

ПИТАННЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ ТЕРОРИСТИЧНОГО ТА ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРУ, ЩО ПОВ'ЯЗАНІ З ДІЯЛЬНІСТЮ ВІЙСЬКОВИХ ЧАСТИН (ПІДРОЗДІЛІВ) ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

УДК 623.418.2

Глоба Олександр Володимирович

<https://orcid.org/0000-0002-1423-8365>

Левченко Михайло Антонович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0003-1872-2960>

Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ, Україна

ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ В ОПЕРАЦІЯХ ОБ'ЄДНАНИХ СИЛ

З урахуванням відомих принципів і способів забезпечення живучості, за допомогою запропонованого математичного апарату були проведені розрахунки живучості для системи зенітного ракетного прикриття при різних варіантах нанесення ударів повітряним противником. Аналіз проведених розрахунків вказує на те, що для досягнення системою зенітного ракетного прикриття найбільшої живучості в ході виконання завдань є доцільним створювати групи змішаного складу, які мають у своєму складі підрозділи із зенітними ракетними комплексами різних систем. При цьому, кількісно-якісне співвідношення таких підрозділів залежить від способу нанесення ураження противником і видом засобів, що застосовуються. В статті надаються практичні рекомендації щодо підвищення живучості системи зенітного ракетного прикриття під час її функціонування в операціях об'єднаних сил.

***Ключові слова:** живучість, система зенітного ракетного прикриття.*

Вступ

Головними вимогами до зенітного ракетного прикриття є ефективність і стійкість. Стійкість зенітного ракетного прикриття – це його здатність зберігати свою ефективність під час бойових дій. Вона досягається живучістю сил і засобів, перешкодостійкістю систем вогню, розвідки та управління, мобільністю оборони, надійністю озброєння, тощо [1].

Дослідження живучості останніх років зводяться до формалізації задач оцінки живучості, вибору методичних підходів до оцінювання, надання пропозицій із застосування різних методик і алгоритмів. Так, у роботі групи авторів [2] живучість зенітної ракетної системи запропоновано оцінювати по дії на її елементи засобів ураження противника з урахуванням імовірностей перебування цих елементів у визначених станах на різних етапах застосування системи. В роботі [3] пропонується методика комплексної оцінки живучості складних систем військового призначення з урахуванням їх структурної і функціональної вразливості. Автори роботи [4] визначають живучість, як складову запропонованого ними поняття «виживання», а також обґрунтовують вимоги до виживання

зенітного ракетного комплексу. Питання, які пов'язані з визначенням характеристик, показників, критеріїв і моделей живучості, розробкою методики кількісної оцінки показників живучості складних організаційно-технічних систем та формулюванням принципів та способів забезпечення даної властивості систем розглядалися в багатьох роботах, у тому числі – [5-8]. В роботах [9-12] викладені основи положення теорії відновлення експлуатаційних властивостей технічних систем, методики рішення задачі розрахунку характеру пошкоджень радіоелектронних засобів зенітного ракетного озброєння. Пропозиції щодо розвитку та погляди на побудову адаптивної системи відображені в [13,14].

Аналіз вказаних наукових джерел свідчить про безупинність процесу пошуку шляхів підвищення живучості систем військового призначення, а постійно зростаюча невідповідність між розвитком можливостей засобів повітряного нападу противника і спроможностями систем зенітного ракетного прикриття їм протидіяти підтверджує актуальність тематики статті.

Матеріали та методи

Основою комплексної методики оцінювання живучості є поєднання методик і способів оцінювання

її складових, а саме, невразливості, відновлюваності і адаптивності. При цьому враховується вплив кожної складової на загальний показник живучості системи зенітного ракетного прикриття протягом часу перебування на позиціях її елементів. Представимо живучість функцією, поведінка якої залежить від зміни її складових протягом часу

$$K_{ж}(t) = f(P_n(t), P_b(t), P_a(t)), \quad (1)$$

де $P_n(t)$ – імовірність невразливості елементів системи внаслідок нанесення удару противника при знаходженні елементів на позиціях протягом певного часу;

$P_b(t)$ – імовірність того, що час відновлення T_b працездатного стану об'єкта не перевищить необхідного значення;

$P_a(t)$ – імовірність, яка визначає здатність системи адаптуватися шляхом пошуку і вибору спроможного варіанту поєднання елементів системи.

Таке представлення допомагає формалізувати підхід до оцінювання живучості системи.

Важливою особливістю під час застосування комплексної методики з оцінювання живучості систем зенітного ракетного прикриття є те, що всі складові властивості слід розглядати окремо в інтервалах часу, які розділяються наступними значеннями:

t_0 – час початку нанесення противником ураження елементам системи зенітного ракетного прикриття;

t_1 – час закінчення нанесення ураження і початок процесу відновлення;

t_2 – час початку повторного ураження противником елементам системи зенітного ракетного прикриття;

t_3 – час закінчення нанесення повторного ураження і початку процесу відновлення;

t – значення часу, з якого починається процес нанесення противником ураження (для парних натуральних i) або, навпаки, закінчується нанесення ураження вогневим підрозділам військових частин зенітних ракетних військ і починається процес їх відновлення (для непарних натуральних i).

До початку впливу вражаючих факторів будемо вважати значення показника живучості максимальним

$$K_{ж}(t = t_0) = 1. \quad (2)$$

В ході нанесення першого удару противника властивість відновлюваності не впливає на загальний показник живучості, оскільки процес відновлення починається з t_1 після нанесення ураження елементам бойового порядку і

$$K_{ж1}(t) = (1 - P_{ц1})^{\frac{t_0+t}{t_{ц1}}}. \quad (3)$$

Із завершенням вогневого впливу противника на позиції дивізіонів-батареї наступає період часу відновлення і невразливість перестає впливати на загальний показник живучості аж до наступного t_2 вогневого ураження

$$K_{ж1}(t) = K_{ж1}(t_1) + P_b(t) \cdot (1 - K_{ж1}(t_1)). \quad (4)$$

З моменту t_2 противник завдає наступний удар і до t_3 показник живучості (1) формується внаслідок прояву властивостей невразливості і відновлюваності елементів, що були уражені при попередньому вогневому впливі

$$K_{ж1}(t) = K_{ж1}(t_2) \cdot (1 - P_{цi-1})^{\frac{t_{i-1}+t}{t_{цi-1}}} + P_b(t) \cdot (1 - K_{ж1}(t_2)). \quad (5)$$

Таким чином, для всіх непарних $i \in N$ в інтервалі часу $i \in (t_{i-1}; t_i]$, коли система піддається вогневому ураженню, розрахунок живучості здійснюється так:

$$K_{ж1}(t) = K_{ж1}(t_{i-1}) \cdot (1 - P_{цi})^{\frac{t_{i-1}+t}{t_{цi}}} + \sum_{i=1}^N P_{vi}(t) \cdot (1 - K_{ж1}(t_{i-1})). \quad (6)$$

Для всіх парних $i \in N$ живучість розраховується наступним чином:

$$K_{ж1}(t) = K_{ж1}(t_i) + \sum_{i=1}^N P_{vi}(t) \cdot (1 - K_{ж1}(t_{i-1})). \quad (7)$$

У виразах (6) і (7) не враховується участь такої властивості системи, як адаптивність. Слід зазначити, що адаптивність впливає на живучість протягом всього періоду функціонування систем. Для її визначення слід розглянути різні варіанти функціонування і відповідні до них способи розрахунку. Наприклад, при застосуванні противником високоточної зброї кількість критично важливих складових кожного елемента системи зенітного ракетного прикриття нормується по рівню максимально допустимої кількості таких критичних складових. При цьому узагальнений показник живучості дорівнює

$$K_{ж1}(t) = P_a \cdot K_{ж1}(t_1), \quad (8)$$

що по суті є подібною до (1) функцією.

Результати

Розрахунки живучості створеної системи зенітного ракетного прикриття проводилися з урахуванням різних способів нанесення ураження противником. На рисунках 1 і 2 показано, як змінюється коефіцієнт живучості протягом визначеного часу перебування вогневих засобів на бойових позиціях при застосуванні противником високоточної зброї та зброї з площинним характером ураження.

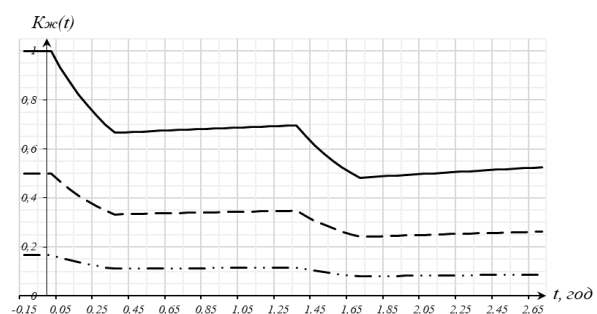


Рисунок 1. Показник живучості при застосуванні противником високоточної зброї

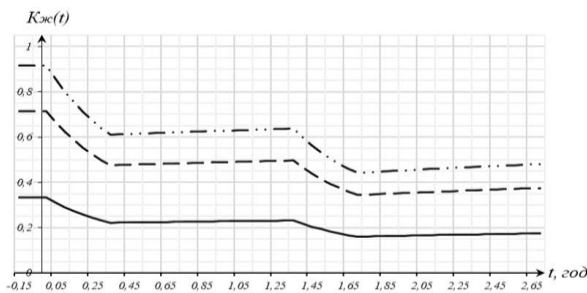


Рисунок 2. Показник живучості при застосуванні противником площинних засобів ураження

Суцільні лінії графіків відповідають змінам показника живучості для систем зенітного ракетного прикриття, які мають у своєму складі елементи типу 1, штриховані лінії відповідають системам з елементами 2 типу, штриховані з двома крапками – елементам 3 типу.

За результатами аналізу розрахунків показників живучості можна стверджувати наступне:

- невразливість системи зенітного ракетного прикриття суттєво залежить від ступеню маскування її елементів і компонентів, відповідності інженерного обладнання позицій та можливостей противника з нанесення ураження;
- невразливість системи зенітного ракетного прикриття менше залежить від кількості і якості обладнання хибних позицій;
- збільшення кількості запасних позицій, відстаней між ними, зменшення середнього часу перебування елементів системи зенітного ракетного прикриття на позиціях з одного боку покращують показник невразливості, але у той же час зазначені дії зменшують час залучення таких елементів на відбиття ударів повітряного противника і збільшують навантаження на решту елементів, що може привести до зниження узагальненого показника живучості всієї системи;
- під час нанесення ураження противником живучість системи зенітного ракетного прикриття в цілому зменшується, а в інтервалах часу між ураженнями – збільшується;
- адаптивність і, як наслідок, живучість залежать від характеру і обраного противником способу нанесення ураження елементам системи зенітного ракетного прикриття;
- системи зенітного ракетного прикриття з різномісними елементами (зенітними ракетними системами) мають різну живучість, при цьому її рівень не є сталою величиною – він змінюється протягом часу;
- переважне застосування однотипних елементів системи зенітного ракетного прикриття спрощує противнику процес прийняття рішення щодо вибору способу нанесення ураження.

Обговорення

Вироблення рекомендацій у роботі ґрунтується на отриманих результатах дослідження, відомих принципах і способах забезпечення живучості

систем військового призначення.

1. Створювати групи змішаного складу. Наприклад, раціональним по показнику живучості є зенітна ракетна бригада, яка створена із груп, до складу кожної з яких входить один зенітний ракетний підрозділ з елементом типу 3 у своєму складі та два зенітні ракетні підрозділи з елементами типу 1 у своєму складі (рис. 3).

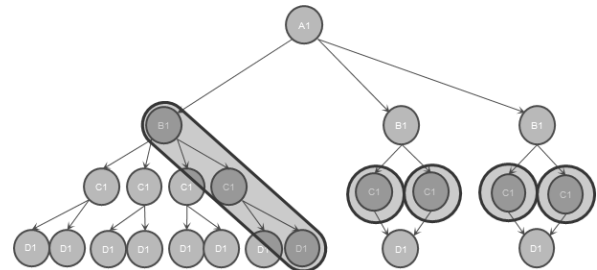


Рисунок 3. Приклад раціональної по показнику живучості групи змішаного складу

Створення груп такого складу призводить до збільшення кількості станів спроможності, що реалізує принцип забезпечення живучості, коли структура системи повинна забезпечувати якомога більше число станів спроможності, а наявність у групі різного зенітного ракетного озброєння забезпечує реалізацію іншого принципу забезпечення живучості, коли різні стани спроможності системи повинні забезпечуватися її різними елементами.

За наявності у противника повного спектру засобів ураження виконання рекомендації дасть змогу компенсувати “особливості” і “слабкі” щодо живучості сторони одних систем озброєння “сильними” властивостями інших систем.

На рисунку 4 зображений графік, який відповідає розрахунку залежності показника живучості для вказаної групи.

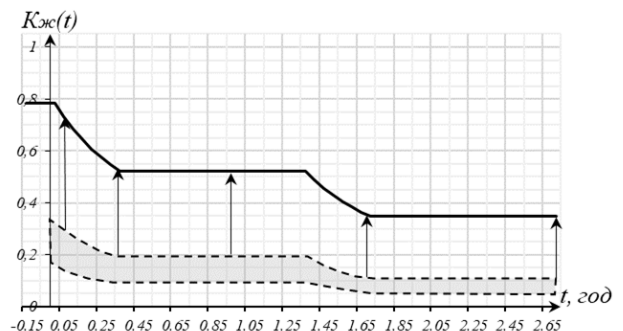


Рисунок 4. Поведінка функції живучості при раціональному співвідношенні вогневих підрозділів у створеному угрупованні

2. Утримувати вогневі підрозділи у місцях очікування. Віддалення місць очікування від вогневих позицій обмежується потрібним часом для їх зайняття та приведення підрозділів у

готовність до відбиття удару повітряного противника. Цей час не повинен перевищувати підльотний час повітряного противника (Рис. 5).

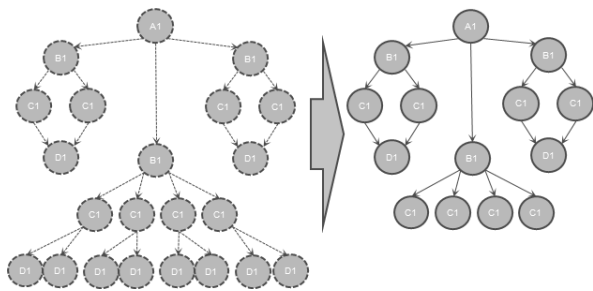


Рисунок 5. Варіант утримання вогневих підрозділів у місцях очікування

Місце очікування потрібно обирати на місцевості з максимальною наявністю у її межах природних елементів укриття та маскуванню. В ході підготовки району бойових дій необхідно проводити інженерне дообладнання вогневих позицій шляхом створення окопів і щілин для укриття особового складу та зменшення ураження озброєння і військової техніки; виконання заходів маскуванню елементів (в першу чергу критично важливих) бойового порядку наявними штатними та підручними засобами.

Виконання вказаної рекомендації призводить до підвищення показника живучості створених груп і, відповідно, живучості всієї системи зенітного ракетного прикриття (Рис. 6)

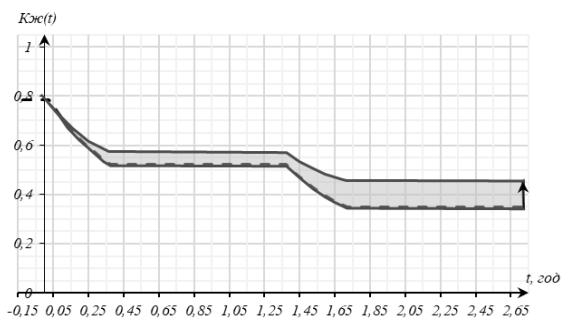


Рисунок 6. Поведінка функції живучості при виконанні рекомендації по перебуванню підрозділів в стані очікування

3. Забезпечувати незнижуваний запас живучості. У створених групах підтримувати мінімально необхідну кількість станів спроможності.

Це можна здійснити за рахунок того, що групи змішаного складу своїм кількісно-якісним складом створюють резерв станів живучості (по кількості критично важливих елементів). При зниженні кількості станів спроможності групи змішаного складу нижче мінімального рівня їх відновлення можна здійснити за рахунок резерву станів живучості іншої групи змішаного складу зенітної ракетної бригади. (Рис.7).

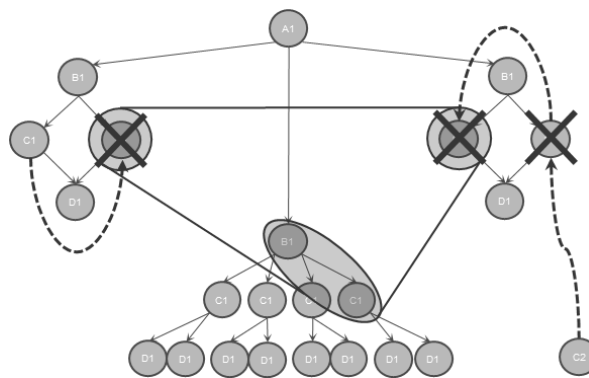


Рисунок 7. Забезпечення незнижуваного запасу живучості

Виконання рекомендації реалізує дотримання принципу забезпечення живучості, коли зміна станів спроможності повинна закінчитися до наступного впливу вражаючих факторів через спосіб резервування елементів системи.

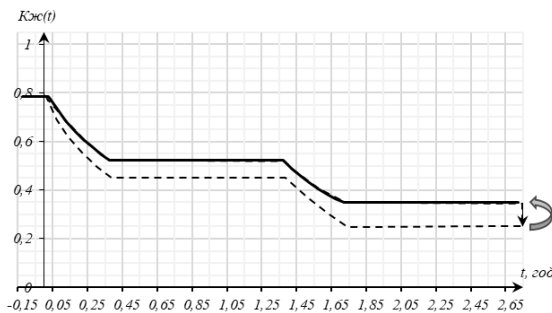


Рисунок 8. Поведінка функції живучості при виконанні рекомендації по забезпеченню незнижуваного запасу живучості

4. Розукрупнити підрозділи технічного забезпечення за кількістю вогневих підрозділів (елементів системи зенітного ракетного прикриття). Розукрупнення сил і засобів слід здійснити створенням технічних і тимчасових ремонтно-технічних взводів, які розташувати на відстанях від 1 до 4 кілометрів від позицій вогневих підрозділів .

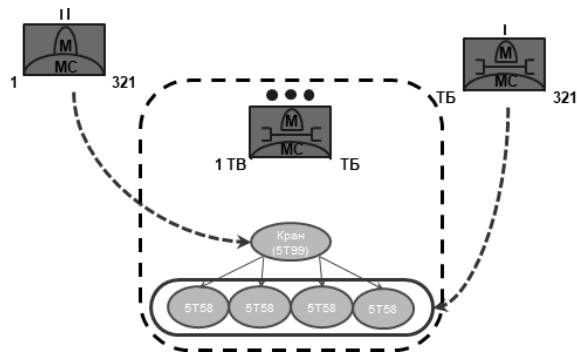


Рисунок 9. Варіант структури технічного взводу

Дотриманням вказаної рекомендації реалізуються такі способи забезпечення живучості,

як автономізація елементів та розукрупнення або поділу елементів системи. Реалізація вказаних способів приводить до підвищення живучості всієї системи зенітного ракетного прикриття внаслідок покращення показника відновлюваності (Рис. 10).

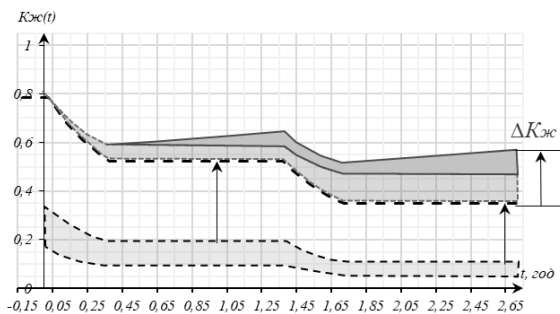


Рисунок 10. Підвищення живучості внаслідок виконання рекомендацій щодо поліпшення відновлюваності системи

Висновки

Відповідно до запропонованої комплексної методики оцінювання живучості складних систем військового призначення проведено розрахунок живучості системи зенітного ракетного прикриття. За аналізом отриманих результатів запропоновані практичні рекомендації щодо підвищення живучості, а також надана пропозиція по створенню тимчасових груп зенітних ракетних військ на період виконання оперативних завдань в операціях об'єднаних сил у складі оперативного угруповання військ (сил) із залученням визначеного складу сил і засобів.

У подальшому перспективним напрямом дослідження є пошук способів або вироблення стратегії адаптації складних систем військового призначення, які мають різні функціонально-структурні зв'язки і, відповідно, різну характеристику станів спроможності. Також, не менш важливим напрямом є пошук шляхів оцінювання впливу живучості на спроможності системи зенітного ракетного прикриття виконувати поставлені завдання.

Список використаних джерел

1. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торопчин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пашенко та ін. - К.: МО України, Х: ХВУ, 2003. - 368 с.:іл.
2. Загорка О. М., Коваль В. В., Загорка І. О. Методичні положення оцінки живучості зенітної ракетної системи від дії по її елементах засобів ураження

протиповітряної оборони // Харків. – Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – 2017. – № 4. – с. 12-16.

3. Сафронов Р.А. Методика оценки живучести сложных систем военного назначения [Электронный ресурс] / Р.А.Сафронов. – Режим доступа: <http://xreferat.ru/17/622-1-metodica-ocenki-zhivuchesti.html>.

4. Ланецкий 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. // Харків. – Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2014. – №2(15). – с. 93-97.

5. Стекольников Ю.И. Живучесть систем / Ю.И. Стекольников. – Спб.: Политехника, 2002. – 155 с.

6. Глоба, О. В., Левченко, М. А., & Паталаха, В. Г. Способи підвищення живучості системи зенітного ракетного прикриття в ході її застосування. *Ukrainian Air Power*, 1(1), с. 83-87.

7. Глоба О. В., Левченко М. А. Щодо підвищення живучості угруповань зенітних ракетних військ в операціях об'єднаних сил. Збірник матеріалів науково-практичного семінару "Проблемні питання стану та бойового застосування зенітних ракетних військ в сучасних умовах та можливі шляхи їх вирішення" від 27.11.2020 року, с. 77-82.

8. Черкесов Г.Н. Методы и модели оценки живучести сложных систем / Г.Н. Черкесов. – М.: Знание, 1987. – 31 с.

9. Ковтуненко А.П. Основы теории восстановления эксплуатационных свойств технических систем: монография / А.П. Ковтуненко, М.А. Шишанов, В.В. Зубарев. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2007. – 301 с.

10. Ковтуненко А.П. Основы анализа сложных технических систем. Теория и приложения: монография / А.П. Ковтуненко, В.В. Зубарев. – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2009. – 504 с.

11. Ковтуненко А.П. Математическое моделирование в задачах исследования надежности технических систем: Монография. / А.П. Ковтуненко, В.В.Зубарев, Б.Н. Ланецкий, А.А. Зверев – К.: Книжкове видавництво НАУ, 2006. – 236 с.

12. Гребенников Н. Д. Восстановление вооружения и боевой техники ЗРВ ПВО страны / Н. Д. Гребенников. – Минск: МВИЗРУ, 1972. – 274 с.

13. Бровко М.Б. Погляди на побудову адаптивної системи технічного забезпечення зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України/ М.Б. Бровко, Г.М. Зубрицький, А.О. Ковальчук, В.В. Старцев. //Системи озброєння та військова техніка. – 2010. – № 1. – С. 31-45.

14. Старцев В.В. Пропозиції щодо розвитку системи технічного забезпечення зенітних ракетних військ Повітряних Сил Збройних Сил України / В.В. Старцев, М.Б. Бровко, Г.М. Зубрицький, В.В. Воїнов. // Системи озброєння та військова техніка. – 2009. – № 3. – С. 37-41.

PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR INCREASING THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE COVER SYSTEM SURVIVABILITY IN THE JOINT FORCES OPERATIONS

Oleksandr Hloba

<https://orcid.org/0000-0002-1423-8365>

Mykhailo Levchenko (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0003-1872-2960>

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine

Taking into account the known principles and methods of survivability ensuring, the survivability calculations for the anti-aircraft missile cover system were carried out with the help of the proposed mathematical apparatus in various variants of strikes by the air enemy. The analysis of the performed calculations indicates that in order to achieve the highest survivability of the anti-aircraft missile cover system during its combat actions, it is expedient to create the mixed composition groups, which include units with different anti-aircraft missile systems kinds. At the same time, the quantitative and qualitative ratio of such units depends from the destroying method and the type of means used. The article provides practical recommendations for survivability increasing of the anti-aircraft missile cover system during combat actions in joint forces operations.

Keywords: *survivability, anti-aircraft missile cover system.*

References

1. DovIdnik z protipovitryanoi oborony / A.Y. Toropchin, I.O. Romanenko, Y.G. Danik, P.E. Paschenko ta in. - K.: MO Ukrainy, X: HVU, 2003. - 368 s.:il.
2. Zagorka O. M., Koval V. V., Zagorka I. O. Metodichni polozhennya otsinky zhivuchosti zenitnoyi raketnoyi systemy vid diyi po yihi elementah zasobiv urazhennya protyvyuka // HarkIv. – Zbirnyk naukovykh prats Harkivskogo universitetu Povitryanyh Syl. – 2017. – # 4. – s. 12-16.
3. Safronov R.A. Metodika otsenki zhivuchesti slozhnyih sistem voennogo naznacheniya [Elektronnyy resurs] / R.A.Safronov. – Rezhim dostupa: <http://xreferat.ru/17/622-1-metodica-ocenki-zhivuchesti.html>.
4. Lanetskiy B.N., Lukyanchuk V.V., Lisovenko V.V., Nikolaev I.M. Metodicheskiy podhod k obosnovaniyu trebovaniy k vyizhivaemosti zenitnyih raketnyih kompleksov v usloviyah ogneвого protivodeystviya protivnika. // HarkIv. – Nauka i tehnika Povitryanyh Sil Zbroynyh Sil Ukrainyini. – 2014. – №2(15). – s. 93-97.
5. Stekolnikov Y.I. Zhivuchest sistem / Y.I. Stekolnikov. – Spb.: Politehnika, 2002. – 155 s.
6. Globa, O. V., Levchenko, M. A., & Patalaha, V. G. Sposobi pidvischennya zhivuchosti systemy zenitnogo raketnogo prykryttya v hodi yihi zastosuvannya. *Ukrainian Air Power*, 1(1), s. 83-87.
7. Globa O. V., Levchenko M. A. Schodo pidvischennya zhivuchosti ugrupovan zenitnih raketnih viysk v operatsiyah ob'ednanyh sil. Zbirnik materialiv naukovo-praktichnogo seminaru “Problemi pitannya stanu ta boyovogo zastosuvannya zenitnih raketnih viysk v suchasniy umovah ta mozhlivi shlyahi yih virishennya” vid 27.11.2020 roku, s. 77-82.
8. Cherkesov G.N. Metody i modeli otsenki zhivuchesti slozhnyih sistem / G.N. Cherkesov. – M.: Znanie, 1987. – 31 s.
9. Kovtunenکو A.P. Osnovy teorii vosstanovleniya ekspluatatsionnyh svoystv tehnikeskikh sistem: monografiya / A.P. Kovtunenکو, M.A. Shishanov, V.V. Zubarev. – K.: Knizhkovе vidavnistvo NAU, 2007. – 301 s.
10. Kovtunenکو A.P. Osnovy analiza slozhnyih tehnikeskikh sistem. Teoriya i prilozheniya: monografiya / A.P. Kovtunenکو, V.V. Zubarev. – K.: Knizhkovе vidavnistvo NAU, 2009. – 504 s.
11. Kovtunenکو A.P. Matematicheskoe modelirovanie v zadachah issledovaniya nadezhnosti tehnikeskikh sistem: Monografiya. / A.P. Kovtunenکو, V.V.Zubarev, B.N. Lanetskiy, A.A. Zverev – K.: Knizhkovе vidavnistvo NAU, 2006. – 236 s.
12. Grebennikov N. D. Vosstanovlenie vooruzheniya i boevoy tehniki ZRV PVO strany / N. D. Grebennikov. – Minsk: MVIZRU, 1972. – 274 s.
13. Brovko M.B. Poglyadi na pobudovu adaptivnoyi sistemi tehniknogo zabezpechennya zenitnih raketnih viysk Povitryanyh Sil Zbroynyh Sil Ukrainyini/ M.B. Brovko, G.M. Zubritskiy, A.O. Kovalchuk, V.V. Startsev. // Systemy ozbroennya ta viyskova tehnika. – 2010. – №1. – S. 31–45.
14. Startsev V.V. Propozitsiyi schodo rozvitku systemi tehniknogo zabezpechennya zenitnih raketnih viysk Povitryanyh Sil Zbroynyh Sil Ukrainyini / V.V. Startsev, M.B. Brovko, G.M. Zubritskiy, V.V. Voyinov. // Systemy ozbroennya ta viyskova tehnika. – 2009. – №3. – S. 37–41.