенко Олександр Петрович – к.т.н., доцент кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Саврій Дмитро Юрійович – слухач групи 04-22, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Polyakov Andrey P. – doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Tereschenko Oleksandr – Ph.D., Associate Professor of military training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Savriy Dmytro U. – student of group 04-22, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko@gmail.com

УДК 621.43

А. П. Поляков, Л. В. Мороз, І. В. Ковальчук, Я. В. Сафтьок

ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗРОБКИ РЕЖИМІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ ГАЗОПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ГАЗОДИЗЕЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Анотація. Метою роботи є дослідження принципів забезпечення надійності газових систем живлення на стадії розробки, виробництва і експлуатації. Для цього потрібно вибрати структуру системи і такі значення її параметрів, при яких будуть забезпечуватися необхідні значення функціональних характеристик. Аналіз проблем технічної експлуатації газобалонних транспортних засобів дозволили визначити такі основні напрямки підвищення ефективності роботи даного виду рухомого складу: переозброєння підрозділів, централізація поставок запасних частин; контроль над виконанням регламентних робіт; визначення періодичності технічного обслуговування.

Ключові слова: газобалонні транспортні засоби, ремонт, переозброєння підрозділів.

Abstract. The purpose of the work is to study the principles of ensuring the reliability of gas power systems at the stage of development, production and operation. For this, it is necessary to select the structure of the system and such values of its parameters, which will provide the necessary values of functional characteristics. Analysis of the problems of technical operation of gas-cylinder vehicles made it possible to determine the following main directions for improving the efficiency of this type of rolling stock: re-equipment of units, centralization of supplies of spare parts; control over the performance of regulatory works; determining the periodicity of maintenance.

Keywords: gas cylinder vehicles, repair, rearming of units.

Вступ

Застосування газових палив в підрозділах обумовлене необхідністю зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище і розширення ресурсів моторного палива.

Досвід використання природного газу в підрозділах показує, що успішно і економічно виправдане газобалонні транспортні засоби можуть експлуатуватися там, де створена необхідна інфраструктура і впроваджено у дію економічний механізм використання газового палива[1].

Результати дослідження

Газопаливна апаратура(ГПА) є складною послідовною системою, у якій надійність кожного зі складових її елементів значно впливає на загальний рівень надійності системи в цілому. При визначенні періодичності профілактичного обслуговування ГПА слід звернути особливу увагу на важливий аспект експлуатації - безпеку.

Даний аспект можна врахувати, проаналізувавши поведінку системи залежно від структури і значень її параметрів[2].

При аналізі газової системи живлення відома її структура і конструктивні параметри. Визначаємо значення функціональних характеристик (надійність) при фіксованому наборі початкових станів (зовнішнє середовище).

Серед завдань, поставлених у роботі, є завдання дослідження принципів забезпечення надійності газових систем живлення на стадії розробки, виробництва і експлуатації. Іншими словами відразу задається якийсь рівень надійності і ефективності системи. Потрібно вибрати структуру системи, і такі значення її параметрів, при яких будуть забезпечуватися необхідні значення функціональних характеристик. Тому при розробці режимів технічного обслуговування (ТО) слід урахувувати цілий комплекс критеріїв.

У технічній експлуатації транспортних засобів використовуються, як технічні, так і техніко-економічні критерії. Серед технічних найбільш відомий коефіцієнт технічної готовності, імовірність відмови, середній наробіток на відмову системи і ін. [3]. Отже газова система живлення є додатковою системою транспортного засобу і при її відмові транспортний засіб може продовжувати здійснювати транспортну роботу.

Найчастіше в дослідженнях використовуються техніко-економічні та економічні критерії, серед яких питомі витрати на підтримку працездатного стану транспортного засобу, сумарні витрати на ТО і ремонт, простій транспортного засобу в ремонті [3, 4]. Використовується також комбінація різних критеріїв для вузлів і деталей, що забезпечують безпеку руху.

Важливим показником економічної діяльності підрозділу, що характеризують ефективність використання матеріальних, трудових, фінансових ресурсів є його експлуатаційні витрати.

Існуюча система звітності підрозділів дозволяє отримувати в широкому спектрі всю необхідну інформацію про зміну техніко-економічних і економічних показників роботи парку. Саме тому техніко-економічні і економічні критерії отримали широке поширення при оцінці ефективності роботи підрозділу, його служб, рухомого складу[5].

Аналіз проблем технічної експлуатації газобалонних транспортних засобів дозволили визначити наступні основні напрямки підвищення ефективності роботи даного виду рухомого складу:

- переозброєння підрозділів, що експлуатують ГПА;
- централізація поставок запасних частин ГПА;
- контроль над виконанням регламентних робіт з ГПА;
- визначення періодичності технічного обслуговування ГПА.

Висновки

У результаті аналізу відмов і несправностей ГПА встановлені показники надійності її елементів і ступінь їх впливу на безпеку експлуатації.

Виконана економічна оцінка застосування планової системи технічної експлуатації, з мінливої в процесі експлуатації періодичністю виконання технічних впливів, що дозволила визначити, що витрати на профілактику ГПА в 4-7 раз нижче можливих витрат і втрат, пов'язаних з усуненням відмов, що нагромадилися в системі, і роботою ГДА в дизельному режимі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Трикозюк В.А. Повышение надежности автомобиля / В.А. Трикозюк – М.: Транспорт, 1980. 87 с.
2. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. - М.: Наука, 1976. – 279 с.
3. Лукинский В.С. Логистика автомобильного транспорта / Лукинский В.С., Бережной В.И., Бережная Е.В. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 368 с.
4. Неруш Ю.М. Логистика / Неруш Ю.М. – МТК Велби, Изд-во Проспект, 2006. – 520 с.
5. Степнов М.Н. Статистические методы обработки результатов механических испытаний: Справочник / М.Н. Степнов. - М.: Машиностроение, 2005. - 399 с.

Поляков Андрій Павлович – доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Мороз Лариса Василівна – ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Ковальчук Іван Васильович – слухач групи 04-22, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: atereschenko96@gmail.com

Сафтюк Ярослав Владиславович – студент групи 2АТ-22м, кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: groupyaruslav@gmail.com

Polyakov Andrey P. – doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Moroz Larysa V. – senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Kovalchuk Ivan V. – student of group 04-22, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: atereschenko@gmail.com

Saftyuk Yaroslav V. – student of group 2AT-22m, department of automobiles and transport management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: groupyaruslav@gmail.com

УДК 621.43

А. П. Поляков, Л. В. Мороз, Г. Г. Березюк

УДОСКОНАЛЕНИЙ МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

Анотація. Мета дослідження – підвищення надійності транспортного засобу на основі застосування методу прогнозування технічного стану транспортного засобу. Для цього удосконалено метод прогнозування технічного стану транспортного засобу, в порівнянні з існуючим.

Впровадження удосконаленого методу прогнозування технічного стану транспортного засобу дозволить забезпечити безвідмовну роботу транспортного засобу протягом визначеного напрацювання до проведення номерних технічних обслуговувань за рахунок попередження виникнення можливих відмов елементів транспортного засобу шляхом проведення визначеного обсягу контрольних-технічних обслуговувань які за своєю вартістю є нижчими від вартості виконання робіт по усуненню відмови.

Ключові слова: прогнозування технічного стану, транспортний засіб.

Abstract. The purpose of the research is to increase the reliability of the vehicle based on the application of the method of predicting the technical condition of the vehicle. For this purpose, the method of forecasting the technical condition of the vehicle, in comparison with the existing one, has been improved.

The implementation of an improved method of predicting the technical condition of the vehicle will allow to ensure the trouble-free operation of the vehicle during the specified period of operation before the number technical maintenance by preventing the occurrence of possible failures of the elements of the vehicle by carrying out a specified amount of control and technical maintenance, which in terms of cost are lower than the cost of performing work on rejection elimination.

Keywords: prediction of technical condition, vehicle.

Залежно від інтенсивності зміни характеристик агрегатів, вузлів і деталей транспортного засобу визначається періодичність їх обслуговування та ремонту. Знання закономірностей зміни технічного стану деталей транспортного засобу дозволяє попереджувати вихід його з ладу[1].

Удосконалений метод направлений на підвищення ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортного засобу, призначена для підтримання транспортного засобу у працездатному стані під час його експлуатації. Підтримання транспортного засобу у працездатному стані здійснюється шляхом проведення додаткових робіт з технічного обслуговування на вузлах і агрегатах, які мають низьку надійність[2,3].

Запропонований метод ґрунтується на послідовному використанні двох взаємозв'язаних способів: способу визначення періодичності проведення додаткових робіт для забезпечення підтримання працездатності транспортного засобу у визначених межах; способу визначення обсягу додаткових робіт технічного обслуговування найменш надійних вузлів і агрегатів транспортного засобу.

Даний метод може використовуватись за умови, якщо відомі значення зміни параметра потоку відмов у системах, вузлах і агрегатах транспортного засобу залежно від напрацювання і терміну перебування їх в експлуатації.

Вихідними даними для визначення періодичності проведення та обсягів додаткових робіт щодо підвищення працездатності систем, вузлів і агрегатів транспортного засобу з малою надійністю є: термін перебування транспортного засобу в експлуатації; напрацювання з початку експлуатації; напрацювання після проведення чергового номерного технічного обслуговування.

Головним завданням методу прогнозування технічного стану транспортного засобу є забезпечення підтримання імовірності безвідмовної роботи транспортного засобу у визначених межах в процесі використання їх за призначенням з мінімальними затратами людських і матеріальних ресурсів.

Визначення періодичності виконання профілактичних робіт щодо попередження відмов, проводиться на основі аналізу залежності імовірності безвідмовної роботи транспортних

засобів від напрацювання і терміну перебування в експлуатації. Значення напрацювання, які відповідають раціональній періодичності проведення планово-попереджувальних заходів, встановлюються за допустимим рівнем імовірності безвідмовної роботи[4].

Висновки

Для визначення періодичності технічного обслуговування та додаткових робіт по контрольно-технічному обслуговуванню з підвищення імовірності безвідмовної роботи транспортного засобу розроблено математичну модель, що включає в себе сукупність формул та алгоритм їх застосування.

В основу математичної моделі покладено математичні залежності параметра потоку відмов транспортного засобу від напрацювання і терміну перебування його в експлуатації. Проведені дослідження показують, що імовірність безвідмовної роботи залежить від її надійності, яка змінюється залежно від напрацювання і терміну перебування її в експлуатації. Аналіз статистичних даних і проведені розрахунки показують, що характеристики надійності транспортного засобу можливо підвищити на визначену величину на стадії її використання за рахунок проведення різного роду заходів, одним із яких є проведення технічного обслуговування.

За допомогою математичної моделі можливо оцінити ефективність функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортного засобу після впровадження наданих пропозицій щодо її удосконалення. Оцінка ефективності функціонування системи технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів після впровадження наданих пропозицій щодо її удосконалення здійснюється проведенням порівняльного аналізу кількості поточних ремонтів транспортних засобів на проміжках між черговими технічними обслуговуваннями при існуючій системі технічного обслуговування і ремонту транспортних засобів і після її удосконалення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Наказ Міністерства транспорту України від 30 березня 1998 року № 102 “Про затвердження Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту”.
2. Основы теории эксплуатационной надежности автомобилей : Учеб.пособие / Ф. А. Цхай, Л. С. Синельников. – Горький: ГПИ, 1980. – 78 с.
3. Острейковский В.А. Теория надежности/В.А. Острейковский. – М.: Высшая школа. 2003.– 463 с.
4. Пат. 40107, Україна, МПК В60S 5/00 . Спосіб підтримання автомобілів в працездатному стані / Поляков А.П., Гречанюк М.С., Нагачевський В.Й. – № u200812444; Заявл. 23.10.2008; Опубл. 25.03.2009, бюл. № 6.

Поляков Андрій Павлович – доктор техн. наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Мороз Лариса Василівна – ст. викладач, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Березюк Галина Григорівна – слухач групи 03-23, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Polyakov Andrey P. – doctor of technical sciences Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: poliakovap61@gmail.com

Moroz Larisa V. – senior Lecturer, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

Berezuk Galina G. – student of group 03-23, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: morozlarisa764@gmail.com

К. А. Ворошилов, А. В. Бологов

ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТРЕНАЖЕРНИХ КОМПЛЕКСІВ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ВІЙСЬКОВИХ ФАХІВЦІВ

Анотація. *Суттєве значення серед пріоритетних напрямів розвитку сучасної освіти є використання тренажерних комплексів при підготовці військових фахівців. Суб'єктивний аналіз дозволив виділити що одним із переважних форм у застосуванні тренажерного комплексу може бути саме мультимедіа.*

Ключові слова: мультимедіа, комп'ютерні технології, цифрові засоби, навчальний процес, імітаційна модель, озброєння і військова техніка, підготовка, протиповітряна оборона.

Abstract. *The use of training complexes in the training of military specialists is of significant importance among the priority directions of the development of modern education. Objective analysis made it possible to highlight that one of the predominant forms in the application of the training complex can be multimedia itself.*

Keywords: multimedia, computer technologies, digital tools, educational process, simulationmodel, weapons and military equipment, training, air defense.

На сьогоднішній день тренажерні комплекси є поширеним засобом підготовки, удосконаленням умінь та навичок, військових фахівців різного рівня кваліфікації [1]. Широкі можливості комп'ютерних технологій у поєднанні з значно меншими фінансовими витратами порівняно з вартістю фізичних стендів роблять цей напрямок високоефективним для застосування у ВВНЗ та навчальних центрах.

З початком повномасштабної війни постає питання щодо наявності озброєння і військової техніки для підготовки фахівців за різними типами озброєння. Одним із рішень цього питання розглядається у використанні мультимедійних тренажерних комплексів бойової роботи, різних типів озброєння та військової техніки для навчання обслуги та екіпажів бойових машин.

Виходячи з умов сьогодення, розробка комп'ютерних тренажерів з використанням мультимедійних технологій створює можливість реалізувати практично будь-які задачі і відтворити методики відпрацювання будь-яких позаштатних ситуацій приближених до бойових дій. Впровадження ефективної програми навчання та підготовки обслуги бойових машин за допомогою цифрових засобів є необхідністю, яка зумовлена потребами Збройних Сил України у якісно підготовлених фахівцях упродовж коротких термінів.

Українська ментальність позитивно впливає на сучасний процес підготовки кадрів військових професіоналів. Національний характер, що формувався протягом багатьох століть, містить у собі цілу низку позитивних характерних особливостей. Серед них такі специфічні, що безпосередньо впливають на військово-освітні процеси [2]:

- прагнення до освіти, освіченості та культурного розвитку;
- готовність запозичити чужий позитивний досвід;
- оптимізм у стосунках і взаємодії з іншими людьми.

Головною метою використання мультимедійних тренажерних комплексів при підготовці військовослужбовців Збройних Сил України має стати досягнення рівня, що відповідає рівню добре натренованих, навчених, професійно-кваліфікаційним вимогам щодо змісту виконуваних функцій.

Складовими для забезпечення якості освіти з використанням цифрових засобів є: особовий склад який навчається, матеріально-технічна база (програмне забезпечення, цифрові пристрої), методичні матеріали для проведення занять.

Результатом проведеної роботи з написання програмного забезпечення імітаційної моделі самохідної установки розвідки та наведення 1С91 у складі ЗРК «Куб», є програмний-комплекс тренажер (рис. 1 та рис. 2), що розширює можливості з навчання та підготовки особового складу з бойового застосування вказаного зразка озброєння.



Рисунок 1 – Головний екран програмного комплексу-тренажера



Рисунок 2 – Процес додавання компонентів програмного комплексу-тренажера в режим «Тренування»

Написання імітаційного програмного забезпечення [3] дозволить готувати фахівців з бойового застосування самохідної установки розвідки та наведення 1С91 у складі ЗРК «Куб» не використовуючи при цьому сам зразок озброєння.

Потенційними можливостями використання даного програмного забезпечення є:

- можливість формування та підтримки у навчаних необхідного рівня навичок бойової роботи;
- одночасний зв'язок між теоретичною та практичною складовою, в тому числі з елементами бойової роботи наближених до бойових умов.

Висновок:

На основі проведеного аналізу найбільш вагомих факторів, які впливають на якість навчання, можемо стверджувати, що використання цифрових засобів значно підвищує якість навчання особового складу в умовах дефіциту засобів та часу і має такі переваги як:

- кількість особового складу що навчається одночасно;
- зменшення навантаження на озброєння і військову техніку;
- зменшення навантаження на педагогічний склад навчального закладу;
- спроможність вивчення в індивідуальних умовах;
- можливість моделювання різних випадків бойової роботи;
- проведення тестування здобувача освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Balitskyi, N., Rudkovskyi, O., Vankevych, P., Ivanyk E., & Osbornev, S. (2020). Використання сучасних навчально-тренувальних засобів у бойовій підготовці підрозділів сухопутних військ. *Військово-технічний збірник*, (23), 79–85. <https://doi.org/10.33577/2312-4458.23.2020.79-85>. — 81 с.
2. Актуальні фактори розвитку військової освіти / В. С. Маслов // *Військова освіта*. - 2013. - № 1. - С. 139-148. http://nbuv.gov.ua/UJRN/vios_2013_1_18. — 141 с.
3. <https://blog.desdelinux.net/ru/qt-creator-ide-multiplatforma-ideal-desarrolladores-qt/>

Ворошилов Кирило Андрійович, здобувач вищої освіти другого рівня, слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, kirvor31@gmail.com

Бологов Андрій Вікторович, викладач кафедри бойового застосування озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, avbologov84@gmail.com

Voroshylov Kyrylo, Master`s Degree candidate, Listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, kirvor31@gmail.com

Bologov Andriy, University lecturer at the department of Combat Use of Air Defense Weapons of the Army, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, avbologov84@gmail.com

УДК623.462.124 (465.75)

Д. В. Зайцев, А. В. Чеканов

ДІДЖИТАЛІЗАЦІЯ У ВІЙСЬКОВІЙ ОСВІТІ

Анотація. Під кінець двадцятого століття з виникненням перших цифрових пристроїв, запустився не зворотній процес діджиталізації. Цей процес починає набувати масового характеру з появою смартфонів та інтернету.

Ключові слова: сучасні інструменти, цифрова трансформація, програмний комплекс-тренажер, оцифрування, моделювання.

Abstract. At the end of the twentieth century, with the appearance of the first digital devices, the irreversible process of digitization began. This process begins to take on a mass nature with the advent of smartphones and the Internet.

Keywords: modern tools, digital transformation, simulator software complex, digitization, modeling.

Інформаційні технології є невід'ємною частиною сучасного світу, вони значною мірою визначають подальший розвиток людства. У цих умовах еволюційних змін вимагає й система навчання. Тому можна сказати, що актуальність питання впровадженні процесу діджиталізації має місце у сучасному освітньому середовищі, адже нині якісне викладання дисциплін не може здійснюватися без використання засобів і можливостей, які надають інформаційні технології.

В Російсько-Українській війні російська федерація активно застосовує засоби повітряного нападу. Для ураження військових об'єктів, угруповання військ та об'єктів критичної інфраструктури.

Об'єктивно потребує вирішення важлива навчально-наукова задача – набуття спроможностей обслугою зенітного ракетного комплексу «Сrotale», що надійшла в рамках міжнародної технічної допомоги від країн-партнерів, щодо протидії сучасним засобам повітряного нападу, які застосовує противник.

Розглянемо переваги використання сучасних інструментів та технологій для підвищення ефективності і зменшення затрат на навчання особового складу у відпрацюванні практичних навичок із залученням до навчального процесу сучасних інструментів та технологій такі як комп'ютерні програми для моделювання.

Використання комп'ютерних програм для моделювання дозволяє військовослужбовцям візуалізувати та ефективно розуміти абстрактні концепції та процеси. Вони можуть бачити, як змінюються параметри і як впливають на результати. Номери обслуг можуть виконувати експерименти та моделювання в безпечному віртуальному середовищі без ризику для дорогоцінного обладнання та сприяти негативним наслідкам.

Робота з комп'ютерними програмами для моделювання надає можливість розвивати практичні навички, які будуть корисними в майбутньому при роботі з реальним обладнанням та завданнями, а також дозволяє оптимізувати використання ресурсів, так як вони можуть замінити потребу у фізичних пристроях та у наявності бойових машин в тому числі. Використання сучасних інструментів та технологій може робити навчання цікавішим та креативним для особового складу, що навчається, особливо для тих, які більше сприймають інтерактивний та візуальний підхід до навчання.

Для вирішення вище зазначеної навчально-наукової задачі пропонується розробити програмний комплекс-тренажер для навчання обслуги зенітного ракетного комплексу «Сrotale». Що включатиме можливість проведення номером обслуги розгортання, функціонального контролю, вимірювань основних показників функціонування та згортання комплексу.

Застосування програмного комплексу-тренажеру при навчанні особового складу дозволить вдосконалювати практичні навички, а також підвищувати знання послідовності проведення розгортання, згортання та функціонального контролю незалежно від часу доби, місцезнаходження, наявності бойової машини та пального, що значно краще підготує до реальних завдань та викликів у майбутній фаховій діяльності.



Рисунок 1 – Головний екран програмного комплексу-тренажера.

Висновок:

Світова тенденція цифрової трансформації являє собою перехід від споглядатського до імітаційного способу навчання що є значно доступнішим, ефективнішим, цікавішим та не призведе до збільшення затрат на підготовку. Отже у порівнянні із застарілими методами та засобами навчання, що у повній мірі не відповідають сучасним вимогам для формування фахових умінь та навичок застосування інформаційно-комунікаційних технологій у процесі підготовки є значно ефективнішим засобом досягнення навчально-виховної мети.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Г.Г. Швачич, В.В. Толстой, Л.М. Петречук, Ю.С. Іващенко, О.А. Гуляєва, Соболенко О.В. Сучасні інформаційно-комунікаційні технології: Навчальний посібник. – Дніпро: НМетАУ, 2017.– С. 5.

Зайцев Денис Володимирович, здобувач вищої освіти другого рівня, слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, denchikmoryarty@gmail.com

Чеканов Андрій Вячеславович, старший викладач кафедри бойового застосування озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, andrychek84@gmail.com

Zaitsev Denys, Master`s Degree candidate, Listener of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, denchikmoryarty@gmail.com

ChekanovAndrii, University lecturer at the department of Combat Use of Air Defense Weapons of the Army, Ivan KozhedubKharkiv National Air Force University, Kharkiv, andrychek84@gmail.com

УДК623.462.124 (465.75)

Г. М. Дементіюк, М. М. Ясечко

АСПЕКТИ ЗАХИСТУ ОБ'ЄКТІВ КРИТИЧНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ВІД ДЕСТРУКТИВНОГО ВПЛИВУ КРИЛАТИХ РАКЕТ

Анотація. *Суттєве значення серед високоточної зброї займають крилаті ракети. Проведені дослідження дозволили сформулювати науково обґрунтовані рекомендації щодо забезпечення захисту об'єктів критичної інфраструктури від деструктивного впливу крилатих ракет.*

Ключові слова: крилата ракета, об'єкт критичної інфраструктури, покрівля, фон, моделювання.

Abstract. *Among high-precision weapons, cruise missiles are of significant importance. The conducted research made it possible to formulate scientifically based recommendations for ensuring the protection of critical infrastructure objects from the destructive impact of cruise missiles.*

Keywords: cruise missile, critical infrastructure object, roof, background, modeling.

На сьогоднішній день потребує вирішення важлива науково-прикладна задача – зниження рівня деструктивного впливу крилатих ракет на об'єкти критичної інфраструктури до гранично припустимого та створення комплексного захисту об'єктів критичної інфраструктури від деструктивного впливу крилатих ракет.

В Російсько-Українській війні російська федерація застосовує крилаті ракети з оптико-електронними (Х-59), інерційними (Х-55, Х-101), радіолокаційними (Х-22), та супутниковими (“Калібр”, “Кинджал”) методами наведення. В деяких ракетах використовується одночасно декілька методів наведення (Х-555).

Розглянемо можливості захисту об'єкту критичної інфраструктури від деструктивного впливу крилатих ракет з оптико-електронними кореляційно-екстремальними системами наведення.

Виходячи з принципу дії кореляційно-екстремальних систем наведення, загально прийнятих підходів до вибору ділянок поверхні візування, які можуть бути використані для місцевизначення об'єкту критичної інфраструктури, якість формування вирішальної функції кореляційно-екстремальної системи наведення визначається властивостями об'єктів та фонів поверхні візування у районі прив'язки.

Оскільки поверхня візування являє собою сукупність різних об'єктів та поверхонь, то для опису поверхні візування, виходячи з принципів дії системи наведення, необхідно виділяти можливі об'єкти для здійснення прив'язки кореляційно-екстремальної системи наведення, а решту типів поверхонь та покрівів віднести до фонів

Узагальнений вигляд дозволяє описувати ділянки поверхні візування з будь-яким фоново-об'єктовим складом, при цьому, це можуть бути ділянки з недостатньою, достатньою (нормальною) та надлишковою об'єктовою насиченістю.

Вихідними умовами моделювання є вхідний фон типового об'єкту критичної інфраструктури та крилатої ракети з оптико-електронними кореляційно-екстремальними алгоритмами наведення.

В результаті розрахунку вхідного фону поверхні типового об'єкта критичної інфраструктури та покриття його даху, на загальному фоні місцевості результат моделювання є з одним яскраво вираженим піком (рис. 1), що надає можливості крилатій ракеті з кореляційно-екстремальною системою наведення високої імовірності влучання в об'єкт.

Для зміни яскраво контрастних властивостей покрівлі типового об'єкту критичної інфраструктури, проведено розрахунки з урахуванням заміни вхідного фону покрівлі об'єкту, на покриття з відповідними діелектричними та електричними параметрами.

В результаті розрахунку фону поверхні типового об'єкту критичної інфраструктури з покриттям даху, на загальному фоні місцевості ми маємо графік з багато яскраво вираженими піками (рис. 2), що буде унеможливити розпізнавання спектру об'єкта крилатою ракетою з

кореляційно екстремальною системою наведення на місцевості, що спричинить дезорієнтацію крилатої ракети.

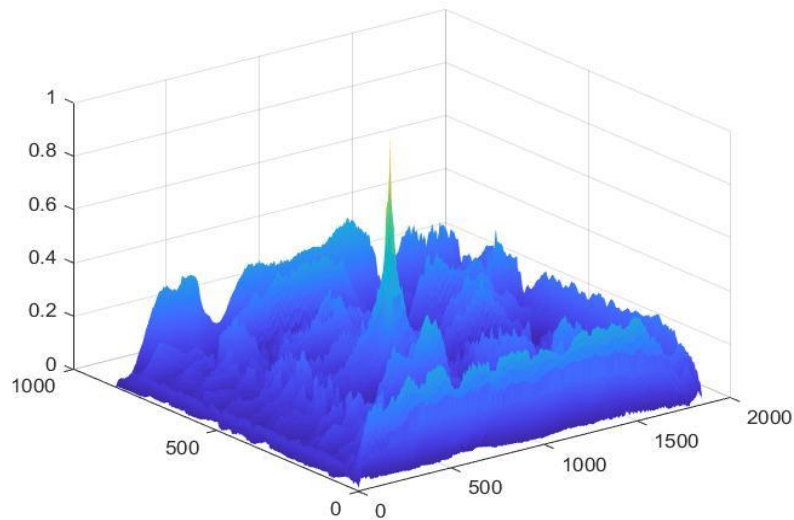


Рисунок 1 – Вхідний фон типового об'єкту критичної інфраструктури

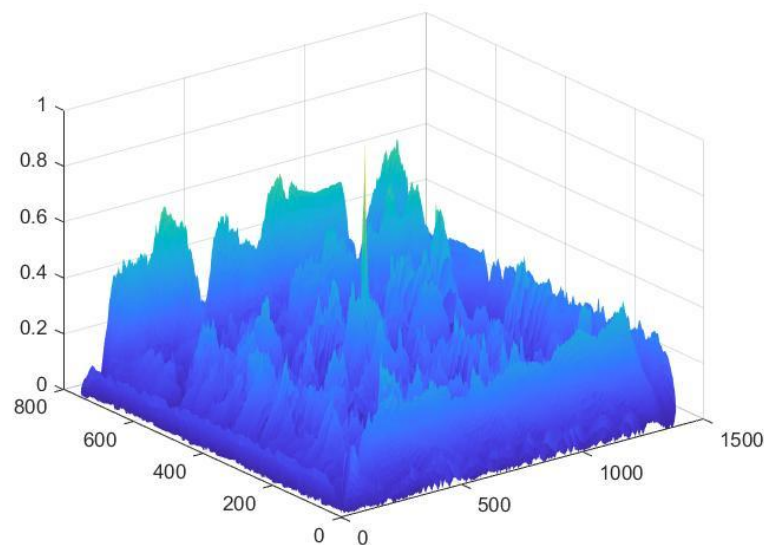


Рисунок 2 – Фон типового об'єкту критичної інфраструктури покриттям з відповідними діелектричними та електричними параметрами

Таким чином, результатом проведених розрахунків вхідного фону типового об'єкту критичної інфраструктури, є фон об'єкту критичної інфраструктури з одним яскраво вираженим піком (рис. 1), а при покритті даху покриттям, що дасть змогу змінити загальний фон місцевості, результат моделювання буде з багато яскраво вираженими піками (рис. 2), що не буде давати можливості збігу спектру об'єкту критичної інфраструктури зі спектром закладеним в крилату ракету, що спричинить її дезорієнтацію. Тому на загальному фоні визначеної місцевості знаходження типового об'єкту критичної інфраструктури, потрібно вибирати відтінок покрівлі відповідно з яскраво контрастними властивостями прилеглий місцевості об'єкту. Поверхня типового об'єкту критичної інфраструктури стає наближеною до підстилаючої поверхні типового об'єкту критичної інфраструктури.

Висновок:

Створення захисту об'єктів критичної інфраструктури від деструктивного впливу крилатих ракет з оптико-електронними кореляційно-екстремальними алгоритмами наведення у відповідності до проведеного моделювання, для зниження яскраво виражених піків, використовувати для зміни яскраво контрастних властивостей покрівлі об'єктів критичної інфраструктури покриттям визначеного типу, результатом застосування буде неможливість збігу спектру об'єктів критичної інфраструктури зі спектром закладеним в засобів повітряного нападу, що спричинить її дезорієнтацію, відтінок покрівлі вибирати відповідно з яскраво контрастними властивостями прилеглий місцевості об'єкту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Heorhii Dementiuk. Analysis of the destructive impact of attack drones on critical civil infrastructure: a combined method of protection based on the application of an electromagnetic shield / Heorhii Dementiuk, Maksym Iasechko, Serhii Bazilo, Igor Trofimov, Kostiantyn Horbachov, Serhii Riazantsev, Andrii Lutsyshyn, Ihor Zaitsev // Scandinavian Journal of Information Systems. — 2023. — № 35 (1). — P. 29–37.

2. Heorhii Dementiuk. Development of a generalized model for the protection of a critical infrastructure object from the destructive impact of air attack means / Heorhii Dementiuk, Maksym Iasechko, Mykola Pogrebytskyi, Andrii Gradetskyi, Dmitrii Tolstonosov, Inna Chernykh, Oleksandr Manzhai // Revistade Gestão Social e Ambiental. — 2023. — № 17 (6). — P. 1–15.

3. Heorhii Dementiuk. Principles and requirements for the protection of civilian infrastructure from the devastating effects of air attack / Heorhii Dementiuk, Maksym Iasechko, Sergiy Kolesnichenko, Kostiantyn Polianskyi, Oleksandr Basarab, Kostiantyn Horbachov, Oleksandr Yanenko, Ihor Zaitsev // Revistade Gestão Social e Ambiental. — 2023. — № 17 (4). — P. 1–16.

4. Рекомендації щодо захисту об'єктів критичної інфраструктури від деструктивного впливу ударних безпілотних літальних апаратів та крилатих ракет з радіолокаційними кореляційно-екстремальними алгоритмами наведення: Звіт про ОЗ, шифр “Сітка” (заключний). — Інв. № 5088. — Х. : ХНУПС, 2023. — 182 с. — ДСК.

Дементіюк Георгій Михайлович, здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії, викладач кафедри бойового застосування озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, g.dementiuk87@gmail.com

Ясечко Максим Миколайович, доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри бойового застосування озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, maxnik8888@gmail.com

Dementiuk Heorhii, PhD candidate, University lecturer at the department of Combat Use of Air Defense Weapons of the Army, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, g.dementiuk87@gmail.com

Iasechko Maksym, Doctor of Engineering, Assistant professor, Head of the department of of Combat Use of Air Defense Weapons of the Army, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, maxnik8888@gmail.com

УДК 355.45

О. В. Кулешов, О. В. Коломійцев, С. І. Клівець, Т. В. Кулешова

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СИСТЕМИ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ РОЗВІДКИ ПОВІТРЯНОГО ПРОТИВНИКА УГРУПУВАНЬ ВІЙСЬК ПРОТИПОВІТРЯНОЇ ОБОРОНИ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК

Анотація. Розглянуто показники інформаційних можливостей системи радіолокаційної розвідки повітряного противника угруповань військ протиповітряної оборони Сухопутних військ. Запропоновано пропозиції щодо підвищення її інформаційних можливостей.

Ключові слова: система радіолокаційної розвідки, угруповання, повітряна ціль, показник, радіолокаційна інформація.

Abstract. The indicators of the information capabilities of the radar reconnaissance system of the air enemy of the air defense forces of the Land Forces are considered. Proposals for improving its information capabilities are made.

Keywords: radar reconnaissance system, grouping, air target, indicator, radar information.

При організації прикриття військ від ударів повітряного противника (ПП) в умовах відбиття широкомасштабної збройної агресії з боку російської федерації, значно зростає роль угруповань військ протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ (СВ), що також потребує розглядання питання щодо підвищення інформаційних можливостей системи радіолокаційної розвідки (РЛР) ПП.

Радіолокаційні підрозділи та радіолокаційні станції (РЛС) угруповань військ ППО СВ – є головним джерелом інформації про повітряну обстановку та одержання необхідної інформації про ПП забезпечується системою РЛР цього угруповання.

Під системою РЛР розуміють організоване та узгоджене за метою, завданням, простором і часом поєднання зон виявлення радіолокаційних підрозділів та засобів ППО СВ, які розгорнуті у бойовий порядок з метою створення радіолокаційного поля для ведення радіолокаційної розвідки ПП і видачі радіолокаційної інформації (РЛІ) про повітряну обстановку [1, 2, 5].

Основними завданнями радіолокаційних підрозділів та РЛС угруповань військ ППО СВ при веденні РЛР є наступні:

- безперервне спостереження повітряного простору РЛС;
- виявлення повітряних цілей (ПЦ) на максимально можливих дальностях, розпізнавання, визначення координат, складу, висоти, швидкості та інших характеристик;
- визначення основних напрямків нальоту ПП;
- безперервне спостереження за ПЦ їх супроводження, виявлення їх маневру і пуску протирадіолокаційних ракет, характеру створюваних завад та застосування хибних ПЦ;
- своєчасна видача РЛІ про ПЦ на відповідні командні пункт (КП), пункти управління (ПУ), вогневим засобам ураження угруповань військ ППО СВ та оповіщення військ про ПП.

Показники інформаційних можливостей системи РЛР ПП характеризуються кількістю ПЦ, що одночасно можуть бути оброблені системою РЛР ПП за встановлений час при умовах своєчасної видачі необхідних даних по кожній ПЦ із заданою дискретністю та точністю на відповідні КП (ПУ) для забезпечення бойових дії вогневих засобів ураження угруповань військ ППО СВ [2, 4]. Вони залежать від способу збору, обробки і видачі радіолокаційної інформації (РЛІ), кількості каналів видачі РЛІ, їх пропускної спроможності та дискретності видачі інформації.

Інформаційні можливості з видачі РЛІ на старші, забезпечувані та взаємодіючі КП (ПУ) оцінюються інформаційними показниками.

Основним інформаційним показником системи РЛР ПП – є кількість ПЦ $N_{пц}$, що

одночасно обробляються та видаються радіолокаційним підрозділом (РЛС) на старший КП (ПУ). Вона може бути визначена із наступних виразів:

$$N_{n_i} = \min \left\{ \sum_{i=1}^m (N_{n_{ci}}, N_{p_{mi}}) \right\}, \quad (1)$$

$$N_{n_{ci}} = K_{\Sigma} \sum_{j=1}^p K_{ij} \cdot t_{dij} \cdot n_{ij}, \quad (2)$$

де $N_{n_{ci}}$ – кількість ПЦ, що одночасно оброблюється та видається i -м радіолокаційним підрозділом (РЛС);

$N_{p_{mi}}$ – кількість робочих місць КП (ПУ) i -го радіолокаційного підрозділу (РЛС) при видачі РЛІ;

K_{Σ} – коефіцієнт урахування умов роботи РЛС системи РЛР ПП;

K_{ij} – інформаційні можливості КП (ПУ) i -го радіолокаційного підрозділу (РЛС);

t_{dij} – дискретність передачі донесень з i -го радіолокаційного підрозділу (РЛС) j -го робочого місця;

n_{ij} – продуктивність оператора i -го радіолокаційного підрозділу (РЛС) j -го робочого місця;

– кількість радіолокаційних підрозділів (РЛС);

– кількість робочих місць з'йому РЛІ i -го радіолокаційного підрозділу (РЛС).

Пропозиції щодо підвищення інформаційних можливостей системи РЛР ПП угруповань військ ППО СВ тісно пов'язані із показниками її оцінки, а також із загальними вимогами до даної системи [3].

До основних пропозицій щодо підвищення інформаційних можливостей системи РЛР ПП угруповань військ ППО СВ можливо віднести наступні:

– своєчасне розгортання РЛС, радіолокаційних підрозділів, КП (ПУ) та обладнання їх відповідною апаратурою передачі даних;

– організація бойового чергування на РЛС, КП (ПУ) та в радіолокаційних підрозділах;

– визначення завдань та розподіл повноважень з РЛР ПП між органами управління різних командних інстанцій та між посадовими особами;

– постановка завдань у динаміці бойових дій та розподіл зусиль по РЛР ПП;

– своєчасне доведення бойових завдань з РЛР ПП до підлеглих;

– визначення методів та способів отримання, з'йому, обробки, передачі та відображення РЛІ для забезпечення систем управління;

– розподілений доступ до РЛІ;

– оснащення КП (ПУ) засобами автоматизації та обладнання автоматизованих робочих місць посадових осіб органів управління;

– створення та експлуатація спеціального математичного та програмного забезпечення управління системою РЛР ПП;

– захист РЛІ та управління мережами її передачі.

Таким чином, запропоновані пропозиції надають можливість щодо підвищення інформаційних можливостей системи радіолокаційної розвідки повітряного противника угруповань військ протиповітряної оборони Сухопутних військ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кулешов, О., Коломійцев, О., Гордієнко, А., Болюбаш, О., Батурін, О., Клівець, С., & Третьак, В. (2022). Методичний підхід щодо моделювання оцінки ефективності системи вогню

угруповання військ протиповітряної оборони Сухопутних військ. *InterConf*, (99), 930-946. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.02.2022.102>.

2. Методичний підхід до оцінки інформаційних можливостей системи радіолокаційної розвідки повітряного противника угруповання військ протиповітряної оборони Сухопутних військ / М.О. Єрмошин, О.В. Кулешов, О.В. Коломійцев, В.В. Шулежко // Системи озброєння і військова техніка. – 2016. – № 4. – С. 99-102. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/soivt_2016_4_21.

3. Деменко Н.П., Кулешов А.В., Перекосов Ю.П. Об оценке влияния качества радиолокационной информации на эффективность боевого применения зенитного ракетного комплекса малой дальности в составе зенитной ракетной батареи. // Збірник наукових праць. – Х.: ОНДІ, 2005. – Вип. 1(1). – С. 3-14.

4. Єрмошин М.О., Кулешов О.В., Меленті Д.О., Шурига М.П. Моделирование противоповітряного бою зенітного ракетного підрозділу із застосуванням геоінформаційних систем. Системи обробки інформації. 2022. № 2 (169). С. 42-48. <https://doi.org/10.30748/soi.2022.169.05>.

5. Методика обґрунтування раціональної структури системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповання ППО СВ в операційному районі (зоні) / В.В. Шулежко, С.А. Кузьмін, Є.О. Рябоконт, О.В. Кулешов, В.В. Мегельбей // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2015. – Вип. 4. – С. 30-35. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZKhUPS_2015_4_8.

Кулешов Олександр Васильович – кандидат військових наук, доцент, провідний науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, veshk.363@gmail.com.

Коломійцев Олексій Володимирович – доктор технічних наук, професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний університет», Харків, alexus_k@ukr.net.

Клівець Сергій Іванович – кандидат технічних наук, науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, veshk.363@gmail.com.

Кулешова Тетяна Василівна – науковий співробітник Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, veshk.363@gmail.com.

Kulieshov Oleksandr – PhD in Military Candidate of Military Sciences Associate Professor Lead Researcher of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine, email :veshk.363@gmail.com.

Kolomiytsev Oleksii – Honored Inventor of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of National Technical University is the «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine, e-mail: alexus_k@ukr.net.

Klivets Sergii – Cand. Sc. (Eng.), research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com.

Kulieshova Tetiana – research associate of Scientific Research Department of Air Force Research Center, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, veshk.363@gmail.com.

А. О. Красноруцький, І. В. Казьміров, М. В. Кушнір

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ АНТЕННО-ФІДЕРНИХ СИСТЕМ БОРТОВИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ

Анотація. В даній тезі запропоновано один з методів підвищення надійності антенно-фідерних систем бортових радіолокаційних станцій, щодозволить підвищити ефективність роботи стабілізаторів напруги та в подальшому збільшити наробіток на відмову.

Ключові слова: антенно-фідерна система; бортова радіолокаційна станція; фідерні лінії; радіосигнали; стабілізатор напруги.

Abstract. In this thesis, one of the methods of increasing the reliability of antenna-feeder systems of airborne radar stations is proposed, which will allow to increase the efficiency of the voltage stabilizers and subsequently increase the failure rate.

Keywords: antenna-feeder system; on-board radar station; feeder lines; radio signals; voltage stabilizer.

Авіація у військовій справі відіграє ключову роль і є невід'ємною складовою військових операцій та оборони держави. В цьому контексті, надійність і безпека в ній є критично важливими аспектами. Для забезпечення цієї надійності та безпеки в Україні визначено ряд державних стандартів, які визначають вимоги до авіаційного обладнання та процесів його виробництва.

Однією з важливих складових авіаційного обладнання є антенно-фідерні системи бортових радіолокаційних станцій (РЛС). Це комплексна система, що включає в себе антени та фідерні лінії (кабелі та випромінювачі), призначені для передачі та прийому радіосигналів в радіолокаційних системах, встановлених на повітряних суднах [1].

Основні компоненти включають:

1. Антени – призначені для випромінювання радіосигналів (в радарях – електромагнітних хвиль) та приймання їх від відображених об'єктів (цілей).

2. Фідерні лінії – кабелі та випромінювачі, які з'єднують антени з обладнанням.

3. Приймачі та передавачі (електронне обладнання, яке обробляє і аналізує радіосигнали, які надходять від антен, і генерує радіолокаційну інформацію).

4. Системи обробки даних включає програмне та апаратне забезпечення для обробки, аналізу та візуалізації отриманих даних, щоб визначити розташування та характеристики об'єктів, що виявлені радіолокаційною системою.

Саме тому підвищення надійності антенно-фідерних систем бортових РЛС є критичним завданням у військовій та цивільній авіації, оскільки ці системи мають визначальне значення для безпеки польотів. До основних методів підвищення надійності слід віднести наступні [2]:

- дублювання компонентів;
- моніторинг та діагностика;
- резервне живлення;
- захист від електромагнітних перешкод;
- регулярне технічне обслуговування.

Оновлення і модернізація антенно-фідерних систем бортових РЛС – це важливий процес, який допомагає покращити їх функціональність, продовжити ресурс та забезпечити відповідність сучасним вимогам і стандартам. Ось докладніше про цей процес і пропозицію щодо нього.

Літаки в авіації потребують стабільного електроживлення для роботи свого бортового обладнання і навігаційних систем. Перепади напруги або різкі зміни можуть спричинити неполадки в роботі приладів та становити загрозу для безпеки польотів. Завдяки переривам напруги в мережі авіаційні прилади часто відмовляють. Щоб зменшити цей показник, була розглянута можливість покращення використання стабілізатора напруги в електричній системі.

Стабілізатори напруги використовуються для підтримання сталої вихідної напруги в електричній системі, незважаючи на перепади вхідної напруги [3]. Використовуючи застарілу

елементну базу, стабілізатори мають характеристики, що не задовольняють потреби сучасних систем бортового обладнання. Тому пропонується використання в стабілізаторах напруги сучасної елементної бази із застосуванням мікроконтролерів. Це дозволить зменшити показник помилок та забезпечити стабільну роботу.

Заходи для зниження показника помилок та покращення стабільності роботи авіаційних приладів в ситуаціях зі змінною напругою в мережі є надзвичайно важливими. Запропонована заміна елементів схеми сучасною елементною базою із застосуванням мікроконтролерів напевно стане вагомим кроком у покращенні наробітку на відмову системи. Дана модернізація в цілому може сприяти підвищенню ефективності та надійності авіаційного обладнання.

Важливо враховувати, що ця модифікація може вимагати деяких змін у схемі живлення та управлінні стабілізатором напруги, а також проходження відповідної сертифікації в авіаційних органах [4]. Проте переваги в плані зменшення збоїв та покращення надійності варті докладених зусиль для реалізації цього підходу. Використання сучасної елементної бази із застосуванням запрограмованих мікроконтролерів може бути ефективним рішенням для вирішення проблеми стрибків напруги в авіаційних системах та забезпечення стабільності та надійності їх роботи [5].

Отже, надійність антенно-фідерних систем допомагає підвищити стандарти безпеки в авіації. Найновіші технології та інновації в цій області розвиваються з кожним днем, забезпечуючи літаки сучасними засобами навігації та безпеки польотів. Постійна робота над зменшенням вразливості цих систем допомагає забезпечити вищий рівень надійності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

6. Основи побудови радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору: конспект лекцій / К. С. Васюта, О. В. Тесленко, В. М. Купрій, О. А. Малишев. – Х.: ХУПС, 2013. – 212 с.: іл.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Радіотехнічні системи» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності - 172 «Телекомунікації та радіотехніка»./Укл.: Сем'янов О.М., Марченко С.В. - Кам'янське; ДДТУ, 2018 р. – 88 с.
8. Довідник з радіомоніторингу / Під заг. ред. П.В. Слободянюка. – Ніжин: ТОВ «Видавництво «Аспект-Поліграф», 2008. - 588 С.: іл.
9. Воробйова О.М. Методичний посібник для практичних занять з дисципліни «Електроніка». Ч. 1 / Воробйова О.М., Флейта Ю.В. – Одеса: ДУІТЗ, 2021. – 83 с.
10. Радіонавігаційні системи : підручник / В. М. Васильєв. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 338 с.

Красноруцький Андрій Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: krasnorycki@ukr.net.

Казьміров Іван Васильович – викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: kazmirov206@gmail.com.

Кушнір Микита Вікторович – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: nikita.kushnir.2015kaxa@gmail.com.

Krasnorutskiy Andriy O. – Candidate of Technical Science, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: krasnorycki@ukr.net.

Kazmirov Ivan V. – Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: kazmirov206@gmail.com.

Kushnir Mykyta V. – Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: nikita.kushnir.2015kaxa@gmail.com.

УДК 629.3

Р. В. Василенко, В. В. Бойко

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ КРИТИЧНОГО РЕЖИМУ ПОЛЬОТІУ ЛІТАКА-ВИНИЩУВАЧА

Анотація: повітряне судно, система обмежувальних сигналів, системи попередження і запобігання критичного режиму польоту, система попередження про небезпечну близькість землі, система попередження зіткнень літаків.

Ключові слова. Польоти, літак, автоматизована система, крилаті ракети, кут атаки, параметри.

Abstract: aircraft, system of limiting signals, systems of warning and prevention of critical flight mode, a warning system about the dangerous proximity of the ground, aircraft collision avoidance system.

Keywords. Flight, aircraft, automated system, cruise missiles, angle of attack, parameters.

Першочерговими завданнями при веденні сучасних війн, з урахуванням досвіду бойових дій, є: завоювання переваги в повітрі; надійний захист своїх військ від ударів засобами повітряного нападу противника; завоювання та утримання інформаційної переваги над противником.

Враховуючи досвід застосування Повітряних Сил Збройних Сил України в бойових діях, а також досвід інженерно-авіаційної служби Повітряних Сил Збройних Сил України з відновлення справності авіаційної техніки військових частин Повітряних Сил Збройних Сил України в ході ведення бойових дій, дозволяє стверджувати, що встановлення на борту повітряного судна (ПС) технічних засобів, що забезпечують екіпаж сигналами про наближення до гранично допустимих значень параметрів польоту, дасть можливість виконати бойове завдання, значно підвищити живучість авіаційної техніки, оскільки ведення бойових дій авіації ведеться на гранично допустимих висотах та швидкостях.

В сучасному світі, тенденція розвитку авіаційної техніки така, що розробники приділяють велику увагу таким важливим речам як автоматизованість систем, та не менш важливим речам, як безпека польоту. Дуже важливо, щоб системи попередження критичних режимів польоту були максимально інформативні, та допомагали пілоту прийняти вірне рішення, та вийти з критичного режиму польоту. Формування шляхів вдосконалення системи попередження і запобігання критичного режиму польоту (СПКРП) ПС є дуже важливим завданням.

На початковому етапі свого розвитку СПКРП вирішували лише завдання обмеження по декількох, найбільш значущих пілотажних параметрів і будувалися по автономному, так званому каналному принципу, без урахування природного взаємозв'язку обмежень, що накладаються на пілотажні параметри. Основними граничними параметрами перших систем були кут атаки і вертикальне перевантаження. СПКРП вирішували в основному завдання попередження звалювання літака і включали в себе показчики та сигналізатори за окремими параметрами. Слід зазначити, що експлуатація вже перших варіантів СПКРП переконливо підтвердила їх високу ефективність. Стали реальними польоти на граничних режимах з розширеними обмеженнями по аеродинамічним параметрам.

Виконання польотів на граничних режимах з розширеними обмеженнями по аеродинамічним параметрам стали в умовах ведення бойових дій основними режимами польотів авіації.

Однак у найпростіших СПКРП окремі обмеження на параметри безпечного польоту не враховували взаємозв'язок обмежуваних параметрів і призначалися для випадку самого несприятливого їх поєднання. Це призводило до неповного використання функціональних можливостей ПС, зниження ефекту з підвищення безпеки польотів. Канальний принцип побудови індикації і сигналізації погіршував масово габаритні характеристики СПКРП.

Ергономічно непридатною виявилась також індикація поточних і граничних значень обмежувальних параметрів на показниках, рознесених один від одного на приладовій дошці. З'явилась необхідність розробки суміщених індикаторів СПКРП.

Подальшим розвитком СПКРП була їхня цільова спрямованість на забезпечення безпеки польоту ПС на конкретних етапах польоту, починаючи зі зльоту і посадки. Відповідно з функціональним призначенням у складі приладового комплексу літака виділені: система контролю розбігу (СКР), система попередження про вихід на небезпечні значення кута атаки і нормальної перевантаження, так звана система обмежувальних сигналів (СОС), система попередження про небезпечну близькість землі (СПБЗ), система попередження про попадання в небезпечний зсув вітру (СППОС), система попередження зіткнень літаків (СПС). Проводяться розробки інших автономних систем попередження про небезпечні режими польоту, наприклад, система попередження про зсув вітру (СПСВ).

Це визначило цільову спрямованість традиційних СПКРП на забезпечення безпеки на конкретних етапах польоту. Щоб наприклад, запобігти виникненню критичної ситуації, при заході на посадку, а саме перевищуючи кут атаки та зменшення приладової швидкості менше посадкової, необхідно застосовувати системи попередження про критичні режими польоту, які інформують екіпаж про наближення параметрів польоту до небезпечних значень, даючи їм чітко зрозуміти, що необхідно прийняти запобігаючі дії, для виведення літака на нормальні експлуатаційні параметри, а іноді система взагалі, автоматично обмежує небезпечні параметри.

Досвід ведення бойових дій показує, що виконання бойових задач, збереження життя льотчика залежить від того наскільки чітко використовуються можливості ПС та систем СПКРП.

Отже, маючи на увазі ці проблеми, необхідно вводити для аналізу критичних параметрів польоту такі параметри, як критичний кут атаки та максимально допустиме перевантаження, інформацію про дійсну вагу ПС, що характеризує силу тяжіння та кут крену ПС для розрахунку його впливу на зменшення вертикальної складової підйомної сили. Для контролю мінімальної швидкості, необхідно запровадити візуальну, звукову та тактильну індикацію мінімальної приладної швидкості, наприклад:

- індикацію мінімальної швидкості на шкалі командного пілотажного індикатора;
- тактильну сигналізацію на ручці керування ПС;
- звукову сигналізацію через мовний інформатор.

Для збільшення контролю за пілотами та для запобігання в майбутньому виникнення ситуацій, коли ПС перетинає критично допустимі параметри польоту, ввести додаткову можливість відправляти звіт на землю в той час, коли ПС потрапляє в критичні параметри польоту. По закінченню польоту, спеціалісти, зроблять аналіз отриманого звіту, для розуміння, що трапилось, та чому ПС потрапив до такої ситуації.

Таким чином, встановлення на борту ПС технічних засобів, що забезпечують екіпаж сигналами про наближення до гранично допустимих значень параметрів польоту з можливістю формувати та відправляти одразу після потрапляння ПС до критичних режимів польоту, звіту на землю, призведе до підвищення уваги пілотів до аеродинамічних характеристик на малих швидкостях та великих кутах атаки, та дозволить вподальшому, попередити такі критичні ситуації, що в свою чергу буде сприяти підвищенню безпеки польотів ПС.

Список використаних джерел

1. Mirzoyan A., Khaletskii I. Re-entry high speed commercial air vehicles: Improving the environmental eligibility at take-off and approach accounting the flightsafety restrictions. *Acta Astronautica*. 2023. Vol. 204.

2. Автономні системи навігації конкретного типу повітряного судна та їх технічне обслуговування: навч. посібник / В.О. Рогожин, А.В. Скрипеч, М.К. Філяшкін, М.П. Мухіна – К.: НАУ, 2015. – 308 с.

3. Никифоров А.В. Измерение уровня решения задач лётной подготовки при планировании боевой подготовки авиационной части на год [Текст] / А.В. Никифоров // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Кіровоград: ДЛІАУ, 2009.

Василенко Роман Вікторович, старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки інженерно-авіаційного факультету

Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Вінниця, spike75.rv@gmail.com.

***Бойко Валерія Віталіївна*, курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Вінниця, eugenii4454039@gmail.com.**

***Vasylenko Roman Viktorovich*, senior lecturer of the Department of Aviation Equipment and Air Intelligence Complexes of the Aviation Engineering Faculty of Ivan KozhedubKharkiv National University of the Air Force, Vinnytsia city, spike75.rv@gmail.com.**

***Valery Vitaliyivna Boyko*, cadet of the aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Vinnytsia city, eugenii4454039@gmail.com.**

УДК 629.7.051

Р. В. Василенко, А. І. Вершигора

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ВДОСКОНАЛЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ВЕРТИКАЛІ ТА КУРСУ МАНЕВРЕНОГО ПОВІТРЯНОГО СУДНА З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

Анотація: повітряне судно, інерціальні навігаційні системи, безплатформні інерціальні навігаційні системи, системи зчислення шляху, репер, акселерометр, гіроскоп.

Ключові слова: навігаційні системи, польоти, бойові дії, похибка, складові, перешкода.

Abstract: aircraft, inertial navigation systems, platformless inertial navigation systems, way counting system, the rapper, accelerometer, gyroscope.

Key words: navigation systems, flights, combat operations, error, components, obstacle.

У ході ведення бойових дій важливе значення мають дії авіації. Під час виконання бойових завдань досить часто авіація застосовується на гранично малих висотах в режимі радіомовчання, щоб імовірність виявлення зенітно-ракетними комплексами противника була мінімальною. Таким чином, для орієнтації та навігації на борту доцільно використовувати системи зчислення шляху на базі інерціальної навігаційної системи (далі – ІНС).

ІНС відрізняються автономністю, скритністю, безперервністю, незалежністю від погодних умов та пори доби, захищеністю від перешкод, але потребують підвищення точності. Особливо це стосується безплатформних інерціальних навігаційних систем (БІНС), позитивними якостями яких, у той же час, є менші розміри, маса та енергоємність.

Проблема точного визначення місцеположення повітряного судна ІНС в повітряному просторі є найголовнішою при рішенні завдань навігації. Основним методом рішення є метод зчислення шляху, сутність якого полягає в обчисленні поточних координат ІНС за відомими координатами місця старту та безперервною інформацією про величину та напрямок його горизонтальної шляхової або абсолютної швидкості, а також про висоту польоту. Навігаційні системи, що визначають координати місцеположення методом зчислення шляху, називаються системами зчислення шляху. Ці системи містять у собі вимірювачі швидкості або прискорення, курсу ІНС та висоти польоту. Основи їх теорії базуються на понятті репера у різноманітних системах координат.

Найбільш поширеними з навігаційних систем, які застосовуються на борту сучасних ІНС, є системи зчислення шляху, побудовані на базі ІНС, що відрізняються автономністю, захищеністю від перешкод, скритністю дії, точністю та надійністю. Ці властивості, як показав досвід ведення бойових дій, мають суттєве значення при бойовому застосуванні авіаційних комплексів.

Теоретичними основами будови алгоритмів ІНС є поняття репера та аналіз його руху в обраних системах координат. Від вибору цих систем залежать повнота та точність отриманого переліку навігаційних параметрів, які визначають місцеположення ІНС, висоту та напрямок його руху.

Основами теорії технічної будови інерціальних навігаційних систем є поняття інерціальної системи координат та параметрів руху матеріального тіла у ній, а також виведені на цій основі рівняння трійки акселерометрів у першій та другій формах і класифікація ІНС. Надзвичайно важливим для розуміння і аналізу функціонування ІНС є принцип незбурюваності гіроплатформи горизонтальними прискореннями.

Найперспективнішими у теперішній час є безплатформні інерціальні навігаційні системи (БІНС), які у порівнянні з платформними мають цілий ряд переваг: менші розміри, маса та енергоємність; значне спрощення механічної частини системи та її компоновки; відсутність обмежень з кутів розвороту; скорочення часу початкового виставлення; визначення навігаційних параметрів за допомогою алгоритмів; спрощення рішення задачі резервування і контролю працездатності системи та її елементів.

На основі теорії руху репера в геоцентричній системі координат проаналізовані алгоритми роботи платформної та безплатформної ІНС, побудована математична модель одноканальної системи та повної трьохканальної системи у робочому режимі і виконані

дослідження її похибок. Результати досліджень свідчать, що точність зчислення навігаційних параметрів залежить від інструментальних похибок датчиків первинної інформації.

Зсув нуля акселерометра у горизонтальному каналі викликає похибку у визначенні вертикалі місця, яка містить постійну складову та таку, що змінюється за косинусоїдним законом; синусоїдну похибку у визначенні швидкості і постійну та коливальну похибки у визначенні пройденого шляху ПС.

Дрейф гіроскопа обумовлює похибку у визначенні вертикалі місця, яка змінюється за синусоїдним законом; постійну та косинусоїдну складові похибки визначення абсолютної швидкості, а також коливальну складову у визначенні пройденого шляху та таку, що зростає з часом.

Для дослідження похибок БНС побудована окрема математична модель, дослідження якої показали, що зсуви нулів акселерометрів викликають похибки: у визначенні вертикалі, яка містить постійну та косинусоїдну складові; горизонтальної швидкості синусоїдного характеру; зростаючи з часом за синусоїдним законом похибку зчислення вертикальної швидкості, а дрейф гіроскопа обумовлює: похибку у визначенні вертикалі, яка містить синусоїдну та зростаючи з часом складові; косинусоїдну та постійну у часі складові горизонтальної швидкості, зростаючи за абсолютною величиною з часом за синусоїдним законом похибку зчислення вертикальної швидкості.

Побудована за результатами аналізу алгоритмів математична модель БНС є працездатною, задовольняє вимогам точності та іншим вимогам, які ставляться до інерціальних навігаційних систем і може бути взята за основу при подальших дослідженнях та технічних розробках.

Список використаних джерел

1. Зарубін А. М. Системи орієнтації та навігації . Ч. 2. Навігаційні системи літальних апаратів. – Х. : ХУПС, 2011.
2. Зарубін А. М. Інерціальні вимірювачі в авіоніці : навч. посіб. – Х. : ХУПС, 2014.
3. Інформаційний комплекс вертикалі і курсу ИК-ВК80-4: навч. посіб. / А.М. Зарубін, Р.В. Василенко, Лі Фей. – Х. : ХНУПС, 2020.
4. Стандарт НАТО AASSEP-03. Умовно-графічні позначення, що уживаються при обслуговуванні літальних апаратів, та символи рівня безпеки/ризик, видання А версія 1, вересень 2014.

Василенко Роман Вікторович, старший викладач кафедри авіаційного обладнання та комплексів повітряної розвідки інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Вінниця, spike75.rv@gmail.com.

Вершигора Анастасія Іванівна, курсант інженерно-авіаційного факультету Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, місто Вінниця, osipovanasta861@gmail.com.

Vasylenko Roman Viktorovich, senior lecturer of the Department of Aviation Equipment and Air Intelligence Complexes of the Aviation Engineering Faculty of Ivan KozhedubKharkiv National University of the Air Force, Vinnytsia city, spike75.rv@gmail.com.

AnastasiyaIvanivnaVershigora, cadet of the aviation engineering faculty of the Kharkiv National University of the Air Force named after Ivan Kozhedub, Vinnytsia city, osipovanasta861@gmail.com.

УДК 355.359 (477)

В. В. Бондар

ПОКРАЩЕННЯ БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ РАДІОТЕХНІЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТИВНИКОМ УДАРНИХ ДРОНІВ ТА КРИЛАТИХ РАКЕТ

Анотація. Дана дослідна робота присвячена вдосконаленню бойових можливостей радіотехнічних підрозділів у контексті зростаючої загрози від противника, що використовує ударні дрони та крилаті ракети. Застосування таких сучасних засобів бойового призначення надає противнику значний стратегічний авантаж та ускладнює завдання оборони. Основні завдання дослідження включають в себе аналіз сучасних тенденцій у використанні дронів та крилатих ракет, визначення найбільш уразливих частин радіотехнічних систем та розробку ефективних технічних та тактичних заходів для їх захисту та протидії ворожій атаці.

У процесі дослідження буде використано аналіз сучасних технологій та методів захисту від безпілотних апаратів та ракет, а також розроблено пропозиції щодо вдосконалення засобів детекції, ідентифікації та ліквідації противника. Крім того, у роботі буде надано рекомендації щодо підвищення кваліфікації та тренування персоналу радіотехнічних підрозділів з метою ефективного використання розроблених заходів у бойових умовах.

Результатом даного дослідження буде створення комплексу протидії ударним дронам та крилатим ракетами, що дозволить підвищити надійність та ефективність захисту радіотехнічних систем в умовах сучасних бойових конфліктів.

Ключові слова: Радіотехнічні ПДРО (протиповітряна та протиракетна оборона), Ударні дрони, Крилаті ракети, Покращення бойових можливостей, Засоби протидії ударним дронам та крилатим ракетами, Радіотехнічні засоби виявлення та відсторонення дронів та ракет, Електронна боротьба та ідентифікація повітряних цілей.

Abstract. This research work is devoted to improving the combat capabilities of radio engineering units in the context of the growing threat from the enemy using attack drones and cruise missiles. The use of such modern means of warfare provides the enemy with a significant strategic advantage and complicates the task of defense. The main objectives of the study include analyzing current trends in the use of drones and cruise missiles, identifying the most vulnerable parts of radio systems and developing effective technical and tactical measures to protect them and counter enemy attacks.

The study will use the analysis of modern technologies and methods of protection against unmanned aerial vehicles and missiles, as well as develop proposals for improving the means of detection, identification and elimination of the enemy. In addition, the paper will provide recommendations for advanced training and training of personnel of radio engineering units in order to effectively use the developed measures in combat conditions.

The result of this research will be the creation of a complex for countering attack drones and cruise missiles, which will increase the reliability and efficiency of protection of radio systems in modern military conflicts.

Keywords: Radio-technical PDRO (anti-aircraft and anti-missile defense), Strike drones, Cruise missiles, Improving combat capabilities, Means of countering strike drones and cruise missiles, Radio-technical means of detecting and removing drones and missiles, Electronic warfare and identification of air targets.

ВСТУП

Сучасні умови бойових дій характеризуються стрімким розвитком та застосуванням новітніх технологій військового обладнання, зокрема ударних дронів та крилатих ракет. Ці загрози вимагають від радіотехнічних підрозділів високого рівня підготовки та забезпечення сучасними технічними засобами. У даному рефераті розглядається проблематика покращення бойових можливостей радіотехнічних підрозділів в умовах застосування противником ударних дронів та крилатих ракет.

Актуальність проблеми:

Військові конфлікти сьогодні свідчать про те, що ударні дрони та крилаті ракети стали невід'ємною складовою військово-технічного потенціалу багатьох країн. Вони дозволяють проводити точні та ефективні удари з великої віддаленості, що ускладнює завдання радіотехнічним підрозділам у виявленні та локалізації цих об'єктів.

Першим важливим аспектом є виявлення та реагування на ударні дрони. Сучасні радіотехнічні системи мають бути оснащені найновішими сенсорами та алгоритмами обробки інформації для надійного виявлення малорозмірних та швидких об'єктів. Крім того, важливо вдосконалити системи ідентифікації дронів та їх класифікацію за типами.

Ефективність радіотехнічних засобів для виявлення та відсторонення дронів залежить від кількох факторів, таких як типи дронів, їх характеристики, а також технології та методи, що використовуються для детекції та впливу на них. Ось кілька основних методів та технологій, які використовуються для виявлення та відсторонення дронів:

1. Радари та радіолокація: Радари можуть виявити дрони за допомогою відбитого радіосигналу. Вони дозволяють визначити швидкість, висоту та напрям руху дрону.
2. RF (радіочастотний) аналіз та сенсори: Вони використовуються для виявлення радіосигналів, які генерує дрон або його пульт керування.
3. Оптичні та теплові камери: Ці пристрої можуть виявити дрони за допомогою видимого або інфрачервоного випромінювання, яке вони випромінюють.
4. Акустичні системи: Вони виявляють звукові сигнали, які генерує дрон або його мотори.
5. GPS інтерференція: Можливість блокувати сигнали GPS може призвести до втрати навігаційної стабільності дрону.
6. Електромагнітні (ЕМ) засоби: Вони можуть використовувати електромагнітні поля для перешкодження роботі електроніки дрону.
7. Засоби аналізу Wi-Fi та інших бездротових мереж: Це може допомогти виявити комунікаційні канали, які використовуються дронами.
8. Засоби фізичного впливу (наприклад, засідання чи захоплення): У деяких випадках може бути необхідно застосовувати фізичний вплив для зупинки або відсторонення дрону.
9. Засоби перехоплення та заволодіння сигналами: Це може включати в себе використання "підроблених" сигналів для отримання контролю над дроном.

Важливо враховувати, що жоден засіб не є універсальним і кожен має свої обмеження та можливості. Ефективність також залежить від умов навколишнього середовища, таких як погода, терен та інші фактори.

Багато компаній та урядових організацій ведуть дослідження та розробки в цій галузі з метою посилення ефективності засобів виявлення та відсторонення дронів. Однак, оскільки технологія дронів постійно розвивається, це залишається актуальним напрямком досліджень.

Зважаючи на швидке зростання популярності та розповсюдження дронів, розвиток електронної боротьби є критично важливим для забезпечення безпеки та приватності в різних сферах життя, включаючи комерційні, громадські та військові.

Аспекти розвитку електронної боротьби проти дронів включають:

Співпраця та стандартизація: Важливо сприяти співпраці між компаніями, дослідницькими організаціями та владними структурами для встановлення стандартів та протоколів щодо ефективного виявлення та впливу на дрони.

Вдосконалення засобів аналізу та інтелегентних алгоритмів: Розробники працюють над розширенням можливостей аналізу сигналів та розробки алгоритмів для впливу на дрони в залежності від їхнього типу та мети.

Захист від контрзаходів: Розвиваються технології, щоб унеможливити дронам виявлення та ухилення від електронної боротьби.

Тестування в реальних умовах: Важливо проводити тестування електронних систем в реальних умовах, щоб визначити їхню ефективність та виявити можливі недоліки.

Освіта та навчання: Навчання персоналу, який відповідає за експлуатацію та управління електронними системами, є важливим елементом забезпечення ефективності та надійності застосування цих технологій.

Інтеграція з іншими системами безпеки: Електронна боротьба повинна бути інтегрована в загальну систему безпеки, що дозволяє координувати заходи впливу на дрони з іншими заходами безпеки та захисту.

Розвиток фінансування та підтримки досліджень у цій галузі сприяє виникненню нових технологій та ідей для боротьби з сучасними загрозами, пов'язаними з дронами. Загалом, розвиток електронної боротьби проти дронів є комплексним завданням, яке потребує спільних зусиль виробників, дослідників та владних органів. Вдосконалення цих технологій дозволить забезпечити безпеку та контроль в ситуаціях, коли дрони можуть становити загрозу.

ВИСНОВОК

Покращення бойових можливостей радіотехнічних підрозділів у контексті застосування противником ударних дронів та крилатих ракет є надзвичайно важливим завданням в умовах сучасних військових конфліктів. Застосування сучасних технологій у радіотехнічних системах, розробка засобів електронної боротьби та створення реактивних систем оборони є ключовими кроками до успішного протистояння цим загрозам.

Таким чином, найважливішим завданням залишається постійне вдосконалення та модернізація технічних та технологічних засобів радіотехнічних підрозділів для забезпечення ефективного виявлення та нейтралізації ударних дронів та крилатих ракет.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Засоби ППО: технічна література, militaryreferences3dmodels@gmail.com
2. Організація військового зв'язку навчальний посібник В.Г. ШОЛУДЬКО, М.Ю. ЄСАУЛОВ, О.В. ВАКУЛЕНКО, Т.Г. ГУРСЬКИЙ, М.М. ФОМІН, Київ 2017
3. Розвиток, бойове застосування та озброєння радіотехнічних військ, С.Е. Попов, О.В. Пуховий, М.О. Жидкомлінов Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського, Київ Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків
4. Доктрина з охорони повітряного простору та протиповітряного прикриття важливих державних і військових об'єктів (ВКДП 3-08(01).01) : затверджена Головнокомандувачем Збройних Сил України 25 грудня 2020 року. Вінниця : КПС ЗСУ, 2020.
5. Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони та інформаційне забезпечення процесів управління ними (теорія, практика, історія розвитку) : монографія / Городнов В. П. та ін. Харків : ХВУ, 2004.

Бондар Віталій Віталійович, студент, Донецький національний університет імені Василя Стуса, geimer362552@gmail.com.

Bondar Vitaliy Vitaliyovych, student, Donetsk National University named after VasylStus, geimer362552@gmail.com.

УДК 528.837

М. Г. Домненко

СТВОРЕННЯ НОВИХ ЗАСОБІВ БОРОТЬБИ З БОМБАРДУВАЛЬНОЮ АВІАЦІЮ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕЗПЛОТНИХ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ

Анотація: для знищення авіації противника у відомих районах бомбардування, які він використовує для пуску ракет та керованих авіаційних бомб, пропонується розробити спеціальні безпілотні авіаційні комплекси, що будуть знищувати засоби повітряного нападу противника.

Ключові слова: ракета, засіб повітряного нападу, противник, авіаційна керована бомба, стратегічна авіація, бомбардувальна авіація.

Abstract: to destroy the enemy's aircraft in known bombing areas, which he uses to launch missiles and guided aerial bombs, it is proposed to develop special unmanned aircraft complexes that will destroy the enemy's air attack means.

Key words: missile, means of air attack, enemy, aerial guided bomb, strategic aviation, bomber aviation.

Досвід російсько-української війни свідчить про те, що противник, маючи значну перевагу у силах і засобах авіаційного нападу, широко застосовує бомбардувальники для нанесення ударів по об'єктах життєзабезпечення населених пунктів України, транспортній інфраструктурі, інших об'єктах цивільного призначення. Більшість атак по цих об'єктах бомбардувальна авіація противника наносить ракетами типів: Х-55, Х-555, Х-101, Х-22, які встановлюються на літаки стратегічної авіації Ту-160, Ту-22м3, Ту-95мс. Вищезазначені ракети мають велику дальність дії (до 5 000 км), суттєвий бойовий заряд (від 410 кг та 680 кг). Основною ж проблемою для протиповітряної оборони (далі – ППО) України по боротьбі з ними є те, що маршрут польоту таких ракет до цілі програмується. Сам політ проходить на низькій висоті з огинанням рельєфу місцевості, він може мати велику кількість змін напрямків та висоти польоту. Прокладання маршруту здійснюється з урахуванням обминання місць розміщення засобів ППО, що підвищує ефективність їх застосування та утруднює роботу ППО з їх знищення під час польоту.

Система ППО України наразі не може забезпечити повне знищення вищезазначених ракет із різних причин, тому окремі з них досягають визначених цілей і руйнують об'єкти цивільної інфраструктури. Зазвичай ракетні удари стратегічна авіація ВКС рф наносить у нічну пору. Вони або знищують вибрані об'єкти, або влучають у цивільні житлові будинки.

Особливість ракетних ударів стратегічної авіації противника полягає у тому, що для пуску ракет рашисти використовують один район – район Каспійського моря. Цей район вибраний з міркувань безпеки свого населення та приховування невдалих пусків, адже певна кількість вищезазначених ракет випущені ще за часів СРСР і, як результат, вже втратили свою надійність через тривале зберігання на складах. Після їх підвішування до літака (цей процес супроводжується механічними струсами) ще більший струс спостерігається під час зльоту літака, набору ним висоти. При цьому окремі ракети втрачають працездатність блоків, вузлів та модулів електроніки, деяких механізмів та, як результат, стають непридатними до застосування. У такому разі після пуску ракета просто падає до землі, як звичайна авіаційна бомба. Щоб подібні боеприпаси не падали на райони, де мешкає цивільне населення, а потрапляли до безлюдного місця, керівництво ВКС рф визначило цим місцем дно Каспійського моря. Очевидно, не всю його площу, а лише певну ділянку або квадрат.

Іншим типом авіації, який наносить удари по цивільних об'єктах та військам Збройних Сил України (далі – ЗСУ), є бомбардувальна та штурмова авіація ВКС рф. Для цього противник широко використовує літаки типів: Су-24, Су-25, Су-34, які застосовують для нанесення авіаційних ударів не тільки ракети різного призначення, але й керовані авіаційні бомби (далі – КАБи). Вищезазначені літаки противника дуже активно використовують модулі планування і корекції з авіаційними бомбами ФАБ-500м62 та комплекси «Грім» для ураження переднього краю оборони наших військ. Останні мають ракетні двигуни у хвостовій частині фюзеляжу, що підвищує їхню точність влучання у ціль. Якщо врахувати той факт, що вага таких КАБ становить 500 кг, то навіть за умов не дуже високої точності влучання така бомба може нанести значне ураження бойовим порядком, оборонним спорудам та особовому складу військ, які обороняються.

Особливо небезпечними для військ ЗСУ є КАБи, адже бомбардування здійснюється на значній відстані від переднього краю (за 40–60 км від нього), що не дозволяє знищувати ці засоби повітряного нападу ППО ЗСУ.

Водночас авіаційні удари по військам ЗСУ, які обороняються, наносять і вертольоти вогневої підтримки ВКС рф типів Ка-52, Ка-29, Мі-24, Мі-35. Вони підлітають до об'єктів ураження на низькій висоті і з певної дистанції, яка визначається на етапі планування удару, здійснюють пуски некерованих реактивних боєприпасів. Потужності подібних ударів становлять приблизно половину залпу реактивних систем залпового вогню «Град».

Із вищевикладеного можна зробити деякі висновки:

- район пуску ракет стратегічною авіацією ворога приблизно відомий;
- користуючись статистичними даними авіаційних ударів противника, даними радіолокаційної розвідки, інших типів розвідки (й агентурної також), можливо встановити приблизне місце нанесення противником авіаційних ударів;
- подібні дані можуть стати відомими і у процесі оцінки обстановки, її аналізу та прогнозування розвідорганами, командирами і штабами всіх рівнів;
- удар вертольотів по позиціях ЗСУ також може бути прогнозованим, що дозволить визначити приблизне місце їх атаки.

Для знищення літаків стратегічної авіації пропонується створити спеціальний безпілотний авіаційний комплекс (далі – БАК) літакового типу, який буде здатний подолати відстань від України до необхідного району Каспійського моря. Для цього доцільно використати два двигуни: один на реактивній тязі, другий – типу Rotax 912 або йому подібний. Перший застосовується для підльоту та відльоту до зони баражування, другий – для баражування в зоні чергування. На борту такого БАК варто розташувати зброю для знищення літаків стратегічної авіації, які являють собою ракети, що наводяться на інфрачервоне випромінювання та легкі безпілотними літакового типу з пороховими двигунами у кількості до 10 шт., оснащені боєприпасами невеликої потужності. Система управління такого БАК повинна містити штучний інтелект, який здатний оцінити належність ворожого літака до стратегічної авіації, прийняти рішення на вибір зброї та дати команду на її застосування. Безпілотники з боєприпасами малої потужності мають бути обладнані засобами автоматичного наведення на інфрачервоне випромінювання двигунів літака та забезпечувати повне перекриття маршруту його польоту, як за курсом, так і по висоті. У разі відсутності можливості ураження цілі після запуску вони повинні самознищуватися способом підриву.

Протидія авіації противника, яка застосовує КАБи, може бути реалізована подібними БАК, але без реактивних двигунів, з причин короткої відстані до місць їх баражування. Озброєння, яке будуть використовувати такі БАКи, має бути подібним вищезазначеному. Останні повинні утворювати суцільну «сітку» на шляху польоту бомбардувальної авіації ворога з метою скорочення відстані до цілі.

Знищення окремих вертольотів та вертольотних груп доцільно реалізовувати ракетним озброєнням, яке наводиться на інфрачервоне випромінювання.

Отже, застосування специфічних БАК для знищення бомбардувальної і штурмової авіації противника може дати позитивні результати.

Список використаних джерел:

1. Широкоград А. Б. Історія авіаційного озброєння [Архівовано 16 Березня 2005 у Wayback Machine.](рос.)
2. Авиабомбы [Архівовано 20 Серпня 2020 у WaybackMachine.]
3. Современные управляемые авиационные бомбы (2005) [Архівовано 31Січня 2020 у WaybackMachine.](рос.)
4. Маргарита Гогун, Михайло Тимошенко (16 травня 2023). Як часто Росія застосовує керовані авіабомби та куди вони прилітають (КАРТА, ІНФОГРАФІКА). Тексти.
5. Akinci Attack UAV System (англ.) // defenceturkey.com
6. Akinci і його перспектива в ЗСУ (Мілітарний подкаст)

Домненко Микола Григорович, викладач кафедри військової підготовки, mikoladomnenko568@gmail.com.

Mykola Hryhorovych Domnenko, teacher of the Department of Military Training, mikoladomnenko568@gmail.com.

УДК 623.438

М. Г. Домненко

РОЗРОБКА СПЕЦІАЛЬНОГО БОЄПРИПАСУ СТВОЛЬНОЇ АРТИЛЕРІЇ ДЛЯ ПОДОЛАННЯ КОМПЛЕКСУ АКТИВНОГО ТА ДИНАМІЧНОГО ЗАХИСТУ ТАНКІВ

Анотація: з метою подолання захисту сучасних танків від дії кумулятивних боєприпасів пропонується розробити спеціальний боєприпас для ствольної артилерії (танкових та артилерійських гармат).

Ключові слова: танк, броньована техніка, кумулятивний боєприпас, комплексна активна та динамічна системи захисту.

Abstract: in order to overcome the protection of modern tanks from the action of cumulative ammunition, it is proposed to develop special ammunition for barrel artillery (tank and artillery guns).

Keywords: tank, armored vehicles, cumulative ammunition, complex active and dynamic defense systems.

Однією з ознак сучасної російсько-української війни є масоване застосування росіянами на полі бою великої кількості броньованої техніки. Особливого значення надається суто танковим військовим підрозділам, частинам, об'єднанням та навіть з'єднанням. На озброєнні рашистської армії перебуває величезна кількість різних типів танків від, застарілих Т-54, Т-55, Т-62 та їх модифікацій, до більш сучасних, які пройшли модернізацію після розпаду СРСР, що видно із різних літерних індексів після їх основних назв: Т-72, Т-80, Т-90. Це дає можливість противнику використовувати танки у значних кількостях, створюючи матеріальну перевагу на окремих ділянках фронту, а також поповнювати або укомплектовувати ними існуючі підрозділи та військові частини, а також формувати нові.

Подібно модернізації танкової техніки після розпаду СРСР рашистська федерація здійснювала удосконалення наявних броньованих артилерійських систем: «Гюльпан» (2С4), «Малка» (2С7М), «Гиацинт-С» (2С5), «Мста-С» (2С19) з різними варіантами модифікації, «Акація» (2С3), «Хоста» (2С34), «Нонна СВК» (2С23).

Не залишилися без уваги удосконалення, модернізація застарілих та розробка нових протитанкових систем, які встановлювалися на броньованій базі: «Хризантема-С» (9П157), «Корнет-Т» (9П162), «Корнет-Д» (9П163-3), «Штурм-С» (9П149).

Величезна увага вищим керівництвом рашистської федерації до початку війни приділялася удосконаленню старих та створенню нових типів бойових машин піхоти та бронетранспортерів: БМП-1ма, БМП-2м, БМП-3м, БТР-82а, БТР-82ам, БТР-80. Поруч із модернізованими та новоствореними використовувалися й інші, застарілі, зразки броньованої техніки для піхоти: МТ-ЛБ, БТР-80 (немодернізований), БТР-70, БТР-60.

Небувалою розвинутою набуло створення броньованих автомобілів для різних підрозділів і частин рашистської армії та інших силових структур, деякі з них мали бойові модулі. Вражає кількість їх типів і назв: «Выстрел», «Булат», «Тигр», «Водник», «Рысь», «Стрела», «Атлет», «Скорпион», Камаз «Тайфун-К», Урал «Тайфун-У», «Тайфун-ВДВ», «Тайфун 4*4», «Линза», «Патруль», «Фалькатус», «Викинг», «ВПК Урал», АМН-590951 «Урал».

Як бачимо, «броньований кулак» держави-агресора був дуже суттєвим. На момент початку війни чисельна та якісна перевага однозначно була на боці противника.

Маючи цифрові показники, насамперед співвідношення сил і засобів протиборчих сторін, противник був впевнений у своїй швидкій перемозі, що спонукало його до початку війни.

Але навіть за умов величезної переваги у силах і засобах це зовсім не гарантувало швидку перемогу противника. Йому було потрібно розробити та втілити в життя розумну стратегію і тактику ведення бойових дій, а саме з цим виникла проблема.

Очевидним є той факт, що противник у більшості випадків використовував та використовує радянський досвід ведення бойових дій періоду Другої світової війни. Його суть полягає у тому, щоб реалізувати стратегію «пробивання» танками ліній оборони Збройних Сил

України, а у подальшому спеціально створеними в організаційному плані танковими «клинами» охопити величезні території, на яких обороняються угруповування військ Української армії. При цьому одночасно планувалося створювати зовнішні і внутрішні фронти оточення військ ЗСУ. Подібні дії, на його думку, малісприяті утворенню так званих «котлів» оточення військ, які успішно реалізовувались у процесі ведення битв та масштабних військових операцій під час Другої світової війни як військами Вермахту, так і Червоної армії. Врешті-решт це мало призвести до «обвалу» фронту оборони Української армії, оточення та знищення величезної кількості живої сили та техніки, занепаду морального духу оборонців. Сукупність цих фактів вела до поразки військ, які оборонялися, а в кінцевому результаті і до програшу війни. Ось чому противник так активно використовує величезну кількість танкової та броньованої техніки.

Особливе значення у цій війні надається танкам, бо саме вони вирішують долю перемоги у наступальному бою, а ворог намагався і намагається постійно вести наступальні дії. Але водночас виникає проблема: для зупинення наступу танків будь-яка армія світу використовує протитанкові засоби. Перелік цих засобів досить великий: від ручних гранат та протитанкових снарядів артилерійських систем до керованих і некерованих протитанкових реактивних снарядів. У переважній більшості цих засобів використовується принцип утворення кумулятивного струменя, який пропалює броню танків. Застосування таких видів зброї дає змогу знищувати танки з високим ступенем імовірності. Ефективність такого виду зброї очевидна.

Саме тому цей факт спонукав конструкторів розробляти технічні засоби захисту броні танків від дії кумулятивних боєприпасів. При цьому використовувалися різні принципи захисту: пасивний, починаючи від нанесення спеціальних фарб, які зменшують радіолокаційну помітність танка (значно знижуючи його ЕПР), розроблення спеціальної броні, встановлення на броню додаткових елементів, які змінюють напрямок кумулятивногоструменя, до новітніх комплексів активного та динамічного захисту. Їх було рекомендовано застосовувати комплексно, тобто одночасно. Щоправда, навіть таке їх застосування не дозволяло із стовідсотковою ймовірністю захищати танки від ураження. Наведемо невеликий перелік назв подібних систем захисту танків радянського та рашистського виробництва: «Дрозд», «Дождь», «Азот», «Барьер», «Дрозд-2», «Арена», «Афганіт». Захистом танків займалися і в Україні. Перелік українських комплексів активного захисту танків: «Заслін», «Шершень», українсько-турецький комплекс «Pulat», «Дуплет», «Ніж».

Досвід російсько-української війни показав, що забезпечити захист бронетанкової техніки від дії протитанкових реактивних керованих боєприпасів неможливо. Танки знищуються як застарілими ПТУР, так і найбільш сучасними. Особливо ефективними на відкритій місцевості є американський FGM-148 JAVELIN, який був переданий на озброєння ЗСУ на початку війни та українська «Стугна-П» з дальністю стрільби до 4 000 м.

У ситуації величезного насичення рашистської армії танками та бойовими броньованими машинами різних класів постало питання їх швидкого знищення наявними боєприпасами, які є на озброєнні ЗСУ.

Для ефективного знищення бронетанкової техніки ворога, яка обладнана засобами активного та динамічного захисту, виникає потреба наносити ураження танків двічі. Перший постріл необхідно здійснювати для нейтралізації (знищення) цих засобів, використовуючи для цього боєприпаси різного призначення, які механічно знищують системи захисту (такими засобами можуть бути навіть крупнокаліберні кулемети, автоматичні швидкострільні авіаційні гармати тощо). У такий спосіб поверхня броні «очищується» від встановлених засобів захисту. Другий постріл здійснюється по незахищеній броні для безпосереднього ураження танку кумулятивним снарядом. Зазначимо, що випадки такого застосування різних видів зброї під час ведення бойових дій спостерігалися неодноразово.

Зважаючи на сказане, нескладно зрозуміти, що актуальною проблемою сьогодення є проблема розроблення, випробовування та застосування нового протитанкового артилерійського боєприпасу, який би реалізовував у собі дві послідовні функції: перша – знищення активних та динамічних засобів захисту танків, друга – ураження броні танку кумулятивним струменем.

Отже, застосовуючи такі способи та розробивши сучасні боеприпаси для танкових і артилерійських гармат, можна більш ефективно боротися з бронетанковою технікою ворога.

Список використаних джерел:

1. MacNeil M. Active Protection Systems: A Potential Jackpot to Future Army Operations (англ.) // Canadian Military Journal.
2. Paolo Valpolini. Active Armoured Vehicle Protection, or an Extra Seven Tonnes? (англ.) // ArmadaInternational : журнал.
3. Модули кумулятивної захисти «Нож» Офіційний сайт СКТБ ІПМ НАН України.
4. Игорь Осипчук. Василий Хитрик: «В боях на Донбассе наша система „Нож“ спасает танки» Факты и комментарии. 30.07.2014.
5. Вогневапідготовка: Навч. посібник (з метод. рек.)/ Василенко В. В., Дзюба В. М., Окунський О. Ю., Пилипів Б. І., за ред. Пилипіва Б. І., — К.: Вид. Паливода А. В., 2003. — 272 с.

Домненко Микола Григорович, викладач кафедри військової підготовки, mikoladomnenko568@gmail.com.

Mykola Hryhorovych Domnenko, teacher of the Department of Military Training, mikoladomnenko568@gmail.com.

Я. В. Павлов

ОЦІНКА РІВНЯ ОСНАЩЕНОСТІ СУЧАСНИМИ ЗРАЗКАМИ АВТОБРОНЕТАНКОВОЇ ТЕХНІКИ ПІДРОЗДІЛІВ ТА ЧАСТИН НАЦІОНАЛЬНОЇ ГВАРДІЇ УКРАЇНИ

Анотація. Розглянуто стан та рівень оснащення сучасними зразками автобронетанкової техніки підрозділів та частин Національної гвардії України. Виявлено доцільність застосування доукомплектування, тими чи іншими видами автобронетанкової техніки підрозділів Національної гвардії України в ході виконання службово-бойових завдань при організації робіт в комплексі з підрозділами Збройних Сил України з урахуванням можливості надання автосервісних послуг.

Ключові слова: оцінка, рівень оснащення, автобронетанкова техніка, рухомий склад, організаційна структура.

Abstract. The condition and level of equipment with modern samples of self-armored vehicles of units and parts of the National Guard of Ukraine were considered. The expediency of using some types of armored vehicles of the units of the National Guard of Ukraine during the performance of service and combat tasks in the organization of work in a complex with the units of the Armed Forces of Ukraine, taking into account the possibility of providing car service services, has been revealed.

Keywords: assessment, level of equipment, armored vehicles, rolling stock, organizational structure.

Важливу роль у забезпеченні національної безпеки відіграють силові структури держави, до яких відносяться органи, організації та підрозділи різних відомств, що виконують завдання з забезпечення функціонування інститутів влади методами примусу. В Україні до таких структур належать військові формування та правоохоронні органи, які створені та діють на підставі відповідних законодавчих та підзаконних актів [1 – 11].

Частина завдань силових структур пов'язана з необхідністю переміщення військ (сил) та матеріальних ресурсів в умовах небезпеки безпосередньої вогневої протидії противника, небезпеки вогневого ураження засобами артилерії з закритих вогневих позицій або потрапляння у засідку.

Так, відповідно до [12] загальновійськові підрозділи завжди повинні бути готовим до пересування в умовах постійної загрози застосування противником вогнепальної зброї, високоточної зброї, зброї масового ураження, систем дистанційного мінування, авіації, повітряних десантів, дій НЗФ, РХБ забруднення, руйнування доріг і переправ, а також протидії руху колон з боку цивільних осіб.

В результаті цього, для збереження життя та здоров'я особового складу з початку двадцятого сторіччя у військових формування основним видом є автобронетанкова техніка. Це автомобілі спеціального призначення, мотоцикли, моторолери, трактори, тягачі, танки, бронетранспортери, бойові машини піхоти, інші види бойових, спеціальних машин тощо [13].

Згідно «Порядку організації та експлуатації автомобільної техніки, іншого майна номенклатури автомобільної служби Національної гвардії України» [14] до автомобільної техніки відносяться легкові, вантажні та вантажно-пасажирські автомобілі, автобуси і мікроавтобуси, а також їх шасі, призначені для установа (монтажу) засобів управління, спеціальної техніки, рухомих засобів ремонту і технічного обслуговування, автомобілі (багатоцільового призначення, колісні тягачі), а також їх базові шасі, призначені для установа (монтажу) озброєння, засобів управління, спеціальної техніки, рухомих засобів ремонту та технічного обслуговування; гусеничні машини (гусеничні тягачі та транспортери), а також їх шасі, призначені для установа (монтажу) озброєння, засобів управління, спеціальної техніки, рухомих засобів ремонту і технічного обслуговування; трактори, що застосовуються як механічна тяга для допоміжних робіт. АТ за типами поділяється на легкові, вантажні та спеціальні автомобілі. Аналіз парку НГУ показав, що легкові автомобілі складають 16% від загальної кількості автомобільного транспорту що використовується (рис. 1).

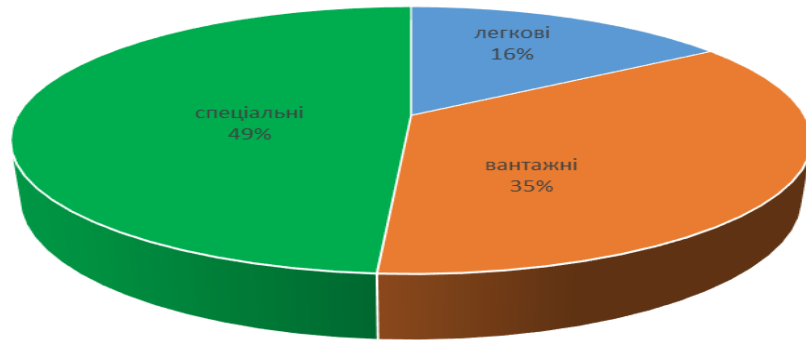


Рисунок 1– Відсотковий склад АТ по типам

До легкових автомобілів в НГУ належать автомобілі, що призначені для забезпечення службово-бойової діяльності, перевезення особового складу (2-7 чоловік), транспортування дрібних вантажів (рис. 2).

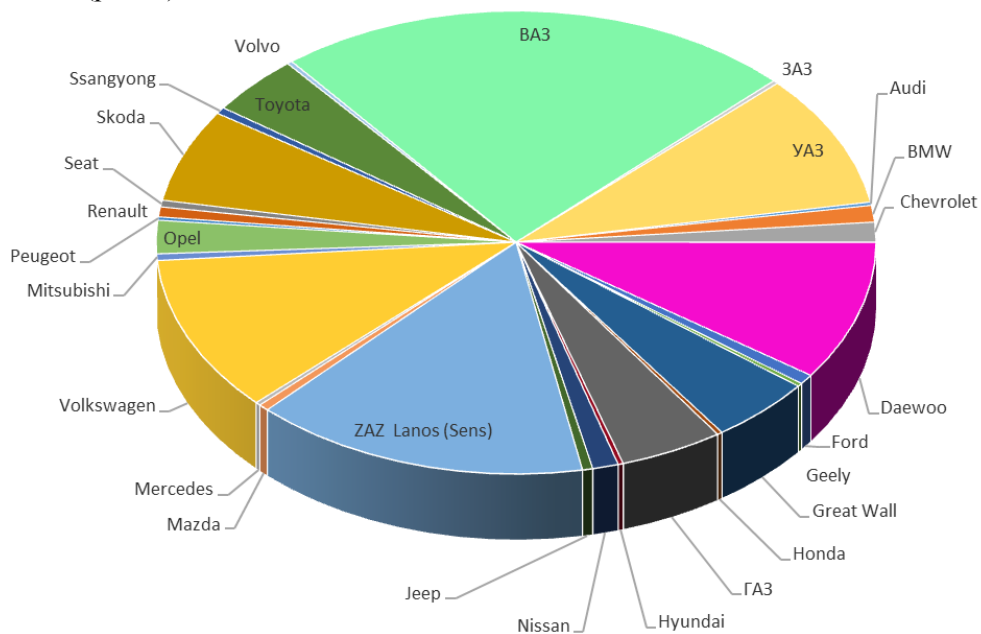


Рисунок 2 – Розподіл командно-штабних автомобілів за марками

Отримані автомобілі надійшли на доукомплектування частин Східного, Південного та Центрального ОТО (рис. 3).

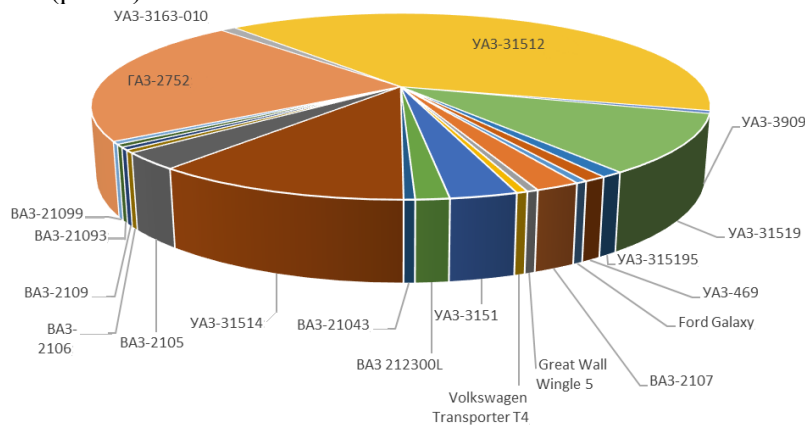


Рисунок 3 – Кількісний склад легкових патрульних автомобілів

До вантажних автомобілів, які є на озброєнні частин та підрозділів НГУ відносяться автомобілі, що мають вантажні платформи, призначені для перевезення особового складу, озброєння з обслугами, різних матеріальних засобів або для буксирування озброєння і техніки,

а також самоскиди та сідельні тягачі з вантажними напівпричепами. Розподіл вантажних автомобілів НГУ за марками наведено на рисунку 4.

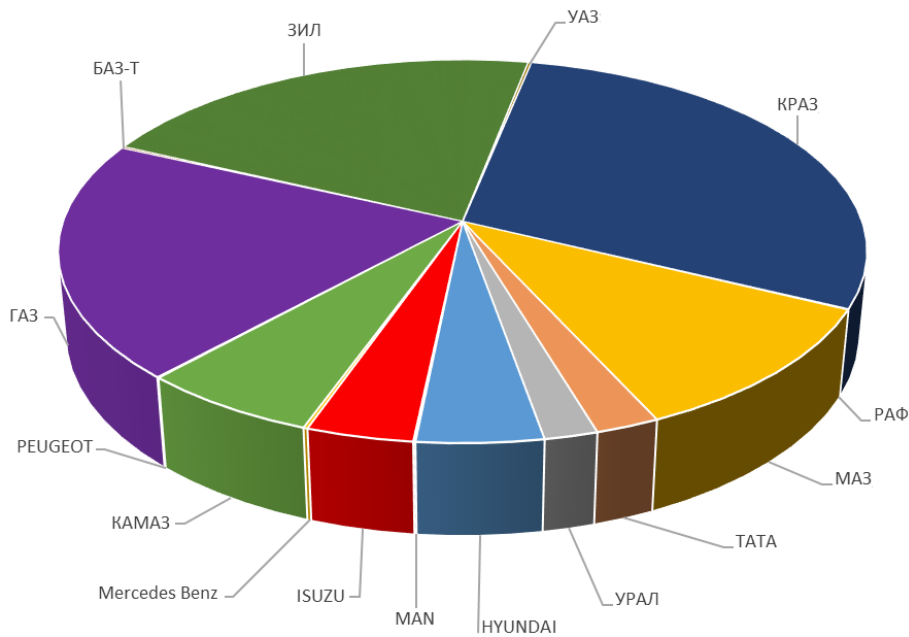


Рисунок 4 – Розподіл вантажних автомобілів НГУ за марками

До спеціальних належать автомобілі із встановленим (змонтованим) на них озброєнням, обладнанням або автомобілі пристосовані для перевезення осіб, що тримаються під вартою, певного вантажу і мають відповідні типи кузовів, а також санітарні машини, пасажирські, штабні та інші автобуси. Розподіл спеціальних автомобілів НГУ за призначенням показано на рисунку 5.

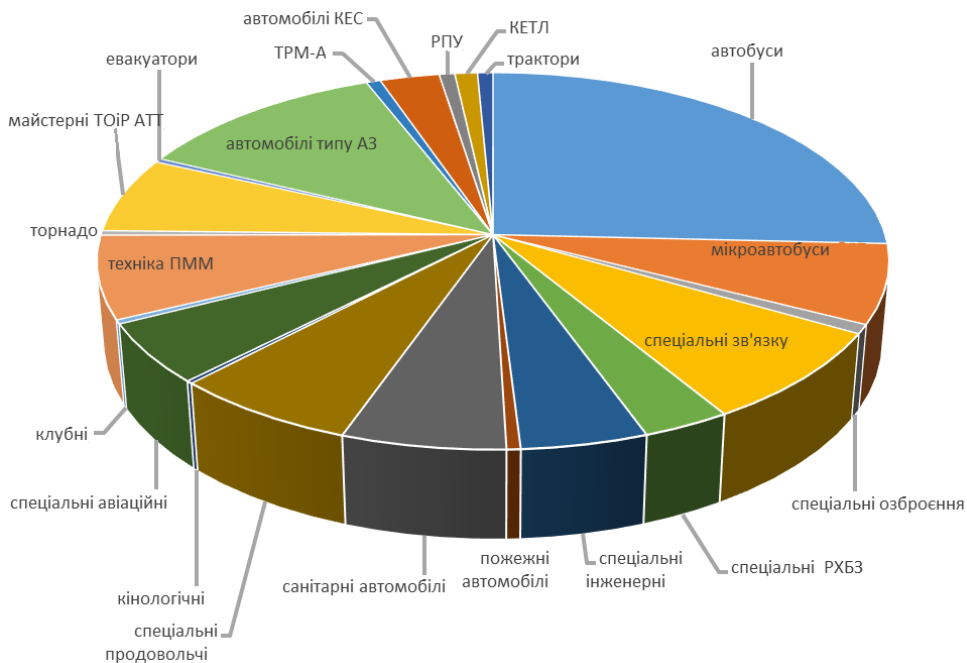


Рисунок 5 – Розподіл спеціальних автомобілів НГУ за призначенням

Згідно «Положення про організацію експлуатації бронетанкового озброєння та техніки, іншого майна номенклатури бронетанкової служби Національної гвардії України» [15] до бронетанкового озброєння відносяться – танки, бойові машини піхоти (БМП), бойові машини десантні (БМД), бронетранспортери (БТР), броньовані розвідувально-дозорні машини (БРДМ), бойові розвідувальні машини (БРМ), броньовані автомобілі (бойові броньовані колісні машини,

які мають озброєння) та до бронетанкової техніки належать – броньовані ремонтно-евакуаційні машини (БРЕМ), танкові тягачі, рухомі засоби ремонту та обслуговування типу ТРМ, МТО, МЕС (танкоремонтні майстерні), мотоцикли, квадроцикли, а також бронетанкові базові машини (бази танків, БМП, гусеничних та колісних БТР, БРДМ, БА, спеціальні шасі, які використовуються для монтажу ОВТ).

У відповідності до [16] легка броньована машина забезпечує виконання широкого кола завдань й застосовується в різних військових операціях. Її особливістю є значне бронювання, яке захищає особовий склад від автоматичної зброї і здатне вберегти життя екіпажу після підриву техніки на міні або фугасі, що особливо важливо при використанні тактики «мінної війни».

При цьому характеристики бронетехніки від моменту появи до наших часів зазнали суттєвих змін. Протягом двадцятого сторіччя збройні протистояння велися переважно у формі загальновійськових боїв оперативного-стратегічного об'єднання військ. Характерною рисою таких протистоянь були чітко сформовані фронти (передні обернені до противника сторони бойового шикуння військ), які чітко розмежовували протиборчі сторони. Саме на цій межі відбувалися бої, що характеризувалися високою інтенсивністю застосування потужних зразків зброї, з метою знищення, подавлення, виснаження противника та руйнування об'єктів [17].

Досвід війн та інших локальних конфліктів першої половини 20 століття призвів до необхідності оснащення мотопіхоти броньованими колісними машинами (БКМ), що не поступаються за рухомістю і прохідністю танкам, які вони супроводжують та забезпечують ефективне застосування зброї десантом [18 – 20].

Нагальна потреба у значній кількості БКМ підтверджується суттєвим зростанням виробництва та прийняття на озброєння таких машин протягом останніх років. Одним з чинників, що сприяв цьому, є початок збройної агресії РФ проти України[21].

Висновки. Таким чином, можна стверджувати, що Україна активно працює над розвитком своїх військових потужностей та поліпшенням своєї технічної бази, що забезпечує підвищення оснащеності військ сучасною технікою. Однак, конкретну оцінку оснащеності військовою технікою потрібно проводити на основі більш детальних даних. НГУ постійно оновлює свій парк техніки, щоб забезпечити ефективність виконання своїх завдань.

Отже, узагальнюючи, можна сказати, що НГУ має військову техніку, яка відповідає вимогам сучасних бойових дій. Тому важливо здійснювати постійне оновлення та модернізацію військової техніки для забезпечення національної безпеки.

Список використаних джерел:

1. Про Національну гвардію України: Закон України від 13.03.2014 р. № 876-VII // Відомості Верховної Ради, 2014, № 17, Ст.594.
2. Про Національну поліцію: Закон України від 02.07.2015 р. № 580-VIII // Відомості Верховної Ради, 2015, № 40–41, Ст. 379.
3. Про Державну прикордонну службу України: Закон України від 03.04.2003 р. № 661-IV // Відомості Верховної Ради України, 2003, № 27, Ст. 208.
4. Про Службу безпеки України: Закон України від 25.03.1992 р. № 2229-XII // Відомості Верховної Ради України, 1992, № 27, Ст. 382.
5. Про державну охорону органів державної влади України та посадових осіб: Закон України від 04.03.1998 р. № 160/98-ВР // Відомості Верховної Ради України, 1998, № 35, Ст. 236.
6. Про боротьбу з тероризмом: Закон України від 20.03.2003 р. № 638-IV // Відомості Верховної Ради України, 2003, № 25, Ст. 180.
7. Про правовий режим надзвичайного стану: Закон України від 16.03.2000 р. № 1550-III // Відомості Верховної Ради України, 2000, № 23, Ст. 176.
8. Про затвердження категорій об'єктів державної форми власності та сфер державного регулювання, які підлягають охороні органами поліції охорони на договірних засадах: Постанова Кабінету Міністрів України від 21.11.2018 р. № 975. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/975-2018-%D0%BF#Text> (дата звернення: 10.06.2020).

9. Про затвердження Положення про Державну службу України з надзвичайних ситуацій: Постанова Кабінету Міністрів України від 16.12.2015 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1052-2015-%D0%BF#Text> (дата звернення: 10.06.2020).

10. Про Державну кримінально-виконавчу службу України: Закон України від 23.06.2005 р. № 2713-IV// Відомості Верховної Ради України, 2005, № 30, Ст.409.

11. Тимчасове положення про організацію служби спеціальних моторизованих військових частин міліції, військових частин спеціального призначення та підрозділів оперативного призначення внутрішніх військ МВС України : наказ МВС України від 05.07.2005 р. № 521.

12. Бойовий статут механізованих і танкових військ сухопутних військ збройних сил України (Частина II) : наказ командувача Сухопутних військ Збройних Сил України від 30.12.2016 № 605.

13. Наказ МФУ №330 від 8.12.2006 «Про затвердження змін до Роз'яснень щодо застосування економічної класифікації видатків бюджету».

14. Наказ КНГУ №900 від 27.12.2016 «Про затвердження Порядку організації та експлуатації автомобільної техніки, іншого майна номенклатури автомобільної служби Національної гвардії України».

15. Наказ МВСУ №1313 від 19.12.2016 «Положення про організацію експлуатації бронетанкового озброєння та техніки, іншого майна номенклатури бронетанкової служби Національної гвардії України».

16. Галушко С.А. Военная техника для миротворческих операций. Время обновления парка / С.А. Галушко // Defense Express. – 2003. – №12. – С.18–24.

17. Фронты Великой Отечественной войны. URL: https://desenovskoe.ru/fronts_ww2/ (дата звернення 02.10.2023).

18. Історія та тенденції розвитку колісних броньованих бойових машин URL: <http://tst.stu.cn.ua/article/view/87751> (дата звернення 10.07.2022)],

19. Балахонцев Н., Медин А. Развитие форм и способов ведения военных действий в начале 21 век. Зарубежное военное обозрение, 2003. №4. С. 25-28,

20. Антонов А.С. и др. Армейские автомобили. Теория.– Москва: Военное издательство МО СССР, 1970. – 543 с.

21. Кайдалов Р.О. Оцінка зміни складу парку автомобілів та бойових машин Національної гвардії України та шляхи його удосконалення. Новітні технології – для захисту повітряного простору : тези доп. XI конф. Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, 08–09 квітня 2015 року. Харків : ХУПС, 2015. С. 260–261,

Павлов Ярослав Володимирович - кандидат педагогічних наук, доцент; начальник факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, м. Харків, e-mail: nvsklyarov@ukr.net.

Yaroslav Pavlov - head of the Faculty of Logistics, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor; National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine; e-mail: nvsklyarov@ukr.net.

УДК 623.76(07)

С. В. Орехов, Т. В. Малиношевський

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНО-АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ПРИКРИТТЯ ВІЙСЬК

Анотація. В доповіді розглянуті складові єдиної системи протиповітряної оборони військ, висунені вимоги до сучасної системи протиповітряної оборони військ, сформульовані принципи побудови системи протиповітряної оборони військ. Визначено, що повинна забезпечувати сучасна система зенітного ракетно-артилерійського прикриття військ. Наведено особливості побудови системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття військ в сучасних умовах та надані рекомендації щодо її удосконалення.

Ключові слова: система протиповітряної оборони військ, система зенітного ракетно-артилерійського прикриття військ, оперативне угруповання військ, повітряний противник, зенітні підрозділи.

Abstract. In the report, the components of the unified air defense system of the troops were considered, the requirements for the modern air defense system of the troops were put forward, and the principles of building the air defense system of the troops were formulated. It was determined what a modern system of anti-aircraft missile and artillery cover of troops should provide. The peculiarities of building a system of anti-aircraft missile and artillery cover of troops in modern conditions were given along with the recommendations for its improvement.

Key words: air defense system of troops, system of anti-aircraft missile and artillery cover of troops, operational grouping of troops, air enemy, anti-aircraft units.

Для виконання своїх завдань у загальновійськовому бою (операції) всі сили й засоби ППО поєднуються в єдину систему протиповітряної оборони, яка складається із чотирьох підсистем: системи зенітного ракетно-артилерійського прикриття (СЗРАП), системи винищувального авіаційного прикриття (СВАП), системи розвідки повітряного противника й оповіщення про нього військ (СРПП) і системи управління військами ППО й винищувальною авіацією (СУ), виділеної для дій у системі ППО.

Найбільш повний закінчений вид, включаючи повною мірою всі складові елементи, система ППО здобуває в оперативному угрупованні військ (ОУВ). Тому організатором протиповітряної оборони в смузі оперативного угруповання військ є командуючий цих військ при активній участі начальника військ ППО ОУВ і штабу військ ППО. За планом ППО будуються:

єдина система зенітного ракетно-артилерійського прикриття шляхом побудови однієї або декількох змішаних угруповань зенітних з'єднань і частин і їхніх систем вогню, об'єднаних єдиним задумом і планом;

єдина система винищувального авіаційного прикриття із призначенням смуг бойових дій;

єдина в смузі ОУВ система розвідки повітряного противника й оповіщення про нього шляхом створення єдиної зони (поля) розвідки побудовою трьох-чотирьох ліній радіолокаційних підрозділів, які об'єднані єдиним розвідувально-інформаційним центром (РІЦ);

єдина система бойового управління протиповітряною обороною ОУВ шляхом створення сполучених командного і запасного командного пунктів (КП, ЗКП) як елементів КП і ЗКП ОУВ, а також системи пунктів управління ППО й ВА в підлеглих ланках, об'єднаних єдиною автоматизованою системою управління військами ППО й ВА.

Війська ППО СВ створюють самостійно СЗРАП, СРПП і разом з ВА - систему управління військами ППО й ВА. Система винищувального авіаційного прикриття створюється командуванням ПС.

Основу системи ППО ОУВ становить система зенітного ракетно-артилерійського прикриття, тому що зенітні підрозділи і частини по своїх бойових можливостях здатні внести основний вклад у нанесення ураження повітряному противникові й відбиття його ударів по військах і об'єктах ОУВ.

Дії повітряного противника у війні та характер сучасної загальновійськової операції висувають нові вимоги до системи ППО військ. Основними з них є: єдність системи ППО; висока ефективність при одночасній економічності; постійна висока готовність до відбиття раптових ударів повітряного противника в будь-який час доби, у будь-яких географічних і погодних умовах; висока мобільність при розгортанні угруповань військ, особливо в прикордонних військових районах; здатність системи ППО до безперервного прикриття військ у сучасних умовах, високоманеврених їх дій у бою (операції); стійкість системи ППО в умовах комплексного вогневого і радіоелектронного її придушення з боку противника; здатність системи ППО вести ефективну боротьбу з усіма типами й класами засобів повітряного нападу, бажано до застосування ними своєї бортової зброї, тобто бути протиракетною, протилітаковою, противертолітною та протибезпілотною.

Єдність побудови системи ППО ОУВ забезпечується побудовою угруповань сил і засобів ППО по єдиному задумі й плану на основі рішення на операцію (бій) загальновійськового командуючого (командира).

Єдність дій всіх сил і засобів ППО досягається також єдиним плануванням і забезпечується підпорядкуванням задуму дій сил і засобів ППО задуму операції (бою), а в ході бойових дій - централізацією управління ними й чіткою взаємодією всіх сил і засобів ППО, що беруть участь у загальновійськовій операції (бою).

Максимальної централізації управління, і єдності дій можна досягти лише при наявності єдиної в смузі ОУВ автоматизованої системи управління (АСУ) всіма силами й засобами ППО з одного командного пункту та виконання при цьому принципу єдиноначальності.

Для того, щоб система ППО відповідала пропонованим до неї вимогам, необхідно при побудові системи ППО керуватися певними засадами, реалізація яких забезпечить відповідність системи цим вимогам. Основними принципами побудови системи ППО є:

- масування сил і засобів ППО на головному напрямку;
- побудова системи ППО з урахуванням розташування сил і засобів протиповітряної оборони сусідніх ОУВ;
- широкий і рішучий тактичний та оперативний маневр силами й засобами, а також маневр вогнем при зміні напрямку зосередження зусиль військ, що прикриваються, важливості об'єктів ППО або напрямку дії основних сил повітряного противника;
- тісна й постійна взаємодія сил і засобів усередині системи ППО й між сусідніми системами;
- безперервний зростаючий вплив на повітряного противника по мірі його проникнення в глибину повітряного простору ОУВ, що досягається створенням змішаних угруповань для сполучення зонального й безпосереднього прикриття не тільки військ першого ешелону, але й другого ешелону, резервів і важливих об'єктів в оперативній глибині;
- безперервне й гнучке за масштабом централізації управління силами й засобами ППО з метою максимального використання їхніх бойових можливостей і досягнення єдності системи ППО.

У смузі ОУВ будуватиметься єдина система ЗРАП, що включає угруповання зенітних ракетних, зенітних ракетно-артилерійських, зенітних артилерійських з'єднань, частин, підрозділів та їх систему вогню.

Угруповання зенітних засобів та їх система вогню створюються відповідно до задуму бою (операції), бойовим завданням, наявністю сил і засобів, задумом ППО, характером дій повітряного противника й характером місцевості. Угруповання зенітних засобів і системи їх вогню у всіх ланках повинні бути змішаними, у яких слабкі якості комплексів одного типу компенсуються сильними якостями іншого типу ЗРК. Система ЗРАП ОУВ повинна бути погоджена з угрупованнями зенітних засобів і системами вогню сусідів, а на приморському напрямку - з угрупованнями і системою вогню корабельних і берегових зенітних засобів.

Система ЗРАП повинна забезпечувати: надійне прикриття у взаємодії з ВА головного угруповання військ у цілому й кожного з важливих елементів їхньої оперативної побудови (бойового порядку); необхідну централізацію побудови змішаних угруповань зенітних засобів і системи їхнього вогню, особливо для рішення найбільш важливих завдань; можливість створення змішаних угруповань зенітних засобів не тільки в загальновійськових з'єднаннях, але й для прикриття важливих об'єктів різного підпорядкування, розташованих в оперативному

тилу, тобто угруповань ракетних військ, артилерії, аеродромів, великих переправ, пунктів управління оперативної ланки, районів навантаження (посадки) десантів, частин матеріального забезпечення; різне по надійності прикриття угруповань військ (об'єктів) залежно від їх призначення, важливості й виконання ними завдання в ході бою (операції), тобто можливість реалізації принципу масування сил і засобів ППО на прикритті тих угруповань військ (об'єктів), які в даний період відіграють вирішальну роль у досягненні мети бою; широкий і гнучкий маневр частинами й підрозділами, їх вогнем з метою переносу зусиль сил і засобів ППО на новий важливий напрямок (район), для прикриття контрударних угруповань і для відновлення порушеної системи; успішне ведення боротьби з усіма засобами повітряного нападу противника, дії яких можливі по військам, що прикриваються; знищення ЗПН противника переважно до виконання ними бойового завдання, стійкість системи вогню в умовах інтенсивного застосування супротивником ВТЗ, засобів РЕБ і ЗМУ. Маневрені можливості зенітних частин і підрозділів повинні забезпечувати безперервність ЗРАП військ у ході сучасних високоманеврених бойових дій.

Досвід війн дозволяє зробити висновок про те, що сучасні зенітні комплекси різної дальності для відбиття нальоту ЗПН противника великої щільності повинні бути багатоканальними по цілі, а для підвищення ефективності стрільби й завадостійкості в умовах інтенсивної РЕБ — мати швидкодіючу автоматичну перебудову робочих частот і інші системи автоматичного захисту від всіх видів перешкод. Для підвищення можливостей змішаного угруповання зенітних засобів по боротьбі з усіма класами ЗПН і її завадостійкості зенітні комплекси різних класів і типів повинні бути різні за способом супроводу цілі, методу наведення ракет, різного частотного діапазону. Кожний повинен бути максимально автономним, тобто мати засоби розвідки, упізнання, автосупроводження повітряних цілей і засоби їх ураження. Комплекси військ ППО СВ повинні бути високоманевреними, мати прохідність і запас ходу не гірше за війська, що прикриваються та високу експлуатаційну надійність (не менш 50-60 годин роботи на відмову), а по конструкції — дозволяти швидко відшукувати несправність і усувати її методом заміни панелі, блоку.

В системі зенітного прикриття зенітні сили й засоби ОК є основним засобом безпосереднього прикриття військ від ударів літаків і вертольотів тактичної й армійської авіації, БПЛА з малих і гранично малих висот, знищення тактичних крилатих ракет. Система ЗРАП бригад першого ешелону є першим ешелonom системи ЗРАП ОУВ. Нею створюється суцільна зона ураження повітряного противника зенітним вогнем на малих висотах у смузі глибиною до 30 км із віссю уздовж лінії фронту. При цьому ця смуга максимально насичується зенітними засобами, що працюють без виходу в ефір, не демаскуючи себе (ПЗРК, зенітні кулемети і таке інше). При побудові системи ЗРАП необхідно прагнути максимально можливої кількості зенітних засобів наблизити до лінії фронту для більше надійного прикриття військ першого ешелону ОУВ.

Необхідно відмітити, що зараз в побудові військ збільшилася кількість важливих об'єктів ППО в оперативній глибині й підвищилася увага противника щодо до їх ураження. Це вимагає в сучасній операції (бою) збільшити глибину системи ЗРАП в цілому в смузі ОУВ, підвищити надійність прикриття від ударів з повітря різних об'єктів, ракетних бригад, угруповань артилерії, аеродромів ВА й армійської авіації, пунктів управління, ракетно-технічних частин (баз). Це нове положення не скасовує пріоритетної ролі й важливості військ першого ешелону в розгромі конфронтуючого противника й досягненні мети операції. Але, якщо раніше виділялося на прикриття військ першого ешелону 60-75% усього бойового складу зенітних засобів старшого начальника, то в сучасних умовах доцільно для прикриття першого ешелону використати до 40-50% всіх зенітних засобів, а інші використати на прикриття раніше визначених важливих об'єктів ППО в глибині. Частина засобів ППО необхідно виділяти в резерв.

Зазначимо, що ефективність бойового застосування зенітних підрозділів, частин і з'єднань у значній мірі залежить від правильної побудови їх бойових порядків і в цілому угруповання військ ППО. При цьому особливої уваги заслуговують три питання: про площу гарантованого прикриття військ (об'єкта) з визначеною ефективністю; про раціональну відстань зенітних підрозділів від меж угруповання, військ (об'єкта), що прикривається; про забезпечення безперервності зенітного прикриття військ у динаміці бою (операції).

Список використаних джерел:

1. Кириченко С.О. Тенденції розвитку збройної боротьби та форм і способів застосування угруповань військ // Наука і оборона. – 2006. № 4, С. 3 – 6.
2. Бойове застосування високоточних засобів поразення і особливості боротьби з ними / В.І. Ткаченко, Є.І. Ряполов, Є.Б. Смірнов та ін. – Х.: ХНУПС, 2016. – 272 с.
3. Дробаха Г.А. Взаємодія тактико-вогневих підрозділів зенітних ракетних військ та протиповітряної оборони сухопутних військ при вирішенні завдань протиповітряної оборони / Г.А. Дробаха, Б.А. Генов, Г.М. Зубрицький // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – № 1(14). – С. 90-93. Розвиток, бойове застосування та озброєння зенітних ракетних військ
4. Дробаха Г.А. Розвиток тактики дій засобів повітряного нападу в локальних конфліктах ХХІ століття / Г.А. Дробаха, С.М. Піскунов, І.М. Тіхонов // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 1(21). – С. 6-10.
5. Лезік О.В. Аналіз можливих дій тактичної та армійської авіації по підрозділах першого ешелону загальновійськового з'єднання в обороні / О.В. Лезік, В.І. Самоквіт, А.Ф. Шевченко // Системи озброєння і військова техніка. – 2010. – № 2(22). – С. 2-9. 7. Теорія і практика боротьби з малорозмірними низьколітніми цілями (оцінка можливостей, тенденції розвитку засобів протиповітряної оборони): монографія / І.С. Романченко, О.М. Загорка, С.Г. Бутенко, О.В. Дейнега. – Житомир: "Полісся", 2011. – 344 с.
6. Степанов Г.С., Камінський В.В., Павленко М.А. Погляди щодо проблемних питань застосування Повітряних Сил в протиповітряній обороні. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2018. № 1(30). С. 18-23. <https://doi.org/10.30748/nitps.2018.30.03>.
7. Тактика підрозділів військ протиповітряної оборони Сухопутних військ : підручник. / А. Ф. Волков, С. В. Орехов, М. І. Оборонов, та ін. : за ред. А. Ф. Волкова. – Х. : ХНУПС, 2020. – 366 с.
8. Ярош С.П. Аналіз операції угруповання збройних сил Російської Федерації у Сирійській Арабській республіці / С.П. Ярош // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2016. – № 2(23). – С. 13-22.
9. Ярош С.П. Аналіз тактики бойового застосування крилатих ракет при нанесенні ударів по важливим державним об'єктам та угрупованням військ / С.П. Ярош, О.В. Рогуля // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – 2019. – № 3(61). – С. 35-44. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.61.06>.
10. Ярош С.П., Рябуха Б.М., Соломонович Р.А. Обґрунтування організації зенітного ракетно-артилерійського прикриття угруповань військ з застосуванням міжвидових мобільних вогневих підрозділів ППО. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2020. № 2(39). С. 77-82. <https://doi.org/10.30748/nitps.2020.39.09>.
11. Корсунов С.І., Лезік О.В., Галкін Ю.О., Оборонов М.І., Коваленко С.П., Оборонов Ю.М. Аналіз застосування угруповання повітряно-космічних сил Російської Федерації у Сирійській Арабській Республіці. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2020. № 4(66). С. 7-18. <https://doi.org/10.30748/zhups.2020.66.01>.

Орехов Сергій Васильович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, sula1971@ukr.net

Малиношевський Тимур Валерійович, курсант факультету ППО Сухопутних військ, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, sula1971@ukr.net

Oriekhov Serhii Vasylovych, candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, sula1971@ukr.net

Malinoshevskiy Timur Valeriiovych, cadet of the Army Air Defence faculty, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, sula1971@ukr.net

УДК 699.865

П. Я. Бондаренко, В. В. Мартиненко
РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО УТЕПЛЕННЮ БЛІНДАЖА

Анотація

В роботі розглянуто матеріали для утеплення бліндажа та проведені розрахунки.

Ключові слова: утеплення, бліндаж, фольго ізолят.

Abstract

In the work, the materials for insulating the dugout and the calculations were made.

Keywords: insulation, dugout, foilisolate.

Вступ

Актуальність роботи полягає в тому, що з настанням холодів виникає проблема із збереженням тепла в приміщенні, що забезпечує комфорт солдатів та дає можливість просушити одяг та зменшує ризик захворювань також забезпечує повноцінний відпочинок.

Одним із основних фортифікаційних споруд є бліндаж, який влаштовують на бойових позиціях для захисту групи від артилерійського вогню та інших небезпек.

Для підвищення енергоефективності бліндажа рекомендуємо використовувати раму з фольгоізолята з прошарком повітря тобто використаємо схожу технологію, яку використовують у рефрижераторах.

Метою роботи є визначення матеріалу для утеплення, який мінімізує втрати тепла.

Результат дослідження

Проведемо три досліди та проаналізувавши їх визначимо найбільш раціональний матеріал для утеплення, який мінімізує теплові втрати за визначених параметрах стаціонарного режиму.

Перший дослід здійснимо з наступними початковими даними:

Виконаємо обчислення для ізоляції з фольго ізоляту, прийmemo температуру на внутрішній стінці

$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, а на зовнішній $t_2 = 6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Знайдемо тепловий потік через один шар з фольго ізолята [13]

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{\delta}{\lambda}} = \frac{20 - 6}{\frac{0,005}{0,034}} = 95,2 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right) \quad (1)$$

Додамо ще один шар ізоляції та створимо оптимальну товщину повітря, яка становить 8 мм, саме ця товщина не дозволить між шарами ізоляції виникнути циркуляції повітря через не дотримання цієї рекомендації створиться явище конвекції, яка істотно вплине на процес теплообміну

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{\delta}{\lambda}} = \frac{20 - 6}{\frac{0,005}{0,034} + \frac{0,008}{0,026} + \frac{0,005}{0,034}} = 23,3 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right) \quad (2)$$

Другий дослід проведемо з тими ж параметрами змінимо лиш матеріал ізоляції на пінополістирол товщиною шару 50 мм.

Визначимо втрати через один шар

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{\delta}{\lambda}} = \frac{20 - 6}{\frac{0,05}{0,038}} = 10,64 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right) \quad (3)$$

Із розрахунку ми розуміємо, що ще один шар ізоляції використовувати не раціонально, тому що втрати мізерні.

Третій дослід поведемо з попередніми температурами для поліетилену.

Скориставшись формулою для визначення теплових втрат визначимо тепловий потік через шар ізоляції з вище згаданого матеріалу товщиною 120 мкм.

$$q = \frac{t_1 - t_2}{\frac{\delta}{\lambda}} = \frac{20 - 6}{\frac{0,00012}{0,29}} = 33833,3 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right). \quad (4)$$

Висновки

Визначено, що пінополістирол та фольго-ізолят чудово зберігають тепло та забезпечують оптимальні показники втрат. Використано досвід солдатів з передової. Показано, що звичайний поліетилен не здатний мінімізувати теплові втрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Тепломасообмін. Частина I : навчальний посібник / О. Ю. Співак, Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 113 с.
2. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку): Навчальний посібник для вузів. 2-ге видання./Погорелов Арнольд Іванович Львів, 2004. – 144 с.

Бондаренко Павло Якович – старший викладач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Мартиненко Віталій Вікторович – студент групи ТЕ-21б, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, група 04-23, кафедра військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, e-mail: fatamor213141@gmail.com

Bondarenko Pavlo Yakovych – Senior Lecturer of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, Vinntsia, e-mail: pavlobondarenko1970@gmail.com

Martynenko Vitalii V. – student of group TE-21b, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, group 04-23, Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, e-mail: fatamor213141@gmail.com

УДК 623.486

О. І. Смагін, С. О. Павленко, Б. М. Павленко

ПРОПОЗИЦІЇ ОСНАЩЕННЯ РУХОМИХ РЕМОНТНИХ МАЙСТЕРЕНЬ ДІАГНОСТИЧНИМИ ЗАСОБАМИ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

Анотація: Ремонт холодильного обладнання в продовольчій службі вимагає високого рівня професіоналізму, систематичного обслуговування та розрахункового контролю стану техніки. Забезпечення надійності та ефективності холодильного обладнання є критичним завданням для забезпечення якості та безпеки зберігання продуктів харчування. Об'єктом дослідження є система технічного обслуговування та ремонту Національної гвардії України. Предметом дослідження є система технічного обслуговування та ремонту технічних засобів продовольчої служби Національної гвардії України під час виконання завдань за призначенням та в бойових умовах. Метою роботи є розробка пропозицій щодо удосконалення проведення технічного обслуговування та ремонту технічних засобів продовольчої служби шляхом впровадження зразків діагностичних приладів для холодильного обладнання під час виконання завдань за призначенням.

Ключові слова: техніка, ремонт, технічне обслуговування, діагностика, холодильне обладнання.

Abstract: Repair of refrigeration equipment in the food service requires a high level of professionalism, systematic maintenance and estimated control of the condition of the equipment. Ensuring the reliability and efficiency of refrigeration equipment is a critical task for ensuring the quality and safety of food storage. The object of the study is the maintenance and repair system of the National Guard of Ukraine. The subject of the study is the system of technical maintenance and repair of technical equipment of the food service of the National Guard of Ukraine during the performance of assigned tasks and in combat conditions. The purpose of the work is to develop proposals for improving the maintenance and repair of food service equipment by introducing samples of diagnostic devices for refrigeration equipment during the performance of assigned tasks.

Keywords: equipment, repair, maintenance, diagnostics, refrigeration equipment.

Висока технічна готовність військ в значній мірі пов'язана із збільшенням об'ємів робіт щодо забезпечення військ необхідними матеріалами, виконання яких повністю залежить від технічної готовності засобів транспортування і зберігання продовольства.

Висока надійність техніки забезпечує її безвідмовну роботу на протязі всього встановленого терміну експлуатації. Підтримувати цю якість можливо лише при високому рівні технічного обслуговування і ремонту. З цього виходить, що вимоги до технічного стану технічних засобів, а відповідно, і до якості їх ремонту в сучасних умовах повинні бути підвищені. Своєчасно і якісно проведений ремонт технічних засобів підвищує їх надійність, а також забезпечує постійну технічну готовність.

Для виконання ремонту технічних засобів є стаціонарні та пересувні ремонтні майстерні. Своєчасне і якісне виконання ремонту технічних засобів залежить не тільки від кількості і технічного забезпечення ремонтних майстерень, але і від теоретичних знань та практичних навичок особового складу, задіяного під час проведення ремонтних робіт.

При планово-попереджувальній системі ТО і Р на техніці через певний пробіг (час) в обов'язковому порядку виконуються роботи, обсяг яких встановлений в залежності від періодичності та виду ТО. При цьому, незважаючи на корегування режимів ТО і Р залежно від ряду чинників, індивідуальний підхід до кожного технічного засобу відсутній. Однак необхідність у такому підході є, тому що навіть при роботі холодильного обладнання в однакових умовах - технічний стан кожного з них при їх використанні внаслідок цілого ряду причин (індивідуальні особливості, якість виконання, проведення ТО та інші) може істотно відрізнитися. Далеко не для кожного технічного засобу необхідні всі операції, передбачені «жорстким» обсягом того чи іншого виду ТО. Виконання цих «непотрібних» операцій веде, з одного боку, до неповної реалізації індивідуальних властивостей технічного засобу, підвищення витрат на ТО, з іншого, аж ніяк не сприяє поліпшенню його технічного стану. Навпаки, часті втручання в роботу сполучень сприяють підвищеному зношуванню сполучених поверхонь, появі ушкоджень кріпильних з'єднань, порушення герметичності з'єднань. Значні втрати трудових і матеріальних ресурсів пов'язані також з великим обсягом ремонтних впливів, обумовлених несвоєчасним виявленням відмов.

Ремонт холодильного обладнання в продовольчій службі може стикатися із зовнішніми проблемами і викликами, які потребують негайного їх усунування, після чого ця техніка використовується для зберігання продуктів харчування та забезпечення їх безпеки. Ось деякі з типових проблем, які виникають у процесі ремонту холодильного обладнання в продовольчій службі:

1. Витікання охолоджуючого агента – ця проблема може виникнути через пошкодження трубок або компонентів, які мають контакт з охолоджуючим агентом. Витоки можуть бути небезпечними для навколишнього середовища та потребують екологічної перевірки та ремонту.

2. Низька ефективність охолодження – холодильне обладнання не може досягти необхідної температури для зберігання продукту. Це може бути спричинено несправністю компресора, низьким рівнем холодоагенту, забрудненням конденсатора або іншими факторами. Діагностика та виправлення цієї проблеми вимагає високої кваліфікації та знань.

3. Негерметичність дверей – погане ущільнення дверей холодильного обладнання може призвести до проникнення теплого повітря, що сприяє енергоспоживанню і може спричинити недостатню охолодженість. Ремонт включає в себе заміну ущільнювачів дверей.

4. Аварійні ситуації – у холодильному режимі можуть виникати аварійні ситуації, такі як зупинка компресора, перегрів, об'ємні протички або інші несправності, які можуть призвести до втрати продукту. Ремонт таких аварій вимагає негайного втручання та кваліфікації техніків.

5. Замороження компонентів – замороження внутрішніх компонентів, таких як парогенератори або дренажні трубки, може спричинити зупинку роботи холодильного обладнання. Ремонт включає в себе розморожування та очищення цих компонентів.

6. Старіння та знос – холодильне обладнання, особливо застаріле, піддається зносу, що може вимагати заміни частин, або навіть усього обладнання.

7. Втрата охолоджуючого агента – втрата охолоджуючого агента через вихід або інші причини може призвести до недостатньої ефективності обладнання. Це може потребувати перезарядки охолодження причини втрати агента та виправлення.

8. Енергоефективність – забезпечення енергоефективності холодильного машинного устаткування є аспектом виробництва, оскільки невідповідна ефективність може призвести до збільшення споживання електроенергії та збільшення витрат.

Пропозиції впровадження зразків діагностичних приладів для холодильного обладнання.

Організація виробництва в ремонтній майстерні повинна бути направлена на виконання виробничого плану, підвищення якості роботи при мінімальних затратах, вдосконалення техніки і технології ремонтних робіт, покращення умов праці, підвищення культурно-технічного рівня кадрів майстерні.

Організація роботи ремонтних майстерень включає: технічну підготовку, технічний контроль, матеріально-технічне забезпечення, планування і облік роботи, охорону праці, винахідницьку і раціоналізаторську роботу, протипожежні заходи і сторожову охорону.

Велике значення при підготовці виробництва має раціональна розстановка обладнання і робочої сили в цехах, відділеннях і на ділянках у відповідності з встановленим виробничим планом і прийнятими методами ремонту.

Розробка технологічного процесу ремонту полягає у виборі методів ремонту, організації виробництва (поточний, бригадно-вузловий та ін.).

Вибір методу ремонту і методу організації виробництва залежить від ряду факторів, в першу чергу від об'єму виробничої програми, потужності ремонтної майстерні, наявності обладнання і виробничих площ, наявності обмінних агрегатів і запасних частин.

Матеріально-технічне забезпечення майстерень організовується з метою своєчасного, безперебійного і комплексного забезпечення виробництва основними і допоміжними матеріалами і напівфабрикатами, запасними частинами і агрегатами, обладнанням, інструментом, приладами, паливом, електроенергією, а також іншими матеріальними засобами, які необхідні для нормальної діяльності майстерні.

Ремонт холодильного обладнання в продовольчій службі вимагає високого рівня професіоналізму, систематичного обслуговування та розрахункового контролю стану техніки. Забезпечення надійності та ефективності холодильного обладнання є критичним завданням для забезпечення якості та безпеки зберігання продуктів харчування.

У закритих системах обігріву або охолодження, де застосовується фреон, може виникнути витік. Щоб, як можна швидше виявити його і пошкоджені елементи, не обійтися без спеціального приладу – течешукача фреону. Мати такий інструмент потрібно майстрам в рухомих ремонтних

майстернях для виконання своєчасного і якісного ремонту холодильного обладнання, яке знаходиться в засобах перевезення і зберігання продовольства..

Незважаючи на те, що в сучасному кліматичному і холодильному обладнанні використовується безпечний холодоагент, при його витокі можуть пошкодитися важливі деталі. Необхідно своєчасно виявити і усунути проблему.

Течешукачі для холодоагентів є представниками найкомпактнішої лінійки пристроїв, які використовуються при ремонті побутової техніки або автомобільних систем кондиціонування. Він має дуже компактні розміри, тому робота з таким пристроєм є комфортною та ефективною. Ще однією категорією пристроїв є моделі на акумуляторах, які розширюють зручність і сферу застосування в кілька разів. Одним з найбільш точних й ефективних пристроїв для пошуку витоків є мультигазовий течешукач. Він дозволяє здобувати інформацію про помилкові спрацьовування або неточні дані, що заощадує не тільки дорогий час, а й позбавляє від зайвих витрат на непотрібні ремонти.

Отже забезпечення сучасними засобами діагностування для холодильного обладнання необхідні для забезпечення виробничого процесу в рухомих ремонтних майстернях для своєчасного та якісного проведення ТО і Р холодильного обладнання в польових умовах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Наказ МВС України №1118 від 14.09.2015 «Про затвердження Положення про продовольче забезпечення Національної гвардії України в мирний час».
2. Аналіз розвитку рухомих засобів технічного обслуговування та ремонту військової автомобільної техніки. [Електронний ресурс] - Режим доступу: <https://media.neliti.com/media/publications/542936-analysis-of-the-development-of-mobile-ma-c6952a3f.pdf> - назва з екрану.
3. Пересувні ремонтні майстерні, виробництво в Україні.[Електронний ресурс] - Режим доступу:<https://polycar.com.ua/mob-masterskieukr/> - назва з екрану.
4. Основні види інструментів для ремонту холодильного обладнання[Електронний ресурс] - Режим доступу:<https://master-plus.com.ua/ua/stati/instrument-dlja-holodilshhika.html> - назва з екрану.

Смагін Олег Ігорович, старший викладач кафедри логістики підрозділів факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, Харків, smagin-oleg@ukr.net

Павленко Сергій Олександрович, заступник начальника кафедри логістики підрозділів факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, Харків, sergeypavlenko82@ukr.net

Павленко Богдан Максимович, курсант 511 навчальної групи курсу №3 факультету логістики, Національна академія Національної гвардії України, Харків, pavlenkob57@gmail.com

Smahin Oleh, senior lecturer of the Department of logistic soft hedivision soft heFaculty of Logistics, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, smagin-oleg@ukr.net

Pavlenko Sergey, Deputy Head of the Department of logistic soft hedivisions of the Faculty of Logistics, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, sergeypavlenko82@ukr.net

Pavlenko Bohdan, cadet of the 511th training group of course №3 of the Faculty of Logistics, National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, pavlenkob57@gmail.com

УДК:358:211

А. В. Колесник

ОСОБЛИВОСТІ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ФОРТИФІКАЦІЙНИХ СПОРУД

Анотація: Розглянуто пропозиції щодо удосконалення системи захисту військ від дії засобів ураження противника.

Ключові слова: проникнення, фортифікаційна споруда, стійкість конструкції, концепція

Annotation: Proposals for improving the system of protecting troops against the effects of enemy weapons were considered.

Keywords. penetration, fortification, structural stability, concept.

Захист наших військ необхідно здійснювати методом укриття особового складу, озброєння та техніки в фортифікаційних спорудах. Розрахунок конструкцій фортифікаційних споруд під час нанесення противником удару є чи не самим відповідальним завданням. Саме завдяки можливості передбачити, спрогнозувати можливі ризики від ударної хвилі на конструкції споруди забезпечує виживання солдат. Визначення моменту опору елементів будівельних конструкцій, згинального моменту та інтенсивності розподілу навантажень зосереджених на всіх елементах фортифікаційної споруди, а також навантаження що передаються через суміжні конструкції дає найбільш повний обсяг даних для забезпечення надійності конструктивних частин споруди. Ефективність застосування польових фортифікаційних споруд має сенс в застосуванні при відсутності навісного вогню противника. При наявності вище згаданого є потреба у застосуванні закритих фортифікаційних споруд. Додатково обладнуючи їх захистом, який в свою чергу враховує і пробивну можливість проникнення і деформацію (руйнування) будівельних конструкцій під їх дією [1].

На сьогоднішній день досить широко розповсюдженим є рішення застосування монолітних конструкцій з бетону та залізобетону або ж багатошарова конструкція для ефективного захисту від дій ураження противника. Розрахунки конструкцій фортифікаційних споруд закритого типу виконуються на основі методики, яка основа на базі визначення глибини проникнення засобу ураження у конструктивні елементи споруди, вагу засобу ураження, кінцеву швидкість і калібр. [2]-[3].

У зв'язку з новими викликами, які пов'язані з більш сучасним озброєнням та відповідно іншими показниками ударної і фугасної дії засобів ураження є необхідність внесення додаткових поправок в розрахунки, які полягають у врахуванні форми бойової частини засобів ураження їх кутів зустрічі під час потрапляння у покриття, коефіцієнти податливості матеріалу будівельних конструкцій, а також врахування величини кінцевої швидкості. Коректність внесення цих показників складно переоцінити, оскільки крім економічного і матеріального фактору тут стоїть життя військових[4].

При детальному аналізі оновленої методики розрахунку з визначення глибини проникнення бойової частини засобу ураження у конструкції споруди потрібно врахувати, що глибина проникнення визначається перпендикулярно до його поверхні покриття та осі снаряду. Обов'язково в такому випадку враховується піддатливість матеріалу, а також коефіцієнт, який враховує форму снаряду в залежності від будівельної конструкції поверхні. Кут зустрічі з поверхнею покриття в багатьох випадках залежить від нахилу поверхні покриття фортифікаційної споруди. Визначення непробиваємої товщини будівельних конструкцій фортифікаційних споруд свідчить про достатність товщини будівельних конструкцій покриття на руйнування та травмування особового складу елементами будівельних конструкцій та проникнення засобів ураження противника.

Визначення глибини проникнення засобів ураження під час рикошету, це можливо у випадку потрапляння снаряду під гострим кутом в конструкції фортифікаційної споруди і при цьому змінити свою траєкторію польоту, це найбільш ймовірніше чим поверхня має більшу міцність і чим гостріший кут потрапляння. Рикошет снарядів від поверхонь як правило

встановлюють експериментально, тому методика розрахунку глибини проникнення таких снарядів включає в свій склад низку показників, які враховують твердість покриття та його фізичний склад.

Визначення радіусу руйнування у результаті фугасної дії – основним складовим розрахунку в даному випадку виступає товщина будівельних конструкцій фортифікаційної споруди. При підриві таким чином на її поверхні виникає руйнування в формі сфери, це явище носить назву сфера руйнування. У випадку використання будівельних конструкцій з бетону та з недостатньою товщиною перекриття, будуть мати місце «дрібні частинки бетону», які можуть бути причиною травм особового складу, що перебуває в споруді безпосередньо. Методика розрахунку базується на коефіцієнті піддатливості матеріалу та вазі заряду, що потрапив, а також додатково вводяться коефіцієнти, що враховують руйнування та подрібнення будівельних конструкцій[4].

Розглянуті методи розрахунку дають можливість прийняти правильні рішення, уникати або зменшити втрати як в особовому складі так і втрат озброєння, техніки. При більш детальному розгляді задача введення їх в практичні розрахунки пов'язана з вибором відповідної математичної моделі. Натурні дослідження та аналіз сучасного досвіду грають контрольну роль у вибраній математичній моделі.

Список використаних джерел:

6. Кушніренко М.Г., Ворович Б.О., Лісневський В.В. Будівельні матеріали, конструкції та основи механіки військово-інженерних споруд – Київ: НАОУ, 2000-67с.
7. Ананич С.А., Кузник П.К., Сухарев А.И. Фортификация. Москва. Военное издательство, 1964.-445с.
8. В.С. Косенко, О.І. Волощенко, М.Г. Кушніренко *Визначення стійкості конструкцій польових фортифікаційних споруд закритого типу від ударної хвилі ядерного вибуху. Опір матеріалів і теорія споруд / Strength of Material sand Theory of Structures. 2022. № 109.*
9. О.І. Волощенко, М.Г. Кушніренко, І.В. Черних *Удосконалення методики розрахунку конструкцій покриття захисних польових фортифікаційних споруд для забезпечення живучості військ у сучасному збройному конфлікті. Опір матеріалів і теорія споруд / Strength of Material sand Theory of Structures. 2021. № 106.*

Колесник Андрій Вікторович, ТОВ «ЕККА», інженер-проектувальник, м. Вінниця, andrey.engineer@gmail.com.

Andriy Viktorovych Kolesnyk, "ЕККА" LLC, design engineer, Vinnytsia, andrey.engineer@gmail.com.

УДК 621.396

С. М. Каратєєв, О. В. Фесенко, О. С. Шишкін

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ РЕТРОДИРЕКТИВНОЇ АНТЕНИВ ХИБНИХ ЦІЛЯХ ДЛЯ МАСКУВАННЯ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

Анотація. *Пропонується розробка хибних цілей для маскування повітряних суден від радіолокаційних систем із забезпечення імітації радіолокаційних цілей в умовах апріорної невизначеності розташування РЛС та її поляризації.*

Ключові слова: ретроdirective antenna, Van Atta grating, viprominuvach, ефективна площа розсіяння, регенеративний когерентний підсилювач, діаграма спрямованості антени.

Abstract, *The development of predatory targets for masking damaged vessels from radar systems is demonstrated to ensure the safe imitation of radar target in the minds of the a priori unimportance of radar expansion and polarization.*

Keywords: retrodirective antenna, Van Atta grating, viprominuvac, effective scattering area, regenerative coherent booster, antenna directivity diagram.

В сучасних умовах в результаті військового протистояння нашої держави збройній агресії російської федерації особливо гостро постає питання забезпечення живучості повітряного судна. Одним із важливих способів забезпечення живучості є застосування засобів маскування (як приховання, так і імітації). Найбільш ефективним способом захисту повітряного судна від систем протиповітряної оборони (ППО) противника є застосування засобів імітації (хибних цілей) [1].

Сутність впливу хибних цілей на системи ППО противника полягає в наступному:

- дезорієнтація операторів та системи розпізнавання цілей противника що призводить до прийняття невірних рішень систем управління;
- необхідність обробки сигналів від хибних цілей поряд з істинними призводить до перевантаження систем обробки інформації та збільшення часу на визначення реальних цілей;
- ресурс засобів поразки відволікається на знищення хибних цілей [2].

Однак досвід протистояння військовій агресії показав, що широко противником використовуються комплексовані засоби виявлення та ідентифікації повітряних цілей, в отриманні та обробці інформації відразу від кількох джерел інформації які працюють в оптико – електронному (видимому), інфрачервоному та радіолокаційному діапазонах. Виросли й можливості щодо роздільної здатності та точності позиціонування повітряних цілей.

Внаслідок цього виникла необхідність у розробці хибних цілей, які імітують розподіл інтенсивності випромінювання по поверхні цілі з детальністю, більшою роздільною здатністю засобів виявлення повітряних цілей. В цьому випадку важливими стають вимоги, поряд із забезпеченням потрібного значення ефективної площі розсіяння (ЕПР), ширококутового перевипромінювання, діапазонності, можливості ефективної імітації цілі для радіолокаційних систем РЛС з будь-якою поляризацією.

Отже, постає завдання побудови відбивача, який здатний ефективно імітувати цілі з заданими значеннями ЕПР. Такий відбивач може бути створений на основі ретроdirective антенної решітки, сутність якої полягає в перевипромінюванні радіолокаційного сигналу в зворотному напрямку, тобто в напрямку на джерело випромінювання [3]. Для досягнення заданого ефекту необхідно, щоб сигнал, який перевипромінюється, був спряженим за фазою по відношенню до прийнятого ним сигналу від РЛС. Найбільш простим способом рішення цієї задачі являється застосування решітки Ван Атта [3], (рис. 1), дія якої оснований на попарному з'єднанні випромінювачів хвилеводними або фідерними лініями і складається з великого числа подібних пар. В результаті чого решітка володіє властивістю самофокусування, яке полягає в тому, що при падінні плоскої електромагнітної хвилі (ЕМХ), решітка формує хвилю з високим коефіцієнтом спрямованої дії в напрямку на джерело випромінювання.

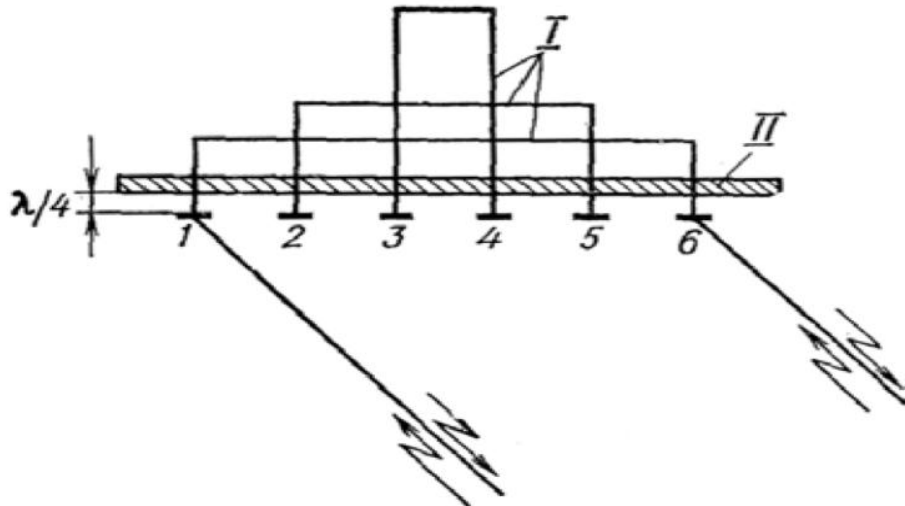


Рисунок 1. Лінійна решітка Ван Атта: I - фідерними лініями; II –екрануюча поверхня.

Використання випромінювачів з широкою діаграмою спрямованості (ДС) дасть можливість забезпечити широко кутове зворотнє перевипромінювання і поляризаційне узгодження решітки з падаючою хвилею [4]. В умовах, коли відсутні поляризаційні втрати, випромінювачі узгоджені з фідером і вільним простором, ЕПР решітки визначається виразом:

$$\sigma(\theta_0) = \frac{\lambda_0^2}{4\pi} G_e^2 \Phi^2(\theta_0) N^2 = \frac{\lambda_0^2}{4\pi} A_r N v_a)^2 \Phi^2(\theta_0) \quad (1)$$

де $A_r = L^2$ – геометрична площа розкриття випромінювача ($L = 0,75\lambda_0$);

$N v_a$ – коефіцієнт використання площі розкриття випромінювача ($N v_a = 0,81$ [3]);

G_e – максимальне значення коефіцієнта підсилення елемента решітки;

$\Phi^2(\theta_0)$ – амплітудна діаграма зворотного перевипромінювання.

За формулою (1) побудовано графіки (рис.2) ЕПР решітки Ван Атта яка складається з 20 хвилеводних випромінювачів в напрямку на РЛС (з заданим кутом θ_0). на робочих довжинах хвилі $\lambda_0 = 3$ см; 5 см; 7 см; 10см.

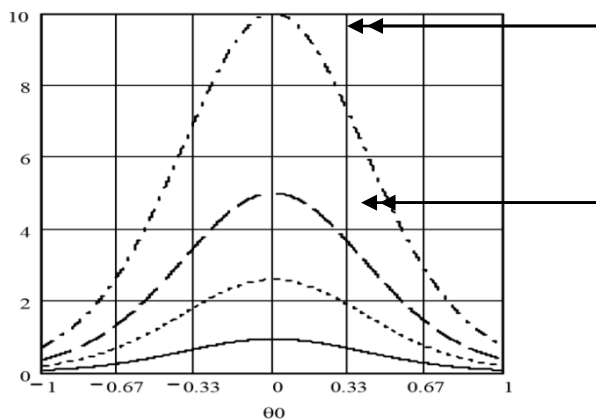


Рис. 2. ЕПР решітки Ван Атта

З графіка видно, що на робочих довжинах хвилі $\lambda_0 = 3; 5; 7; 10$ см, ЕПР решітки в напрямку нормалі до розкриття решітки має максимальні значення $\sigma_{\max} = 0,94; 2,6; 5; 10$ м². Отже, максимальна ефективна площа розсіювання σ_{\max} антенних решіток Ван Атта, залежить від довжини хвилі λ_0 і кількості напівхвильових випромінювачів. Для рішення завдання побудови хибної цілі, що здатна ефективно імітувати цілі із заданими значеннями ЕПР, в роботі запропонована схема випромінювача показана на рис.3

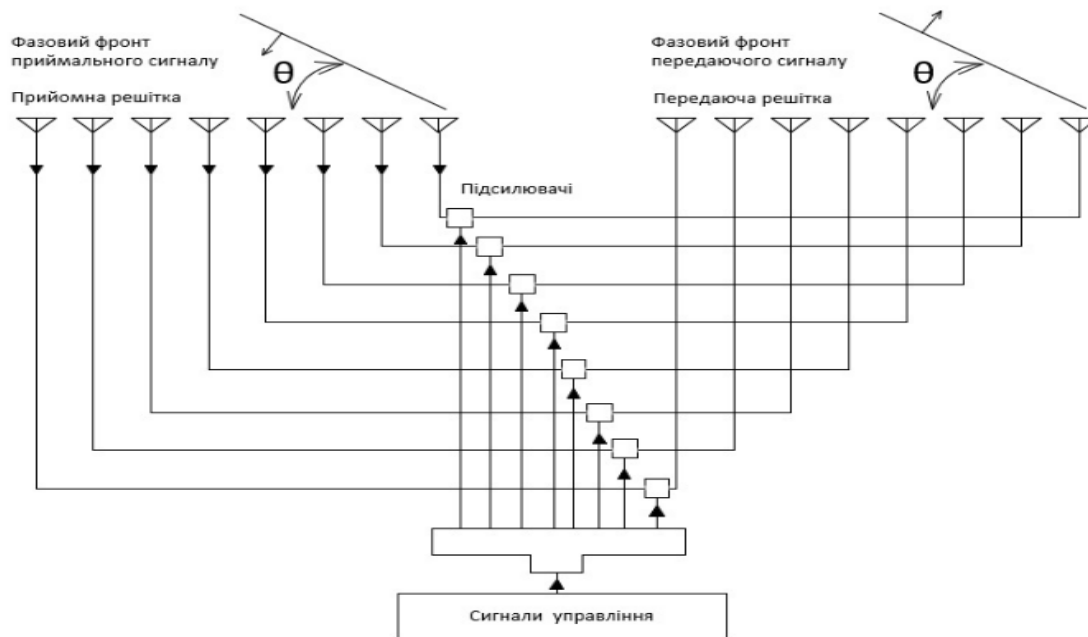


Рисунок 3. Схема решітки Ван Атта з застосуванням регенеративних когерентних підсилювачів

Таким чином, запропонований перевипромінювач Ван Атта виконаний з застосуванням регенеративних когерентних підсилювачів, активні елементи яких працюють на нелінійних параметричних режимах. Даний спосіб дає можливість за короткий час (в межах пів довжини хвилі) підсилити та випромінювати прийняті коливання в напрямку РЛС, а зміна коефіцієнта підсилення підсилювачів дасть можливість імітувати цілі із заданими значеннями ЕПР.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

11. Основи побудови радіолокаційних засобів розвідки повітряного простору: конспект лекцій / К. С. Васюта, О. В. Тесленко, В. М. Купрій, О. А. Малишев. – Х.: ХУПС, 2013. – 212 с.: іл.
12. Конспект лекцій з дисципліни «Радіотехнічні системи» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності - 172 «Телекомунікації та радіотехніка»./Укл.: Сем'янов О.М., Марченко С.В. - Кам'янське; ДДТУ, 2018 р. – 88 с.
13. Корнієнко Л.Г., Коломійцев О.В. Антенна решітка Ван Атта для імітації радіолокаційних цілей Системи обробки інформації, 2015, № 3 (128) С.17-21.
14. Севостьянов Ю.В., Кожушко Я.М., Каратеев С.М, Яценко П.П. Пропозиції щодо розробки гібридних пасток для маскування літальних апаратів від радіолокаційних систем когерентного типу. Системи озброєння і військова техніка, 2015, № 3(43) С.143-149.

Каратеев Станіслав Михайлович – старший викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: karateev-71@ukr.net.

Фесенко Олександр Володимирович – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: fesenkos497@gmail.com.

Шишкін Олександр Сергійович – слухач Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: siskinaleksandr200@gmail.com.

Karateev Stanislav M. – Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: karateev-71@ukr.net.

Fesenko Oleksandr V. – Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: fesenkos497@gmail.com.

Shishkin Oleksandr S. – Student of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: siskinaleksandr200@gmail.com.

УДК623.462.124 (465.75)

Ю.С. Шетеля, І.Я. Загоруйко

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ

Основним чинником відповідності військової освіти сучасним вимогам щодо її якості, повноти та рівня є інформатизація та впровадження цифрових засобів у навчальний процес опанування зразків озброєння та військової техніки. Російсько-Українська війна накладає обмеження у наявності озброєння і військової техніки для підготовки фахівців за різними типами та зразками. Одним із шляхів вирішення цього питання полягає у розробці імітаційних моделей ведення бойової роботи різних типів та зразків озброєння та військової техніки для навчання обслуг та екіпажів бойових машин.

Ключові слова: комп'ютерні технології, цифрові засоби, навчальний процес, імітаційна модель, озброєння і військова техніка, підготовка, протиповітряна оборона.

Різноманітність та масовість застосування противником засобів повітряного нападу вимагає існування принаймні паритетного стану протидіючої системи протиповітряної оборони, основу якої мають складати різноманітні за принципами дії, побудовою та застосуванням сили та засоби розвідки, управління та вогневого ураження. Дієва допомога країн-партнерів спрямована на вирішенні такої задачі. Проте функціонування такої системи можливе лише при налагодженій системі підготовки фахівців у критичних умовах забезпечення навчальною матеріально-технічною базою.

В умовах відсутності належної кількості зразків озброєння та військової техніки впровадження в освітній процес цифрових засобів навчання є не лише актуальною, але й першочерговою необхідністю у задоволенні потреб Збройних Сил України з підготовки військових фахівців із високим рівнем здобутих знань, умінь та навичок упродовж визначених, здебільшого обмежених та коротких, термінів.

Складовими для забезпечення якості освіти з використанням цифрових засобів є: особовий склад який навчається, матеріально-технічна база (програмне забезпечення, цифрові пристрої), методичні матеріали для проведення занять.

Написання імітаційного програмного забезпечення дозволить готувати фахівців з бойового застосування пускової установки зенітного ракетного комплексу 2П25 «Куб» не використовуючи при цьому сам зразок озброєння.

Результатом проведеної роботи з написання програмного забезпечення імітаційної моделі пускової установки зенітного ракетного комплексу 2П25 «Куб», є програмний-комплекс тренажер (рис. 1 та рис. 2), що розширює можливості з навчання та підготовки особового складу з бойового застосування вказаного зразка озброєння.

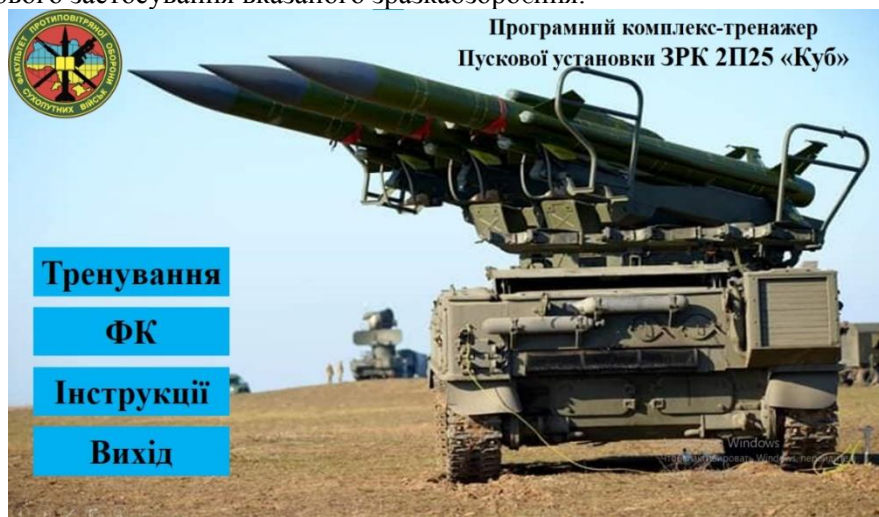


Рисунок 1 – Головний екран програмного комплексу-тренажера

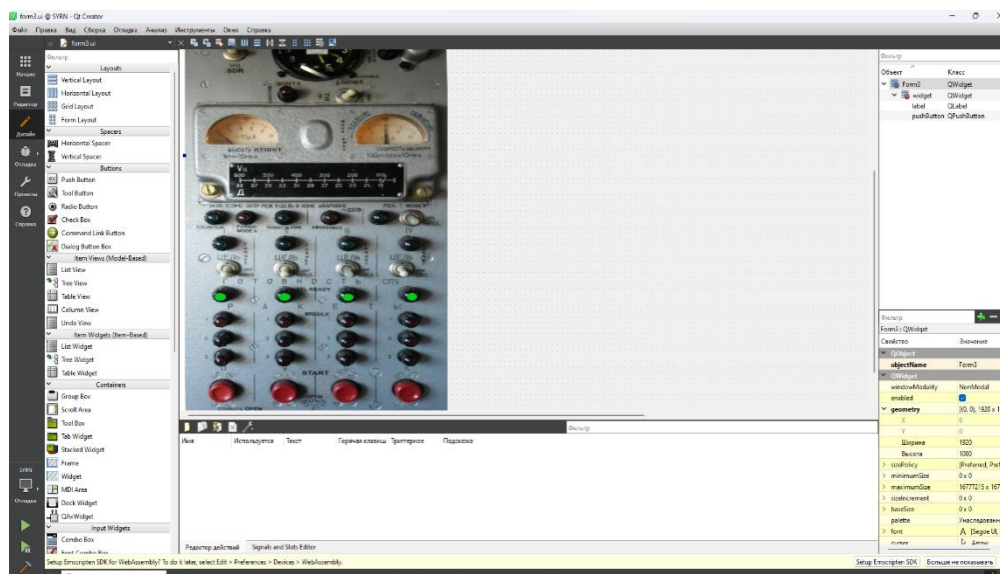


Рисунок 2 – Процес додавання компонентів програмного комплексу-тренажера в режим «Гренування»

Висновок:

На основі проведеного аналізу найбільш вагомих факторів, які впливають на якість навчання, можемо стверджувати, що використання цифрових засобів значно підвищує якість навчання особового складу в умовах дефіциту засобів та часу і має такі переваги як:

- кількість особового складу що навчається одночасно;
- зменшення навантаження на озброєння і військову техніку;
- зменшення навантаження на педагогічний склад навчального закладу;
- спроможність вивчення в індивідуальних умовах;
- можливість моделювання різних випадків бойової роботи;
- проведення тестування здобувача освіти.

Список використаних джерел:

1. <https://blog.desdelinux.net/ru/qt-creator-ide-multiplataforma-ideal-desarrolladores-qt/>
2. <https://oplatforma.com.ua/article/16004-tsfrovizatsiya-ukrainskoi-osviti-realizatsiya-problemi-i-perspektivi>
3. 1. Биков В.Ю. Упровадження інформаційно-комунікаційних технологій в освіті – імператив її модернізації / В. Биков. // Національна доповідь розвитку освіти України, 2011. – С. 118-124. 2. Соколовська Т. П. Електронні засоби навчання: позитивні й негативні фактори використання їх у навчанні / Соколовська Т. П. // Проблеми сучасного підручника : зб. наук. праць. – Вип. 10. – К. : Ін-т педагогіки НАПН України, 2010. – С. 120–124. 3. Гаврілова Л., Топольник Я. Цифрова культура, цифрова грамотність, цифрова компетентність як сучасні освітні феномени. Інформаційні технології та засоби навчання; наук. фах. вид. України. 2017. (№5). С. 1 – 14. 4. Осадчий В. В. Сучасні реалії і тенденції розвитку інформаційно-комунікаційних технологій в освіті / В. В. Осадчий // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. Т. 48. – № 4. – С. 47–57. 5. Тихонова Т. В. Інформаційно-комунікаційні технології професійної діяльності педагога: сутність поняття / Т. В. Тихонова // Науковий вісник Миколаївського національного університету імені В.О.Сухомлинського. – 2011. Вип. 1.33. – С. 101–104.
4. Освіта України в умовах воєнного стану. Інноваційна та проектна діяльність: Науково-методичний збірник/ за загальною ред. С. М. Шкарлета. Київ-Чернівці «Букрек». 2022. 140 с.

Шетеля Юрій Сергійович, здобувач вищої освіти другого рівня, слухач Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, yurikabramovich3@gmail.com

Загоруйко Ігор Ярославович, заступник начальника кафедри бойового застосування озброєння протиповітряної оборони Сухопутних військ факультету протиповітряної оборони Сухопутних військ Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, mymetall1925@ukr.net

Shetelya Yuri Serhiyovych, second-level graduate of higher education, student of Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, yurikabramovich3@gmail.com

Ihor Yaroslavovych Zagoruyko, Deputy Head of the Department of Combat Use of Air Defense Weapons of the Ground Forces, Faculty of Air Defense of the Ground Forces, Ivan Kozhedub Kharkiv National University of the Air Force, Kharkiv, mymetall1925@ukr.net

УДК УДК 621.9.031

С.А. Плешкунов, Р.М. Джус, С.В. Резніков

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ АГРЕГАТИВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЗАСТОСУВАННЯМ ІОННО-ПЛАЗМОВИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ

Анотація. Наведено результати досліджень про можливість підвищення ресурсу агрегатів авіаційної техніки застосуванням іонно-плазмових методів зміцнення. Визначено переваги такого виду зміцнення перед традиційним цементуванням. Результати було отримано завдяки розробленою авторами методики прискореної оцінки показників втомної пошкоджуваності, яка істотним чином зменшує час порівняльної оцінки. На основі цих досліджень в подальшому можливе впровадження та використання іонно-плазмових технологій азотування для подовження ресурсних показників агрегатів авіаційних двигунів та трансмісій повітряних суден

Ключові слова: авіаційна техніка, повітряне судно, подовження ресурсу, іонно-плазмове азотування, авіаційний двигун, трансмісія авіаційної техніки, контактна втомна міцність.

Abstract. The results of research on the possibility of increasing the resource of Aeronautical Engineering units using ion-plasma strengthening methods are presented. The advantages of this type of strengthening over traditional cementation have been determined. The results were obtained thanks to the method of accelerated assessment of fatigue damage indicators developed by the authors, which significantly reduces the time of comparative assessment. On the basis of these studies, it is possible to introduce and use ion-plasma nitriding technologies in the future to extend the service life of aircraft engine units and aircraft transmissions.

Keywords: aeronautical engineering, aircraft, service life extension, ion-plasma nitriding, aircraft engine, aircraft transmission, contact fatigue strength.

Збільшення ресурсу авіаційної техніки в сучасних обставинах та при існуючому положенні зі справністю є актуальним, як ніколи, завданням. Ресурс агрегатів двигунів та трансмісій авіаційної техніки визначається здатністю уникати втомного руйнування поверхонь тертя завдяки контактній міцності матеріалу. А вона може бути підвищена шляхом зниження механічних і термічних впливів на контактуючі поверхні внаслідок їх деформації при терті [1].

Серед методів зменшення таких впливів широко використовуються хіміко-термічні методи цементації. Також для цього застосовують азотування, хоча і в меншій мірі. Це пов'язано з уявленнями про перевагу цементації перед азотуванням у формуванні зміцнених шарів великої протяжності.

Але на даний час розроблені і застосовуються нові методи азотування, які мають значні переваги над цементацією. Для визначення експлуатаційних показників (у тому числі і ресурсних) конструкційних матеріалів, зміцнених за новими методами, необхідно проведення довготривалих та коштовних випробувань на втомну міцність на машинах тертя, які моделюють роботу агрегатів авіаційної техніки. Такий стан питання обумовлює обмежену кількість досліджень по впливу азотування на величину контактної міцності матеріалів, особливо іонно-плазмовими методами азотування, які мають істотні відмінності та переваги перед традиційними піщаними методами газового азотування [2-7].

В Україні проводяться інтенсивні дослідження і розробки багатокомпонентних багатофункціональних покриттів та методів їх нанесення на поверхні з прецизійною обробкою, яку потребують деталі вузлів сучасних агрегатів літакобудування, космічної техніки та інших галузей [6-8]. Такі ж дослідження проводяться і за кордоном [9-12]. Розробляються і методи прискорених випробувань таких високоміцних трибо спряжень, що також відкриває перспективи подальшого їх поширення [13].

Широко використовуємо в промисловому виробництві АТ «ФЕД» методи плазмового прецизійного азотування «Авініт N» [5-7], мають істотні відмінності і переваги перед традиційними грубними методами газового азотування, а саме:

- значне скорочення (в 2-3 рази) тривалості дифузійного насичення азотом поверхневого шару сплавів на основі заліза при загальному скороченні часу технологічного циклу обробки до 3-5 разів;

- дозволяють повністю уникнути водневої крихкості;

- забезпечують збереження розмірів (азотування «в розмір») і високу чистоту обробки поверхні, зниження крихкості азотованого шару і формування нітридних зон всіх складів без пір, внаслідок чого не потрібно доопрацювання поверхні після азотування.

Застосування ж традиційних методів газового азотування вимагає проведення дуже трудомістких, складних операцій високоточного механічного шліфування, як, наприклад, при виготовленні деталей зубчастих передач високої точності. При цьому, через формування крихкого нітридного шару необхідно, часом, зішліфувати його на глибину до 0,1 мм, що може становити значну частину всього зміцненого шару і як наслідок, істотно погіршення механічних характеристик.

Авторами проводилися трибологічні дослідження впливу плазмового азотування за технологією АТ «ФЕД» на контактну міцність від втоми сталі 20Х3МВФ ГОСТ 20072 при терті кочення з проковзуванням поверхонь і порівняння отриманих результатів з контактною втомною міцністю такої ж сталі, зміцненої за традиційною технологією газової цементації. Вони показали, що зносостійкість зразків, зміцнених азотуванням «Авініт N», істотно вище, ніж зразків, зміцнених традиційною цементацією.

Проведено аналіз структурно-енергетичного балансу енергії поверхневих шарів в умовах контактної взаємодії, який дозволив визначити критерій утомної міцності матеріалів: питома енергія руйнування за один цикл навантаження $E_{кр}$. На основі цього сформульовано умови проведення прискорених випробувань на контактну втомну міцність з використанням методу акустичної емісії (АЕ): імпульсне навантаження до максимальних величин з реєстрацією кількості циклів до настання утомного пошкодження. На базі цього розроблено методику прискореної оцінки показників утомної міцності поверхневих шарів конструкційних матеріалів, яка істотним чином зменшує час експериментальної оцінки при проведенні порівняльних випробувань різних конструкційних матеріалів чи порівняння різних видів їх модифікації (зміцнення). Метод реєстрації сигналу АЕ експериментально визначено як зручний та точний інструмент кількісної оцінки параметру утомної пошкоджуваності $n_{кр}$.

Теоретично встановлено, що основним фактором, який впливає на утомну контактну міцність матеріалу є коефіцієнт дисипації енергії, постійний для кожного з матеріалів.

Запропонована методика прискореної оцінки показників втомної пошкоджуваності конструкційних матеріалів істотним чином зменшує час порівняльної оцінки. Вона може бути використана при розробці нових конструкційних матеріалів або способів їх зміцнення.

Результати довготривалих випробувань на базі 1 млн. циклів підтвердили висновки, зроблені після порівняльних випробувань за розробленою методикою прискореної оцінки показників утомної пошкоджуваності. Інтегральна багатоциклова стійкість до утомного зношування зразків, зміцнених азотуванням (іонно-плазмовим азотуванням «Авініт N» з глибиною шару 0,25 мм), в 10 разів вище, ніж у зразків, зміцнених цементацією (з глибиною шару 1,2 мм). Поглиблені фрактографічні, мікроструктурні і фазові дослідження особливостей поверхневого шару сталевих зразків, зміцнених традиційною цементацією та іонно-плазмовим азотуванням, виявили причини значної переваги іонно-плазмового азотування перед цементуванням за показником втомної міцності.

На основі цих досліджень в подальшому можливе впровадження та використання іонно-плазмових технологій азотування замість цементування для подовження ресурсних показників агрегатів авіаційних двигунів та трансмісій повітряних суден, приймаючи до уваги також такі переваги азотування, як збереження розмірів та високої чистоти обробки поверхонь, внаслідок чого відпадає необхідність їх механічної доробки після зміцнення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Прочность материалов и конструкций: Серия монографий. Под общ.ред. Трощенко В.Т. К.: Институт проблем прочности им. Г.С.Писаренко НАН Украины. Т.2. Усталость металлов. Влияние состояния поверхности и контактного взаимодействия. Трощенко В.Т., Цыбанев Г.В., Грязнов Б.А., Налимов Ю.С. 2009. 664 с..

2. Пастух І.М. Вплив режимних параметрів азотування у тліючому розряді на товщину нітридної зони модифікованого шару / І.М. Пастух, Г.М. Соколова, О.С. Здибель // Вісник Хмельницького національного університету, 2014, №4 (215). – С. 130-134.

3. Могильная Е.П. Ионное азотирование изделий из конструкционной стали 38ХМФА / Е.П. Могильная, В.М. Дубасов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні, 2013, №1. – С. 193-198.

4. Костик К.О. Порівняльний аналіз впливу газового та іонно-плазмового азотування на зміну структури і властивості легованої сталі 30Х3ВА / К.О. Костик, В.О. Костик // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХП»: зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2014. – №48 (1090). – С. 21-41.

5. Сагалович О.В., Сагалович В.В. Спосіб іонно-плазмового прецизійного азотування поверхонь сталей та сплавів AvinitN. Pat. UA №84664 від 25.10.13.

6. Сагалович О.В., Сагалович В.В. Спосіб іонно-плазмового прецизійного азотування поверхонь сталей та сплавів AvinitN. Pat. UA №107408 від 28.12.14.

7. Sagalovich V.V., Sagalovich, A.V. The method of ion-plasma precision nitriding of the surfaces of metal products, Patent 2555692, Russian Federation, C23C8/36 (H01J 37/00), C23C14/48, stated 27.12.2014; publ. 10.07.2015, Bull. No. 19, 13 p.

8. Сагалович А.В. Разработка многокомпонентных покрытий для повышения износостойкости поверхностей пар трения в прецизионных узлах/ Сагалович А.В., Дудник С.Ф., Сагалович В.В., Кононыхин А.В., Попов В.В., Любченко А.П., Олейник А.К. //Физическая инженерия поверхности. – 2007. – Т. 5, № 3-4. – С. 155-164.

9. Amiri M. On the thermodynamics of friction and wear – a review / M. Amiri, M.M. Khonsari // Entropy. Vol. 12, – 2010. – P. 1021–1049.

10. Yunhui M. Research on friction-coatings with activated ultra-thick tin-base / M. Yunhui, T. Dehua, W. Xicheng, L. Qinghua // Advanced Tribology. – 2010. – P. 915–919.

11. Gromakovsky D.G. Problems of Kinetics of Surface Destruction / D.G. Gromakovsky, A.G. Kovshov, I.D. Ibatullin, A.V. Dynnikov // Proceedings of VII-th International Symposium "INTERTRIBO 2002", section B – Wear. – Slovak Republic, Stara Lesna: House of Technology, 2002. – P. 57-58.

12. Gromakovsky D.G. Modelling and Wear Calculation on Friction / D.G. Gromakovsky, A.N. Malyarov, Y.P. Samarin // Abstracts of Papers of the World Tribology Congress. – Bath, UK: Bookcraft Limited, 1997. – 462 p.

13. Стадниченко В. М. Методика прискороної оцінки проказників втомної пошкоджуваності конструкційних матеріалів / В.М. Стадниченко, Р.М. Джус, С.А. Плешкунов // Системи озброєння і військова техніка. – 2019. – № 2(58). – С. 122-131. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.58.15>.

Плешкунов Сергій Анатолійович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: pleshkunov70@ukr.net.

Джус Роман Миколайович – канд. техн. наук, старший науковий співробітник, старший викладач кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: dromnik1@gmail.com.

Резніков Сергій Володимирович – старший викладач кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: dromnik1@gmail.com.

Pleshkunov Sergiy–Senior Lecturer of the Department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: pleshkunov70@ukr.net.

Dzhus Roman Mykolayovych – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Senior Lecturer of the Department of Design and Strength of Aircraft and Engines, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: dromnik1@gmail.com.

Reznikov Serhii Volodymyrovych – Senior Lecturer of the Department of Design and Strength of Aircraft and Engines, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: dromnik1@gmail.com.

УДК 6.629

В.І. Жирун, В.І. Рубльов

ПОКРАЩЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕРТОЛЬОТІВ

Анотація. В статті оцінена паливна ефективність вертольотів, різних років випуску. Показана її залежність від параметрів двигуна. Запропоновано покращити паливну ефективність вертольоту (Ми-8), за рахунок підвищення тиску в компресорі силової установки.

Ключові слова: вертоліт, паливна ефективність, ступень підвищення тиску.....

The article evaluates the fuel efficiency of helicopters of different years of manufacture. Its dependence on engine parameters is shown. It is proposed to improve the fuel efficiency of the helicopter (Mi-8) by increasing the pressure in the compressor of the power plant.

Паливна ефективність – скільки витрачається палива на перевезення вантажу на визначену дальність польоту:

$$k_1 = \frac{Q_T}{m L}$$

де Q_T – об'єм пального, л;

m - вантаж кг.

L – дальність польоту, км.

Паливна ефективність вертольоту залежить від таких факторів: об'єму паливних баків, злітної маси та дальності польоту так як ми не змінюємо об'єм паливних баків та вантаж, ми вирішили збільшити дальність польоту.

Дальність і тривалість польоту залежать від великої кількості факторів, таких, як злітна вага і запас палива, швидкість і висота польоту, наявність або відсутність зовнішніх підвісок, економічність двигунів і правильність їх регулювання, атмосферні умови (тиск, температура, вітер).

Збільшити дальність польоту можемо за рахунок: аеродинаміки літального апарата, зменшенням злітної ваги (використання композитного матеріалу) та модернізації силової установки.

А економічність двигуна можна покращити за рахунок ступеня підвищення тиску в компресорі та підвищенням температури газів за камерою згорання.

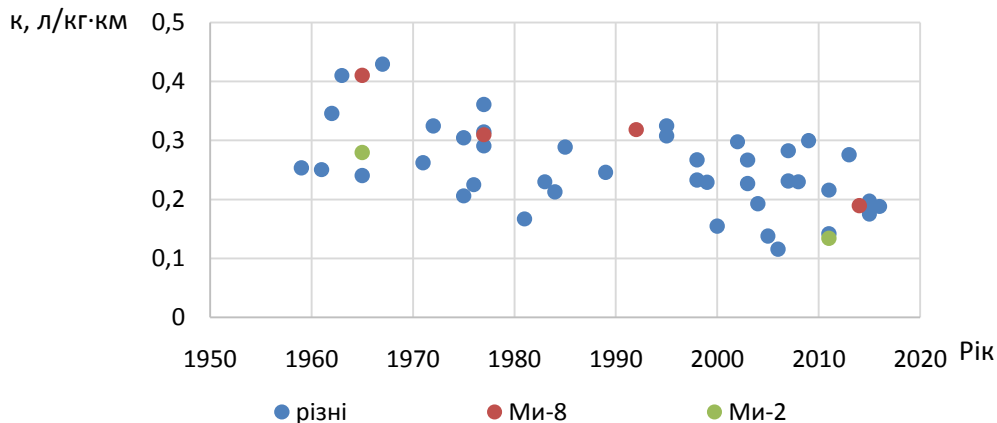
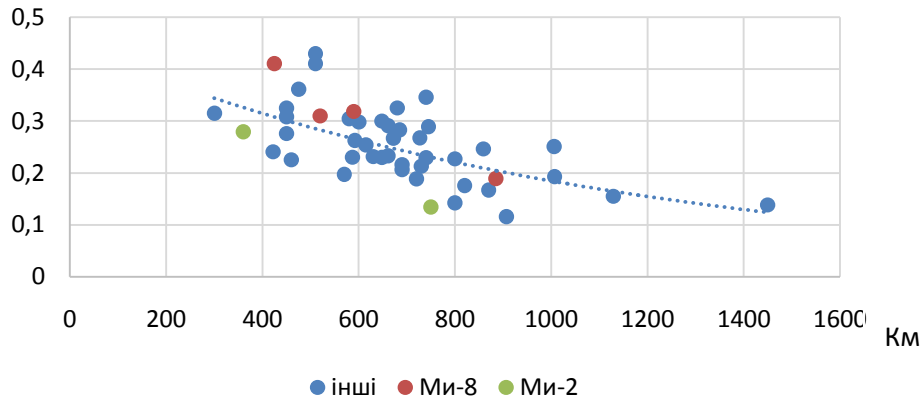


Рисунок 1- Залежність паливної ефективності вертольотів від року випуску

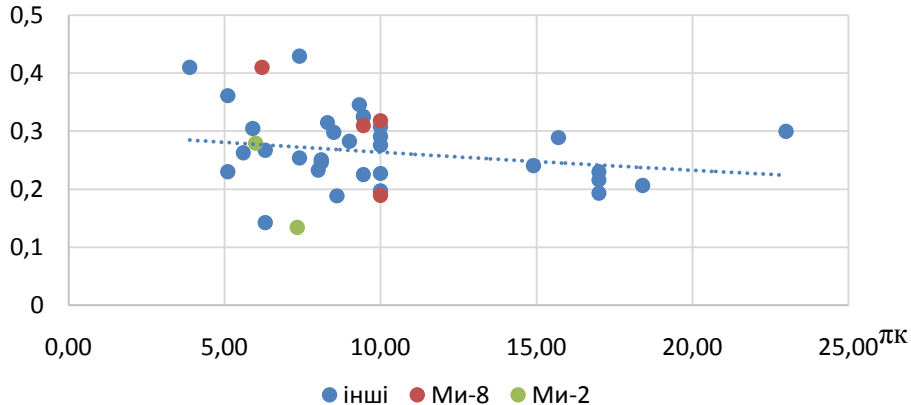
З рисунку 1 ми бачимо, що з випуском нових вертольотів та покращення їх аеродинамічних властивостей та конструктивної компоновки, паливна ефективність покращується.

Рисунок 2 – залежність паливної ефективності вертольотів від дальності польоту.



З рисунку 2 ми бачимо, що паливна ефективність є одною з основних факторів що впливає на дальність польоту, також на дальність польоту впливає степінь підвищення тиску в компресорі двигуна, залежність якої показано на рисунку 3.

Рисунок 3 – Залежність паливної ефективності від степені підвищення тиску в компресорі двигуна.



З цього рисунку видно, що степінь підвищення тиску в двигуні відіграє не від'ємну роль для покращення економічності, дальності польоту та коефіцієнту паливної ефективності.

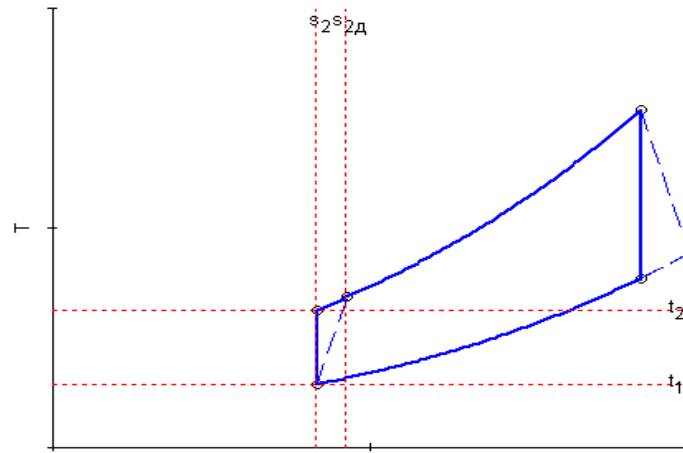
Тому пропонується покращити паливну ефективність вертольоту за рахунок підвищення тиску в компресорі двигуна ТВ3-117ВМА.

В ТВ3-117ВМА в компресорі встановлено дванадцять ступенів. Крайні п'ять ступеней пропонується замінити однією відцентровою. В результаті чого ми отримали підвищення $\pi_k = 16$. Щоб оцінити як це вплине на двигун було запропоновано провести термодинамічний розрахунок ефективного ККД двигуна.

Ефективним ККД називається відношення тепла, перетвореного двигуном в ефективну роботу, до тепла, внесеного паливом в двигун. Таким чином, ефективний ККД, враховує всі втрати енергії в двигуні і характеризує його в цілому як теплову машину і як систему механізмів.

Був проведений термодинамічний розрахунок ефективного ККД двигуна та побудований цикл Брайтона в T-S координатах, який показаний на рисунку 4.

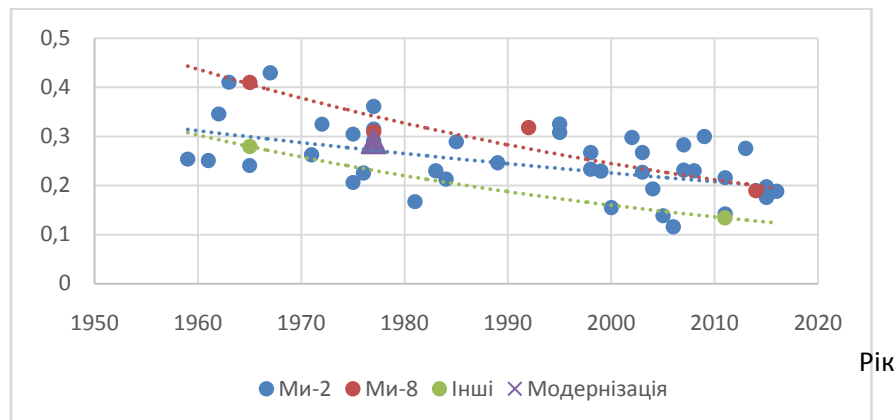
Рисунок 4 – Цикл Брайтона



Результати розрахунку показали, що при $\pi_k = 9,45$ ефективний ККД дорівнює 29.60 , а при $\pi_k = 16$ - $\eta_e=32.87$.

Результати розрахунків показали, що з покращенням степені підвищення тиску в компресорі та підвищення температури в камері згорання на 60° з 1263° до 1323° , питома витрата палива зменшилася на 6.09%, в свою чергу це вплинуло на збільшення дальності польоту прототипу на 6,09%(35км), з 525 до 560км.

На рисунку 5 коефіцієнт паливної ефективності модернізованого вертольоту від прототипу.



Список використаних джерел:

1. Конструкція і льотна експлуатація турбувального двигуна ТВ3-117ВМА-СБМ1В 4Е СЕРІЇ [Електронний ресурс]: навчальний посібник /В.І. Рубльов, Р.І. Рубльова, Н.М. Отрешко, В.І. Жирун. – Х.: ХНУПС, 2023. – 126 с.
2. ТВ3-117 — Вікіпедія (wikipedia.org)

Жирун Володимир Ігорович, курсант, Харківський Національний Університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Dreamks03102015@gmail.com

Рубльов Володимир Іванович, ктн, доцент, старший викладач Харківський Національний Університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Rublik1969@gmail.com

Zhyrun Volodymyr Ihorovych, cadet, Kharkiv National University of the Air Forces name dafter Ivan Kozhedub, Vinnytsia, Dreamks03102015@gmail.com

Volodymyr Ivanovich Rublev, PhD, associate professor, senior lecturer, Kharkiv National University of the Air Forces name dafter Ivan Kozhedub, Kharkiv, Rublik1969@gmail.com

УДК 623.624

В. В. Жук, В. В. Корепанов, М. М. Дігтярь, А. Г. Козлова

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕДАВАЧА СТАНЦІЇ АКТИВНИХ ЗАВАД Л-203Б ЛІТАКА МІГ-29

Анотація. В даній тезі запропоновано один з варіантів підвищення ефективності систем радіоелектронної боротьби, а саме станції активних завад Л-203Б, що дозволить покращити технічні характеристики станції та в цілому вплине на якість роботи та експлуатацію виробу.

Ключові слова: радіоелектронна боротьба; станція активних завад; лампа біжучої хвилі; твердотільний підсилювач; GaN-технологія.

Abstract. This thesis proposes one of the options for increasing the effectiveness of electronic warfare systems, and the station of active radio-frequency interferences L-203B, which will allow improving the technical characteristics in the station and in general will affect the quality of work and operation of the product.

Keywords: radioelectronic warfare; station of active radio-frequency interferences; traveling-wave tube; ultra-high frequency solid state amplifier; GaN-technology.

В умовах протистояння агресії рф, для Збройних Сил України важливо модернізувати засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ), як наземні станції, так і бортові. Так як, засоби РЕБ, в основному, радянського виробництва, то необхідно використовуючи сучасні технології створювати нові зразки РЕБ, або оновлювати та покращувати параметри наявних станцій.

В даній роботі розглядається удосконалення станції активних завад (САЗ), яка входить до складу засобів РЕБ літака МіГ-29. Існують декілька проблем з технічною експлуатацією даної станції, оскільки відповідна елементна база застаріла, наробіток на відмову вичерпаний тому і обслуговування ускладнюється частими відмовами. Основний недолік бортової САЗ, що виникає при обслуговуванні - це об'ємні працевитрати у зв'язку з відмовою передавача.

Пропонується варіант удосконалення передавача САЗ, а саме заміна наявного генератору надвисокочастотних (НВЧ) сигналів на твердотільний НВЧ підсилювач.

Твердотільні підсилювачі не потребують додаткового примусового охолодження. Стабільність їх роботи досягається за допомогою застосування високодобротних квазіоптичних резонаторів[1-2], а також використанню терморегуляційних герметичних камер, заповнених інертним газом. Твердотільні НВЧ підсилювачі являються важливою ланкою апаратури радіоелектронних систем для різного роду застосувань.

Переваги очевидні: незначна вартість пластин, вартість технології, відносно просте інтегрування аналогових і цифрових схем. Варте уваги також те, що для виготовлення твердотільних підсилювачів застосовуються напівпровідникові матеріали, які здатні витримувати високі температури. Наприклад, максимальна робоча температура для твердотільних підсилювачів на основі GaN (нітрид галію) приблизно 350-400°C, а деякі матеріали витримують і до 600°C[3-4].

Технологія твердотільних надвисокочастотних підсилювачів відома вже декілька десятиліть. Характеристики твердотільних надвисокочастотних підсилювачів покращать загальні показники САЗ та в цілому допоможуть спростити обслуговування станцій. Також важливо, що дана модернізація дозволить збільшити наробіток на відмову та покращити витривалість системи, зокрема самого передавача.

Твердотільні підсилювачі більш витриваліші, мають меншу споживану потужність, а як наслідок і менше нагрівання, ніж лампи біжучої хвилі, які використовуються в САЗ. Тому, наприклад, при недостатньому охолодженні лампи біжучої хвилі (ЛБХ) швидше виходять з ладу, ніж твердотільні підсилювачі, оскільки вони мають менші розміри і досить просту систему охолодження. На відміну від застарілих ЛБХ, твердотільні підсилювачі мають більш широкий спектр частот і діапазоні 2-20 ГГц в перспективі до 200 ГГц.

Твердотільні НВЧ підсилювачі на базі GaN-технології дозволять виробляти новітні пристрої і модернізувати вже існуючі, зокрема засоби РЕБ, у частотних діапазонах, які можуть

статі заміною для лампових НВЧ приладів по багатьом важливим параметрам та характеристикам [5-9].

Таким чином, удосконалення передавача САЗ Л-203Б “Гарденія” на літаку МіГ-29 шляхом заміни лампи передавача на сучасний аналог – твердотільний НВЧ підсилювач з GaN-технологією дасть можливість покращити технічні та експлуатаційні параметри. Це дозволить збільшити надійність роботи, покращити термін експлуатації виробу, розширити можливі параметри та характеристики системи в цілому, допоможе підвищити функціональність САЗ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

15. Belous, O.I. & Anatoliy, Kirilenko & Natarov, M. & Sirenko, Svitlana & Fisun, A. & Shubny, A.. (2018). Quasi optical millimeter wave solid-state generator. *RADIOFIZIKA I ELEKTRONIKA*. 23. 67-94. 10.15407/rej2018.04.067.
16. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч.2. Напівпровідникові елементи та пристрої НВЧ: навч. посібник для студентів ЗВО. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 172 с.
17. Waliwander T., Fehilly M., O'Brien E. An ultra-high efficiency high power Schottky varactor frequency doubler to 180–200 GHz // 2016 Global Symposium on Millimeter Waves (GSMM) & ESA Workshop on Millimetre-Wave Technology and Applications. – IEEE, 2016. – С. 1-4.
18. Runton D. W. et al. History of GaN: High-power RF gallium nitride (GaN) from infancy to manufacturable process and beyond // *IEEE Microwave Magazine*. – 2013. – Т. 14. – №. 3. – С. 82-93.
19. Waltereit P. et al. GaN-based high voltage transistors for efficient power switching // *physica status solidi c*. – 2013. – Т. 10. – №. 5. – С. 831-834.
20. Zhang B. et al. A novel 220-GHz GaN diode on-chip tripler with high driven power // *IEEE Electron Device Letters*. – 2019. – Т. 40. – №. 5. – С. 780-783.
21. Liang S. et al. A 177–183 GHz high-power GaN-based frequency doubler with over 200 mW output power // *IEEE Electron Device Letters*. – 2020. – Т. 41. – №. 5. – С. 669-672.
22. Liu H. et al. 120 GHz Frequency-Doubler Module Based on GaN Schottky Barrier Diode // *Micromachines*. – 2022. – Т. 13. – №. 8. – С. 1172.
23. Schuh P. et al. GaN-based amplifiers for wide band applications // *International journal of microwave and wireless technologies*. – 2010. – Т. 2. – №. 1. – С. 135-141.

Жук Валентин Вікторович – старший викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: valzhuk79@gmail.com.

Дігтярь Микола Миколайович – старший викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: nikdeg1960@gmail.com.

Корепанов Василь В'ячеславович – викладач кафедри радіоелектронного обладнання літальних апаратів, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: vasilykorepanov@ukr.net.

Козлова Анастасія Геннадіївна – курсантка Харківського національного університету Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба, м. Харків, e-mail: anastasiia2202qwe@gmail.com.

Zhuk Valentin V. – Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: valzhuk79@gmail.com.

Digtyar Mikolay M. – Senior Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: nikdeg1960@gmail.com.

Korepanov Vasily V. – Lecturer of the Department of Radioelectronic Equipment of Aircraft Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: vasilykorepanov@ukr.net.

Kozlova Anastasiia G. – Cadet of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Forces University, Kharkiv, e-mail: anastasiia2202qwe@gmail.com.

УДК 629.735.45.023:534.242

В. Ж. Ященко, В. М. Онищенко

МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ КРИТИЧНИХ МІСЦЬ КОНСТРУКЦІЇ ЗВИКОРИСТАННЯМ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АЕРОПРУЖНОСТІ ТА БОРТОВИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

Анотація. Аналізується можливість моніторингу технічного стану конструкції на основі використання математичних моделей аеропружності для визначення навантаження, напружено-деформованого стану силових елементів, міцності та витрати ресурсу планера в польоті через використання даних бортових реєстраторів та вбудованих в силову систему конструкції датчиків (сенсорів). Описано стратегію технічного обслуговування повітряних суден за допомогою отриманих даних. Розглянута стратегія дозволяє експлуатувати вироби без обмежень викликаних проведенням безперервного або періодичного контролю технічного стану в польоті і на землі. Стратегія базується на докладному аналізі інформації про технічний стан конструкції та його критеріїв передвідмовного стану.

Ключові слова: математичні моделі аеропружності, навантаження конструкції, перевантаження, пружні коливання, напружено-деформований стан, силові елементи, міцність, ресурс, планер, датчики.

Abstract. The article considers possibilities of monitoring technical conditions of an airframe on the basis of the mathematical model of aeroelasticity in order to determine the load, the stress-strain state of the power elements, the strength, and resource consumption of an aircraft in-flight through analyzing the data from recorders and sensors built into the on-board power system. The strategy of aircraft main tenance in accordance with their recorded data is described. Such a strategy allows to operate the aircraft without restrictions caused by continuous or periodic inspection of its technical condition in-flight and on the ground. The strategy is based on the in-depth study of the aircraft's technical condition and its pre-failure condition criteria.

Keywords: mathematical models of aeroelasticity, aircraft load, over load, elastic oscillations, stress-strain state, power elements, strength, resource, airframe, sensors

Для підтримання заданого рівня надійності та об'єктивності авіаційної техніки (АТ) в процесі її експлуатації одним з важливих та малодосліджених складових життєвого циклу ПС є оперативне визначення спектру навантаження основних силових елементів планера, а також обчислення та індивідуальний облік витрачання ресурсу конструкції ПС. На різних етапах польоту літак піддається різного роду змінним навантаженням.

Дані щодо навантаження конструкції необхідні для визначення критичних місць в конструкції, які небезпечні з позицій утворення та розвитку багатоосередкового пошкодження та темпу витрати ресурсу ПС, а також для розробки методології інспектування парку повітряних суден та надійного визначення дефектів в критичних місцях конструкції та обґрунтування інтервалів у оглядах.

Аналіз досліджень показує, що визначення історії експлуатаційного навантаження в режимі «on-line» і прогнозування остаточного ресурсу дозволяє прийняти рішення щодо стратегії технічного обслуговування (ТО) та перейти до експлуатації конкретного екземпляру ПС за фактичним технічним станом (ТС). Такі комплексні інтелектуальні системи моніторингу життєвого циклу ПС відносяться до бортових систем безперервного контролю ТС – системи Structural Health Monitoring (SHM).

Дані розрахункових методів про режими навантаження ПС дають важливу інформацію щодо технічного стану (ТС) конструкції. З'являється можливість ідентифікувати історію навантаження об'єкту контролю і ступінь накопичених в ньому пошкоджень.

Бортові обчислювальні машини виробляють сигнали управління на основі інформації про задану програму польоту і реальну. Відбувається збір даних щодо параметрів технічної системи: обчислення польотної маси та моментів інерції ПС, витрати та розподілу по бакам палива, розміщення вантажів та озброєння, визначення етапу польоту (руління, злет, набір висоти, політ по маршруту, зниження, приземлення) і т. ін. Паралельно, у реальному часі, з використанням

даних датчиків о перевантаженнях ПС, кінематичних параметрів руху тавбудованих в силову систему конструкції датчиків перевантажень пружної конструкції та її деформації (лічильників ресурсу) відбувається реєстрація, ідентифікація та корегування величини і розподілу поверхневих сил, що діють на ПС. Чисельне моделювання рівнянь аеропружності ПС дозволяє детально визначити у реальному часі розрахункові параметри руху ПС, його напружено-деформований стан та темп витрачання ресурсу силових елементів.

Лічильники ресурсу встановлюються на борту в критичних зонах конструкції. Для визначення критичних зон використовуються експериментальні дані та результати розрахункової моделі аеропружності.

Розрахунковий аналіз дозволяє проводити широкі параметричні дослідження і аналізувати закономірності та особливості навантаження пружного літального апарата. Умовою застосування цього методу є сформовані математичні моделі функціонування ЛА і наявність інформації щодо літального апарата – його масово-інерційних, жорсткісних та аеродинамічних характеристик.

Математичні моделі аеропружності ПС, як показує досвід їх використання, дозволяють достатньо точно описати динаміку руху конструкції, її деформування та навантаження. Вона базується на нестационарній аеродинаміці та динаміці польоту, автоматичі та теорії систем управління, будівельної механіки ЛА та теорії пружності. Тому цю проблему природно називати аероавтопружністю.

При побудові ММ аеропружності ЛА деформація конструкції розкладається за власними функціями, що відображають пружні властивості конструкції в інтегральному сенсі. Пружні коливання і деформацію літака розраховують на основі методу заданих форм – деформацію ЛА розкладають за симетричними та кососиметричними формами вільних коливань конструкції.

Результати моделювання динамічного навантаження транспортного літака розглянемо на прикладі дії атмосферної турбулентності.

Змінна у часі аеродинамічна сила збуджує пружні коливання конструкції. Максимальне перевантаження на кінці та середині крила в залежності від тривалості пориву і запасу статичної стійкості літального апарату зображено на рис. 1.

При дії вертикального пориву на ЛА в процесі короткоперіодичного руху змінюються кути атаки, тангажу і нахилу траєкторії. Статично стійкий літак здійснює затухаючі коливання як тверде тіло з частотою 0.55 Гц. Під час дії пориву вважаємо, що льотчик не втручається в управління.

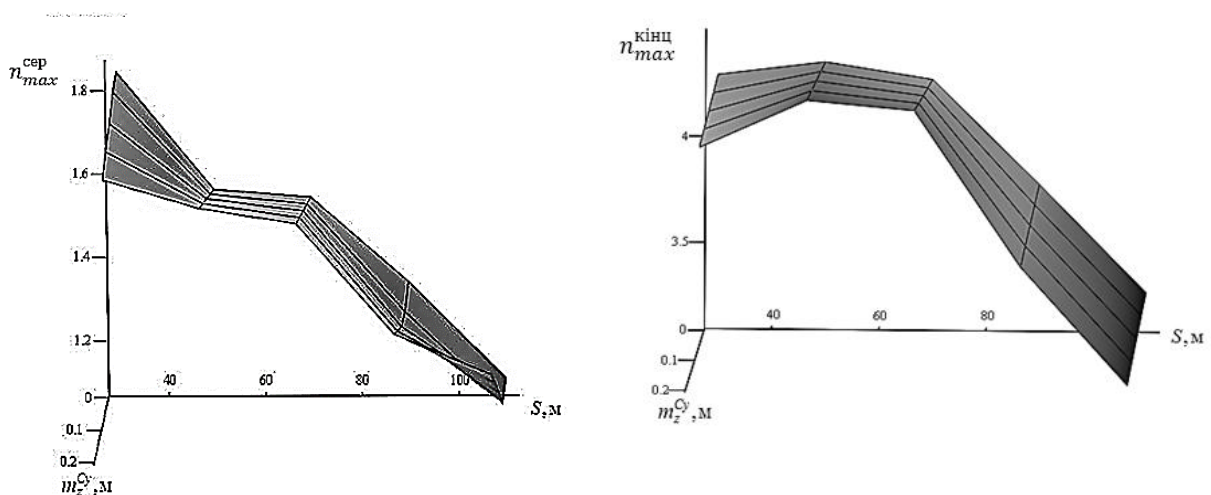


Рис. 1. Зміна максимального перевантаження на кінці та середині крила

Розрахункові дані дозволяють визначити небезпечні місця в конструкції, оцінити частотний спектр навантаження та рівень змінних напружень.

На основі гіпотези лінійного підсумовування пошкоджень з'являється можливість оперативної оцінки витрачання ресурсу конструкції, а також проводити широкі параметричні дослідження щодо впливу дій льотного складу та умов експлуатації на навантаження літака.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Онищенко В.М., Яценко В.Ж. Використання математичних моделей аеропружності та бортових інформаційних систем для оцінки навантаження планера повітряного судна і ресурсу конструкції. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту авіації, №18 (25) (2022), с. 91-97.

2. Онищенко В.М. Динамічна реакція та стійкість пошкодженої конструкції транспортного літака. Открытые информационные и компьютерные технологии: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н. Е. Жуковского "Харьков. авиац. ин-т". – Вып.85. – Харьков, 2020. –С. 165...169.

Яценко Володимир Жоржевич – кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри конструкції та міцностілітальних апаратів та двигунів Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: zhorzhevich71@ukr.net.

Онищенко Володимир Михайлович – кандидат технічних наук, доцент кафедри конструкції та міцностілітальних апаратів та двигунів Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: vladimironisenko83@gmail.com.

Volodymyr Yachenok – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; head of the department of Design and Strength of Aircraft and Engines, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: zhorzhevich71@ukr.net.

Volodymyr Onishchenko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Design and Strength of Aircraft and Engines, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: vladimironisenko83@gmail.com.

УДК 621.9.031

С. А. Плешкунов, Р. М. Джус, С. В. Резніков

ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ АГРЕГАТИВ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ ЗАСТОСУВАННЯМ ІОННО-ПЛАЗМОВИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ

Анотація. Наведено результати досліджень про можливість підвищення ресурсу агрегатів авіаційної техніки застосуванням іонно-плазмових методів зміцнення. Визначено переваги такого виду зміцнення перед традиційним цементуванням. Результати було отримано завдяки розробленою авторами методики прискореної оцінки показників втомної пошкоджуваності, яка істотним чином зменшує час порівняльної оцінки. На основі цих досліджень в подальшому можливе впровадження та використання іонно-плазмових технологій азотування для подовження ресурсних показників агрегатів авіаційних двигунів та трансмісії повітряних суден

Ключові слова: авіаційна техніка, повітряне судно, подовження ресурсу, іонно-плазмове азотування, авіаційний двигун, трансмісія авіаційної техніки, контактна втомна міцність.

Abstract. The results of research on the possibility of increasing the resource of Aeronautical Engineering units using ion-plasma strengthening methods are presented. The advantages of this type of strengthening over traditional cementation have been determined. The results were obtained thanks to the method of accelerated assessment of fatigue damage indicators developed by the authors, which significantly reduces the time of comparative assessment. On the basis of these studies, it is possible to introduce and use ion-plasma nitriding technologies in the future to extend the service life of aircraft engine units and aircraft transmissions.

Keywords: aeronautical engineering, aircraft, service life extension, ion-plasma nitriding, aircraft engine, aircraft transmission, contact fatigue strength.

Збільшення ресурсу авіаційної техніки в сучасних обставинах та при існуючому положенні зі справністю є актуальним, як ніколи, завданням. Ресурс агрегатів двигунів та трансмісій авіаційної техніки визначається здатністю уникати втомного руйнування поверхонь тертя завдяки контактній міцності матеріалу. А вона може бути підвищена шляхом зниження механічних і термічних впливів на контактуючі поверхні внаслідок їх деформації при терті [1].

Серед методів зменшення таких впливів широко використовуються хіміко-термічні методи цементації. Також для цього застосовують азотування, хоча і в меншій мірі. Це пов'язано з уявленнями про перевагу цементації перед азотуванням у формуванні зміцнених шарів великої протяжності.

Але на даний час розроблені і застосовуються нові методи азотування, які мають значні переваги над цементацією. Для визначення експлуатаційних показників (у тому числі і ресурсних) конструкційних матеріалів, зміцнених за новими методами, необхідно проведення довготривалих та коштовних випробувань на втомну міцність на машинах тертя, які моделюють роботу агрегатів авіаційної техніки. Такий стан питання обумовлює обмежену кількість досліджень по впливу азотування на величину контактної міцності матеріалів, особливо іонно-плазмовими методами азотування, які мають істотні відмінності та переваги перед традиційними пічними методами газового азотування [2-7].

В Україні проводяться інтенсивні дослідження і розробки багатокомпонентних багатофункціональних покриттів та методів їх нанесення на поверхні з прецизійною обробкою, яку потребують деталі вузлів сучасних агрегатів літакобудування, космічної техніки та інших галузей [6-8]. Такі ж дослідження проводяться і за кордоном [9-12]. Розробляються і методи прискорених випробувань таких високоміцних трибо спряжень, що також відкриває перспективи подальшого їх поширення [13].

Широко використовуємі в промисловому виробництві АТ «ФЕД» методи плазмового прецизійного азотування «Авініт N» [5-7], мають істотні відмінності і переваги перед традиційними грубими методами газового азотування, а саме:

- значне скорочення (в 2-3 рази) тривалості дифузійного насичення азотом поверхневого шару сплавів на основі заліза при загальному скороченні часу технологічного циклу обробки до 3-5 разів;

- дозволяють повністю уникнути водневої крихкості;

- забезпечують збереження розмірів (азотування «в розмір») і високу чистоту обробки поверхні, зниження крихкості азотованого шару і формування нітридних зон всіх складів без пір, внаслідок чого не потрібно доопрацювання поверхні після азотування.

Застосування ж традиційних методів газового азотування вимагає проведення дуже трудомістких, складних операцій високоточного механічного шліфування, як, наприклад, при виготовленні деталей зубчастих передач високої точності. При цьому, через формування крихкого нітридного шару необхідно, часом, зішліфувати його на глибину до 0,1 мм, що може становити значну частину всього зміцненого шару і як наслідок, істотно погіршення механічних характеристик.

Авторами проводилися трибологічні дослідження впливу плазмового азотування за технологією АТ «ФЕД» на контактну міцність від втоми сталі 20Х3МВФ ГОСТ 20072 при терті кочення з проковзуванням поверхонь і порівняння отриманих результатів з контактною втомною міцністю такої ж сталі, зміцненої за традиційною технологією газової цементації. Вони показали, що зносостійкість зразків, зміцнених азотуванням «Авініт N», істотно вище, ніж зразків, зміцнених традиційною цементацією.

Проведено аналіз структурно-енергетичного балансу енергії поверхневих шарів в умовах контактної взаємодії, який дозволив визначити критерій утомної міцності матеріалів: питома енергія руйнування за один цикл навантаження $\bar{P}_{\text{шт}}$. На основі цього сформульовано умови проведення прискорених випробувань на контактну втомну міцність з використанням методу акустичної емісії (АЕ): імпульсне навантаження до максимальних величин з реєстрацією кількості циклів до настання утомного пошкодження. На базі цього розроблено методика прискореної оцінки показників утомної міцності поверхневих шарів конструкційних матеріалів, яка істотним чином зменшує час експериментальної оцінки при проведенні порівняльних випробувань різних конструкційних матеріалів чи порівняння різних видів їх модифікації (зміцнення). Метод реєстрації сигналу АЕ експериментально визначено як зручний та точний інструмент кількісної оцінки параметру утомної пошкоджуваності $n_{кр}$.

Теоретично встановлено, що основним фактором, який впливає на утомну контактну міцність матеріалу є коефіцієнт дисипації енергії, постійний для кожного з матеріалів.

Запропонована методика прискореної оцінки показників втомної пошкоджуваності конструкційних матеріалів істотним чином зменшує час порівняльної оцінки. Вона може бути використана при розробці нових конструкційних матеріалів або способів їх зміцнення.

Результати довготривалих випробувань на базі 1 млн. циклів підтвердили висновки, зроблені після порівняльних випробувань за розробленою методикою прискореної оцінки показників утомної пошкоджуваності. Інтегральна багатоциклова стійкість до утомного зношування зразків, зміцнених азотуванням (іонно-плазмовою азотуванням «Авініт N» з глибиною шару 0,25 мм), в 10 разів вище, ніж у зразків, зміцнених цементацією (з глибиною шару 1,2 мм). Поглиблені фрактографічні, мікроструктурні і фазові дослідження особливостей поверхневого шару сталевих зразків, зміцнених традиційною цементацією та іонно-плазмовим азотуванням, виявили причини значної переваги іонно-плазмового азотування перед цементуванням за показником втомної міцності.

На основі цих досліджень в подальшому можливе впровадження та використання іонно-плазмових технологій азотування замість цементування для подовження ресурсних показників агрегатів авіаційних двигунів та трансмісій повітряних суден, приймаючи до уваги також такі переваги азотування, як збереження розмірів та високої чистоти обробки поверхонь, внаслідок чого відпадає необхідність їх механічної доробки після зміцнення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

14. Прочность материалов и конструкций: Серия монографий. Под общ.ред. Трощенко В.Т. К.: Институт проблем прочности им. Г.С.Писаренко НАН Украины. Т.2. Усталость металлов. Влияние состояния поверхности и контактного взаимодействия. Трощенко В.Т., Цыбанев Г.В., Грязнов Б.А., Налимов Ю.С. 2009. 664 с..

15. Пастух І.М. Вплив режимних параметрів азотування у тліючому розряді на товщину нітридної зони модифікованого шару / І.М. Пастух, Г.М. Соколова, О.С. Здибель // Вісник Хмельницького національного університету, 2014, №4 (215). – С. 130-134.

16. Могильная Е.П. Ионное азотирование изделий из конструкционной стали 38ХМФА / Е.П. Могильная, В.М. Дубасов // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробки тиском матеріалів у машинобудуванні, 2013, №1. – С. 193-198.

17. Костик К.О. Порівняльний аналіз впливу газового та іонно-плазмового азотування на зміну структури і властивості легованої сталі 30ХЗВА / К.О. Костик, В.О. Костик // Вісник Нац. техн. ун-ту «ХП»: зб. наук. пр. Темат. вип. : Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХП». – 2014. – №48 (1090). – С. 21-41.

18. Сагалович О.В., Сагалович В.В. Спосіб іонно-плазмового прецизійного азотування поверхонь сталей та сплавів AvinitN. Pat. UA №84664 від 25.10.13.

19. Сагалович О.В., Сагалович В.В. Спосіб іонно-плазмового прецизійного азотування поверхонь сталей та сплавів AvinitN. Pat. UA №107408 від 28.12.14.

20. Sagalovich V.V., Sagalovich, A.V. The method of ion-plasma precision nitriding of the surfaces of metal products, Patent 2555692, Russian Federation, C23C8/36 (H01J 37/00), C23C14/48, stated 27.12.2014; publ. 10.07.2015, Bull. No. 19, 13 p.

21. Сагалович А.В. Разработка многокомпонентных покрытий для повышения износостойкости поверхностей пар трения в прецизионных узлах/ Сагалович А.В., Дудник С.Ф., Сагалович В.В., Кононыхин А.В., Попов В.В., Любченко А.П., Олейник А.К. // Физическая инженерия поверхности. – 2007. – Т. 5, № 3-4. – С. 155-164.

22. Amiri M. On the thermodynamics of friction and wear – a review / M. Amiri, M.M. Khonsari // Entropy. Vol. 12, – 2010. – P. 1021–1049.

23. Yunhui M. Research on friction-coatings with activated ultra-thick tin-base / M. Yunhui, T. Dehua, W. Xicheng, L. Qinghua // Advanced Tribology. – 2010. – P. 915–919.

24. Gromakovsky D.G. Problems of Kinetics of Surface Destruction / D.G. Gromakovsky, A.G. Kovshov, I.D. Ibatullin, A.V. Dynnikov // Proceedings of VII-th International Symposium "INTERTRIBO 2002", section B – Wear. – Slovak Republic, Stara Lesna: House of Technology, 2002. – P. 57-58.

25. Gromakovsky D.G. Modelling and Wear Calculation on Friction / D.G. Gromakovsky, A.N. Malyarov, Y.P. Samarin // Abstracts of Papers of the World Tribology Congress. – Bath, UK: Bookcraft Limited, 1997. – 462 p.

26. Стадниченко В. М. Методика прискореної оцінки проказників втомної пошкоджуваності конструкційних матеріалів / В.М. Стадниченко, Р.М. Джус, С.А. Плешкунов // Системи озброєння і військова техніка. – 2019. – № 2(58). – С. 122-131. <https://doi.org/10.30748/soivt.2019.58.15>.

Плешкунов Сергій Анатолійович – старший викладач кафедри інженерно-авіаційного забезпечення Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: pleshkunov70@ukr.net.

Джус Роман Миколайович – канд. техн. наук, старший науковий співробітник, старший викладач кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: dromnik1@gmail.com.

Резніков Сергій Володимирович – старший викладач кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, м. Харків, e-mail: dromnik1@gmail.com.

Pleshkunov Sergiy – Senior Lecturer of the Department, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: pleshkunov70@ukr.net.

Dzhus Roman Mykolayovych – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Senior Lecturer of the Department of Design and Strength of Aircraft and Engines, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: dromnik1@gmail.com.

Reznikov Serhii Volodymyrovych – Senior Lecturer of the Department of Design and Strength of Aircraft and Engines, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, e-mail: dromnik1@gmail.com.

УДК 355.469(477)

П. В. Опенько, М. Ю. Миронюк, О. О. Майстров, С. М. Базіло

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТОВІРНОСТІ КОНТРОЛЮ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЗРАЗКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. В доповіді проведено дослідження існуючих методів прогнозування з метою обґрунтування вибору методу (методів) для їх практичного використання. Встановлено, що на теперішній час виділяють більш, ніж 150 методів прогнозування, однак при цьому більшість з них являють собою вдале практичне застосування окремих прийомів декількох базових методів з урахуванням особливостей конкретного процесу прогнозування.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, прогнозування, математичні моделі.

Abstract. The report examines existing forecasting methods in order to justify the choice of method(s) for their practical use. It has been established that more than 150 forecasting methods are currently available, however, most of them represent successful practical application of individual techniques of several basic methods taking into account the specifics of the specific forecasting process.

Keywords: weapons and military equipment, forecasting, mathematical models.

Досвід локальних війн та збройних конфліктів сучасності, широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти нашої держави свідчить про актуальність на даний час питання організації логістичного забезпечення функціонування зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) власного (пострадянського) та іноземного виробництва, що надходять у рамках військово-технічної допомоги від країн-партнерів, а також впровадження стандартів НАТО, в тому числі, в системі логістичного забезпечення Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України.

Зазначена обставина вказує на необхідність вирішення пріоритетного завдання щодо удосконалення функціонування системи логістичного забезпечення ПС ЗС України на підставі аналізу та досвіду країн-членів НАТО щодо управління життєвим циклом та забезпечення якості ОВТ шляхом обґрунтування рекомендацій щодо впровадження стратегій технічної експлуатації та ремонту ОВТ за станом на підставі розроблених математичних моделей, та потребують використання математичного апарату прогнозування показників надійності відповідних зразків.

The experience of local wars and armed conflicts of our time, the large-scale armed aggression of the Russian Federation against our country testifies to the current relevance of the issue of organizing logistical support for the functioning of samples of weapons and military equipment (OMT) of our own (post-Soviet) and foreign production, which are received within the framework of the military-technical assistance from partner countries, as well as the implementation of NATO standards, including in the system of logistical support of the Air Force (AF) of the Armed Forces (AF) of Ukraine.

The specified circumstance indicates the need to solve the priority task of improving the functioning of the logistics support system of the Armed Forces of Ukraine on the basis of the analysis and experience of NATO member countries in managing the life cycle and ensuring the quality of air defense systems by substantiating recommendations for the implementation of strategies for the technical operation and repair of air defense systems according to their condition on the basis of the developed mathematical models, and require the use of a mathematical apparatus for predicting the reliability indicators of the corresponding samples.

ЛОГІСТИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ПОВІТРЯНІ СИЛИ, ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ, СТАНДАРТИ, СТРАТЕГІЇ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА РЕМОНТУ, УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ, ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА

LOGISTICS, AIR FORCE, RELIABILITY INDICATORS, STANDARDS, MAINTENANCE AND REPAIR STRATEGIES, LIFE CYCLE MANAGEMENT, WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

Всі методи прогнозування за ступенем формалізації поділяються на інтуїтивні (експертні) та формалізовані. Інтуїтивні методи застосовуються, як правило, у випадках, коли модель змінювання показника безвідмовності або надто проста, або настільки складна, що її аналітичний опис практично неможливий. Інтуїтивні методи поділяють на індивідуальні експертні оцінки та колективні експертні оцінки. Їх практичне застосування інтуїтивних для прогнозування показників надійності безвідмовності зразків ОВТ є недоцільним, оскільки наявний обсяг точкових оцінок показника надійності кожного окремого зразка ОВТ (щоквартальні оцінки показників надійності за результатами експлуатації) дозволяє використання формалізованих методів прогнозування для здійснення індивідуального прогнозу. За результатами досліджень встановлені базові формалізовані методи, а саме: найменших квадратів; експоненціального згладжування; ймовірнісного моделювання; адаптивного згладжування; метод регресії; метод групового урахування аргументів.

У переважній більшості випадків практичного застосування методу найменших квадратів використовуються лінійна, квадратична, ступенева, показникова, експоненціальна та логістична функції прогнозу, які мають не більше трьох невідомих параметрів. При чому вибір конкретної функції може бути здійснений на підставі співвідношень між характером змінювання вхідної та вихідної величини. Більш того, класичний метод найменших квадратів не передбачає старіння вхідної інформації, незалежно від того, що для дійсних фізичних процесів його майбутня поведінка суттєво у більшому ступені визначається останніми спостереженнями, ніж тими, що були значно раніше.

В методі експоненційного згладжування вибір коефіцієнтів функції здійснюється таким чином, що більш пізнім спостереженням надається більша вага у порівнянні з ранніми спостереженнями, причому внесок (вага) спостережень зменшується за експонентою. Отже, метод експоненційного згладжування дає не середнє значення процесу, а тенденцію, що склалася на момент останнього спостереження.

Метод ймовірнісного моделювання, оснований на методі експоненційного згладжування, розглядає послідовність спостережень з урахуванням закону їх розподілу, проте ігнорує послідовністю цієї інформації у часі. Не знайшов широкого практичного використання, оскільки вимагає великої кількості спостережень показника безвідмовності. Узагальненням методу експоненційного згладжування є метод адаптивного згладжування, який, хоча й дає більш надійний прогноз на більший інтервал, проте потребує великої кількості спостережень. Причому чітка процедура визначення необхідної кількості спостережень відсутня, а за наявності 20-30 спостережень метод дає лише приблизний прогноз.

У випадку необхідності урахування впливу багатьох факторів використовуються регресійні моделі. Багатофакторний регресійний поліном ураховує ступінь впливу на прогнозований параметр факторів з урахуванням їх можливої взаємодії. Ще одним регресійним методом є метод групового урахування аргументів (МГУА), який на основі наявного (достатньо великого) обсягу потрібної для моделювання апіорної інформації в результаті послідовної оцінки великої кількості моделей-претендентів здійснює пошук моделі оптимальної складності, що найбільш адекватно відображає зміст процесу змінювання показників надійності. При цьому МГУА потребує великої кількості спостережень та передбачає достатньо складний механізм перебору моделей-претендентів.

Для обґрунтування вибору методу прогнозування був проведений аналіз вищезазначених методів з метою виявлення їх переваг та недоліків, отримана порівняльна характеристика основних методів прогнозування показників надійності наведена у табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика основних методів прогнозування

Назва методу прогнозування	Переваги	Недоліки
метод найменших квадратів	простота моделювання	не передбачає старіння вхідної інформації; обмеження на статистичні характеристики вихідних даних
метод експоненційного згладжування	урахування старіння вхідної інформації; простота моделювання; дає не середнє значення процесу, а тенденцію, що склалася на момент останнього спостереження	відсутність єдиного підходу до визначення параметру згладжування
метод ймовірнісного моделювання	ймовірнісний підхід до показника надійності;	ігнорує послідовністю спостережень
метод узагальненого згладжування	більш надійний прогноз на більший інтервал	потребує великої кількості спостережень
метод регресії	багатофакторність; простота та прозорість моделювання	вимоги на відсутність кореляції факторів між собою та відсутність кореляції між факторами та помилкою прогнозування
метод групового урахування аргументів	багатофакторність	потребує великої кількості спостережень; достатньо складний механізм перебору моделей-претендентів

Відповідно до табл. 1 методи узагальненого згладжування та МГУА не можуть бути застосовані для прогнозування показників надійності зразків ОВТ, оскільки потребує великої кількості спостережень для забезпечення надійного прогнозу. На теперішній час в умовах ведення бойових дій переважна більшість зразків ОВТ фактично експлуатуються за технічним станом, причому наявний обсяг інформації складає порядку 20 спостережень. Внаслідок ігнорування послідовності спостережень застосування методу узагальненого згладжування для прогнозування показника безвідмовності зразків ОВТ також недоцільно.

Згідно з результатами проведених досліджень метод найменших квадратів, метод експоненційного згладжування, метод регресії дають однакові вирази для функції прогнозу. Відмінність методів полягає у різному порядку визначення коефіцієнтів функції. Причому перевагу слід віддати методу регресії, який на відміну від інших дозволяє урахувати, за необхідності, вплив на показник безвідмовності декількох факторів і навіть взаємодії цих факторів. Обмеження методу регресії на відсутність кореляції факторів між собою та відсутність кореляції між факторами та помилкою прогнозування знімаються відомими процедурами авторегресійних перетворень, переходу до різниць вхідних і вихідних величин та ін., отже не є принциповими.

Слід відзначити, що згідно з методом експоненційного згладжування використання моделей порядку більшого за другий, не призводить до суттєвого збільшення точності прогнозу. Розповсюджуючи цей досвід практичного використання методу експоненційного згладжування на метод регресії для прогнозу показників надійності зразків ОВТ доцільно використовувати моделі лінійної та квадратичної регресії. Однак, за результатами прогнозування показників залишкової довговічності ОВТ встановлено, що на інтервалах прогнозування тривалістю 5 років лінійна регресія забезпечує стійкий та достатньо точний прогноз.

Задача обґрунтування гранично допустимого рівня безвідмовності зразків ОВТ, які експлуатуються за технічним станом, являє собою задачу нормування надійності. Вона передбачає встановлення номенклатури показників надійності та обґрунтування вимог до їх значень. Глибина вихідних даних, за якими здійснюється прогнозування, з одного боку, повинна бути достатньо великою для забезпечення можливості правильного визначення функції прогнозу показника безвідмовності, а, з іншого боку, повинна забезпечувати поступове старіння вихідної інформації (щоквартальних оцінок показника безвідмовності) для урахування функцією прогнозу тенденції змінювання показника безвідмовності, яка склалася на момент прогнозу. За результатами досліджень для прогнозування показників надійності доцільно використовувати статистику глибиною 5 років.

Таким чином, загальним підходом до обґрунтування гранично допустимих значень показників надійності для зразків ОВТ є знаходження такого значення показника надійності, який більше за мінімально допустиме значення та забезпечує мінімальні витрати на закупівлю та експлуатацію відповідних зразків. При цьому у результаті аналізу методів прогнозування обґрунтовано використання методу лінійної регресії для прогнозування показників надійності зразків ОВТ, який не вимагає великої кількості спостережень для визначення функції прогнозу та дозволяє, за необхідності, урахувати вплив на значення визначеного показника надійності декількох факторів та здійснювати середньострокове прогнозування за статистикою.

Список використаних джерел:

1. Ланецкий Б.Н. Адаптивное управление техническим состоянием и надежностью сложных технических систем в условиях ресурсных ограничений/ Б.Н. Ланецкий, В.В. Лукьянчук // Системи озброєння і військова техніка . – Вип. 2 (26). – Х.: ХУПС, 2011. – С. 149-151.
2. Гриб Д.А. Удосконалення методів технічної експлуатації і ремонту як основа підтримання боеготового стану зенітного ракетного озброєння в сучасних умовах / Д.А. Гриб, Б.М. Ланецкий, В.В. Лук'янчук // Наука і оборона. – 2012. – № 3. – С. 55-63.
3. Технічна експлуатація зенітного ракетного озброєння та радіоелектронної техніки за станом. Терміни та визначення: ВСТ 12.200.003 – 2012(01). – [Чинний від 2013-01-08]. – Х.: ХУПС, 2013. – 11 с.
4. Бестужев-Лада. И. В. Рабочая книга по прогнозированию / Э.А. Араб-Оглы, И. В. Бестужев-Лада, Н.Ф. Гаврилов и др.; под ред. И. В. Бестужев-Лада. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
5. Опенько П.В. Обґрунтування методу математичного моделювання для прогнозування надійності радіоелектронних засобів озброєння і військової техніки / П.В. Опенько, А.В. Крижний, П.А. Дранник, І.І. Сачук // III Всеукраїнська наукова конференція Військової академії 22-23 вересня 2016 р. “Спільні дії військових формувань держави: проблеми та перспективи”, тези доповідей. – Одеса: Військова академія, 2016. – С. 149 – 150.
6. Опенько П.В. Вибір методу математичного моделювання для прогнозування надійності радіоелектронних засобів ЗРК при експлуатації за технічним стан / П.В. Опенько, А.А. Артеменко, І.І. Сачук, А.А. Побережний // Науково-практична конференція науково-дослідної лабораторії забезпечення службової діяльності Національної гвардії України Національної академії національної гвардії України “Актуальні питання матеріально-технічного забезпечення сил охорони правопорядку”, 27 жовтня 2016 року, тези доповідей на науково-практичній конференції Секція 2. Х.: НАНГУ, 2016. – С. 95.
7. Кобзев В.В. Обоснование применения метода группового учета аргументов для прогнозирования долговечности радиоэлектронных средств зенитных ракетных комплексов при реализации стратегии технической эксплуатации и ремонта по состоянию / В.В. Кобзев, П.В. Опенько, Д.В. Фоменко // Научно-практический журнал “Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони”. – К.: НУОУ, 2012. – Вип. 1(13). – С. 52-56.

Опенько Павло Вікторович, кандидат технічних наук, старший дослідник, докторант кафедри логістики Повітряних Сил інституту авіації та протиповітряної оборони Національного університету оборони України, м. Київ, pavel.openko@ukr.net.

Миронюк Микола Юрійович, кандидат військових наук, начальник науково-дослідного відділу застосування авіації та протиповітряної оборони інституту авіації та протиповітряної оборони Національного університету оборони України, м. Київ, usrx83@gmail.com.

Майстров Олексій Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу застосування авіації та протиповітряної оборони інституту авіації та протиповітряної оборони Національного університету оборони України, м. Київ, iappo.ndl@gmail.com

Базіло Сергій Михайлович, доктор філософії, старший науковий співробітник науково-дослідного відділу застосування авіації та протиповітряної оборони інституту авіації та протиповітряної оборони Національного університету оборони України, м. Київ, baz.sergey84@gmail.com.

Pavlo Openko (Candidate of technical sciences, senior researcher), National Defence University of Ukraine, pavel.openko@ukr.net.

Mykola Myroniuk, candidate of military sciences, head of the Research Department of the Application of Aviation and Air Defense of the Institute of Aviation and Air Defense of the National Defense University of Ukraine, Kyiv, usrx83@gmail.com.

Oleksiy Maistrov, candidate of technical sciences, associate professor, leading researcher of the research department of the application of aviation and air defense of the Institute of Aviation and Air Defense of the National University of Defense of Ukraine, Kyiv, iappo.ndl@gmail.com

Bazilo Serhii, philosophy doctor, senior researcher of the Research Department of the Application of Aviation and Air Defense of the Institute of Aviation and Air Defense of the National Defense University of Ukraine, Kyiv, baz.sergey84@gmail.com.

Електронне наукове видання

Матеріали
III Міжнародної науково-технічної
інтернет-конференції
«Актуальні проблеми бойового застосування та експлуатації і ремонту
зразків озброєння та військової техніки»
15-16 листопада 2023 року

Збірник наукових праць

Підписано до видання 04.12.2023 р.
Гарнітура Times New Roman.
Зам. № P2023-147

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
Редакційно-видавничий відділ.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.

press.vntu.edu.ua,

Email: irvc.vntu@gmail.com..

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.