БЕЗПЕКА ЗАСТОСУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЖИВУЧОСТІ СИЛ ТА ЗАСОБІВ РОДІВ ВІЙСЬК ТА СПЕЦІАЛЬНИХ ВІЙСЬК ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Глоба Олександр Володимирович
https://orcid.org/0000-0002-1423-8365
Левченко Михайло Антонович **(кандидат військових наук, доцент)**
https://orcid.org/0000-0003-1872-2960
Паталаха Валерій Григорович **(кандидат військових наук, доцент)**
https://orcid.org/0000-0002-3105-4402

Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, Україна

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЖИВУЧОСТІ СИСТЕМИ ЗЕНІТНОГО РАКЕТНОГО ПРИКРИТТЯ В ХОДІ ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

Детерміновані моделі живучості будуються на основі зіставлення конкретних видів вражаючих факторів і стійкості до них елементів системи, які досліджуються. Перевагами динамічного підходу оцінювання живучості складних систем є урахування фактору часу при визначенні рівня спроможності об'єкта дослідження. В статті відображені результати роботи щодо вивчення досягнень і поглядів різних авторів щодо живучості систем, визначені властивості і характеристики живучості, запропонований показник живучості і критерії оцінювання його складових. Сформульований додатковий принцип, який також є необхідною умовою забезпечення живучості. Визначені способи та надані рекомендації щодо підвищення живучості системи зенітного ракетного прикриття.

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

Вступ

В умовах сьогодення для нашої країни найбільш небезпечною загрозою залишається імовірність широкомасштабної збройної агресії з боку Росії. Наступальні дії збройних сил противника будуть починатися проведенням операцій у повітряно-космічному просторі, тому стійка й ефективна система протиповітряної оборони є важливою складовою бойових спроможностей збройних сил будь-якої країни [1, 11].

Зростання ефективності бойового застосування засобів повітряно-космічного нападу та зміни в поглядах противника на ведення війн майбутнього потребують суттєвого перегляду питань щодо реалізації бойових можливостей зенітних ракетних бригад і полків в умовах швидкої зміни бойової обстановки. Потребують також додаткового вивчення питання бойового застосування військових частин зенітних ракетних військ як складних систем військового призначення, забезпечення їх стійкості і, зокрема, їх живучості.

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 – у [9,10]. Відновленню властивостей складних систем та створення адаптивної системи технічного забезпечення також присвячена низка робіт. Так, в роботах [3,5,6,7] викладені основи теорії відновлення експлуатаційних властивостей технічних систем, методики рішення задачі розрахунку характеру пошкоджень радіоелектронних засобів зенітного ракетного озброєння. Пропозиції щодо розвитку систем та погляди на побудову адаптивної системи представлені в [2,8].

Живучість зенітних ракетних систем у [4] запропоновано оцінювати по дії на її елементи засобів ураження противника з урахуванням імовірностей перебування цих елементів (командного пункту, вогневих засобів) у визначених станах на різних етапах застосування.

Виклад основного матеріалу дослідження

Живучість – це комплексна властивість системи. Комплексний характер цієї властивості визначається тим, що вона проявляється через можливість зберігати чи відновлювати стан спроможності при впливі вражаючих факторів. Якщо звернутися до визначення живучості, які надаються в різних джерелах, то можна помітити, що в ньому збігаються два поняття: "зберігати" і "відновлювати". Ці слова є основою і визначають основними наступні характеристики живучості

систем: невразливість, відновлюваність й адаптивність.

Невразливість характеризує властивість системи зберігати стан спроможності при отриманні пошкоджень від уражаючих факторів.

Відновлюваність характеризує пристосованість системи відновлювати стан спроможності протягом допустимого за умовами вирішення задачі часу за рахунок внутрішніх ресурсів.

Адаптивність характеризує властивість системи запобігати розвитку вторинних уражень і формувати стан спроможності із залишкового ресурсу.

Визначені характеристики можна використовувати в дослідницьких роботах і прикладних задачах як незалежні. При цьому отримані результати носять приватний характер і мають обмежене застосування. Урахування всього комплексу характеристик та їх взаємозалежностей в моделях живучості наближує оцінку цієї властивості системи до повної.

За узагальнений показник живучості складної системи військового призначення можна прийняти коефіцієнт, який показує частку сил і засобів (елементів системи), які залишаються у стані спроможності виконувати бойові завдання у період між вражаючими діями противника

$$K_{ж}=1-\frac{N_{ур}-N_{в}-N_{а}}{N_0},$$

де $N_{ур}$ – кількість елементів системи, що зазнали ураження внаслідок нанесення удару противника;

$N_{в}$ – кількість уражених елементів системи, які були відновлені у період між закінченням впливу противника до початку наступного впливу;

$N_{а}$ – кількість уражених елементів системи, які у період між вражаючими впливами було приведено до спроможного стану за рахунок властивості адаптації системи військового призначення до умов функціонування;

N_0 – загальна кількість елементів системи до впливу вражаючих факторів.

Із визначених властивостей і характеристик зрозуміло, що високого рівня живучості можна досягти шляхом виконання комплексу заходів, який забезпечить максимальне значення показників невразливості, достатній рівень відновлюваності і оптимальний рівень адаптивності. Тому при виробленні рішень по забезпеченню збереження елементів системи військового призначення під час дії вражаючих факторів доцільно застосувати критерій оптимальності. Відновлення системи проводиться з великою долею впливу випадкових вхідних умов (характером і ступенем ураження її елементів). Маючи завдання набути спроможного стану у визначений термін, процес відновлення доцільно оцінювати за критерієм придатності. Адаптація системи до умов функціонування протягом часу повинна супроводжуватися безперервним процесом вироблення і прийняття рішень з використанням критерію адаптивності.

Системи військового призначення – це такі системи, в яких елементи знаходяться в жорстких структурних залежностях. У теорії дані системи називаються впорядкованими, тобто такими, за якими можна спостерігати і якими можна керувати. Чітко виражена структура дозволяє мати чітке уявлення про її межі і можливість перераховувати всі можливі стани спроможності. Це суттєво полегшує процес моделювання та отримання кількісних оцінок властивості живучості.

В [9] зазначається, що властивістю живучості володіють тільки надлишкові системи. Отже, моделювання властивості живучості має сенс, якщо система надлишкова. Крім того, не визначено чітко, якою живучістю володіє система військового призначення, коли до її складу входять як елементи критичної важливості, тобто, значущі так і ті, які мають низьку структурну значимість. Наприклад, такі елементи, як A_1 на рис. 1.

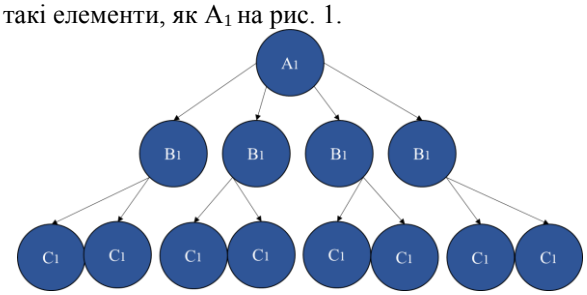

Рисунок 1. Структурна модель системи військового призначення.

Аналіз моделей і методик оцінювання показників живучості систем переконує в тому, що існує деяка стійка система поглядів або принципів, керівництво якими завжди призводить до деякого позитивного ефекту в справі забезпечення даної властивості. Ці принципи можуть бути сформульовані на основі аналізу матриці здатності системи та алгоритму переходу від логічних функцій станів здатності до імовірнісних функцій під час процесу моделювання адаптивності системи військового призначення як структурної системи.

Для визначення способів забезпечення живучості систем військового призначення скористаємося запропонованими в [9] принципами:

1) елементи системи повинні мати малу структурну значимість і високу стійкість;

2) структура системи повинна забезпечувати максимальну або достатню кількість станів спроможності;

3) стан спроможності системи повинен забезпечуватися за можливістю меншою кількістю елементів;

4) різні стани спроможності системи повинні забезпечуватися різними елементами.

Якщо враховувати той факт, що на функціонування системи військового призначення

в умовах ведення бойових дій впливає ще й фактор часу, то можна сформулювати ще один принцип: зміна станів спроможності повинна закінчитися до наступного впливу вражаючих факторів.

Пошук нових принципів і уточнення вже відомих є актуальним науковим завданням. Зазначені принципи є керівництвом до дії при вирішенні задач синтезу живучих систем на рівні завдань впливу на властивості і теоретичною базою для розробки конкретних способів забезпечення живучості систем військового призначення.

Способами забезпечення живучості системи будемо вважати реалізацію одного або одночасно декількох принципів. Відомі в теорії живучості систем способи забезпечення даної властивості реалізуються на різних ієрархічних рівнях – на рівні елементів, на рівні підсистем або на системному рівні.

Спосіб вибіркового захисту елементів системи реалізується без будь-яких структурних перетворень. Сили і засоби, дії, що застосовуються для забезпечення живучості повинні бути спрямованими до найбільш значущих (критично важливих) елементів. Їх захист має дати більший ефект, ніж дублювання. Зрозуміло, що слід віддати перевагу захисту елемента, ніж його дублюванню. Спосіб є свого роду протидією, що застосовується у разі невиконання принципу 1.

Спосіб дублювання передбачає реалізацію принципів 1 і 2. Він заснований на розвитку структурних надлишковостей елементів призначення.

Спосіб автономізації елементів системи передбачає реалізацію принципу 3, коли забезпечення заданого рівня живучості досягається шляхом включення в структуру універсальних за функціональним призначенням елементів-модулів.

Спосіб розукрупнення або розподілу елементів системи є реалізацією принципу 1. Його доцільно застосовувати в тому випадку, коли в структурі системи є елементи з такими особливостями:

- елементи володіють високою значущістю (високою структурною значимістю і низькою стійкістю);
- є можливість поділу елементів на частини з подальшим їх розосередженням без істотної зміни властивостей призначення системи.

Спосіб ешелонування передбачає розвиток надлишковості на рівні всієї системи або найважливіших її підсистемах.

Спосіб резервування передбачає реалізацію принципів 1 і 2. Він заснований на розвитку структурних надлишковостей елементів призначення.

Спосіб почергового функціонування елементів передбачає відокремлення або резервування частини елементів системи і застосування їх тоді, коли основні елементи знаходяться у процесі відновлення, а система адаптується до нового етапу впливу вражаючих факторів. Цей спосіб сприяє безперервному функціонуванню системи, що підвищує її ефективність. Його застосування доцільно тоді, коли не виконуються вимоги 5 принципу.

Слід зазначити, що врахування балансу наявного і потрібного часу є важливим орієнтиром перед виробленням рекомендацій.

Вироблення рекомендацій проведено для спрощеної структурної системи військового призначення (рис. 1), яка містить елементи із наступними умовами: елементи групи B1 не функціонують без елементів A1, елементи групи C1 не функціонують самостійно без елементів групи B1. Моделювання системи максимально наближеної до реального складу системи зенітного ракетного прикриття вимагає визначення ступенів впливу елементів системи одного рівня на елементи іншого рівня (A до B, B до C тощо). Це призводить до необхідності розрахунку і визначення множини станів спроможності системи, що є основою для обґрунтування пропозицій щодо підвищення живучості.

Під час реалізації способів підвищення живучості системи зенітного ракетного прикриття також слід дотримуватись наступних рекомендацій.

1. Для скорочення часу на прийняття рішень необхідно чітко орієнтуватися в особливостях роботи сил і засобів, що знаходяться у підпорядкуванні, їх найменший склад, який забезпечує спроможний стан (рис. 2) і можливості з функціонального переорієнтування (рис. 3)

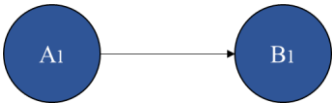

Рисунок 2. Найменша структура спроможного стану

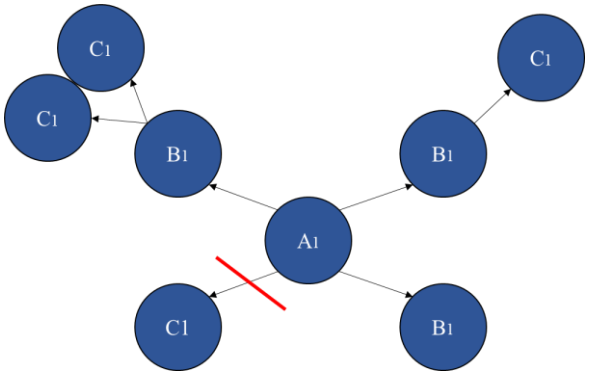

Рисунок 3. Варіанти функціонування системи

2. Розукрупнення елементів системи доцільно провести шляхом розосередження основних і дублюючих елементів на безпечні відстані один від одного. При наявності критично важливих елементів переводити їх в режим послідовної роботи на різних позиціях (рис. 4). З одного боку відстані між новоутвореними позиціями повинні забезпечити їх одночасне неураження системами залпового вогню, а з іншого

вони обмежуватимуться необхідністю найшвидшого пересування між ними критично важливого елемента для своєчасного забезпечення системі військового призначення визначеного спроможного стану.

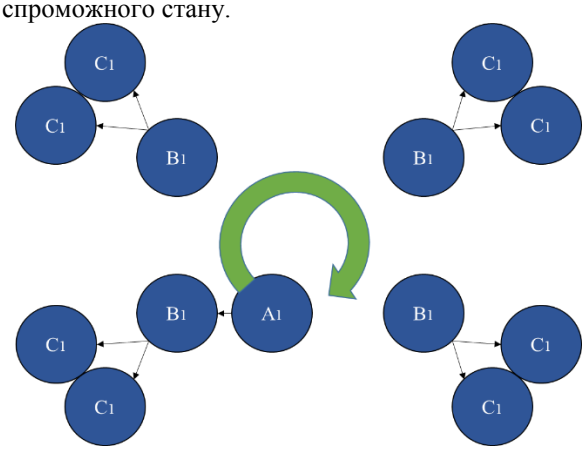

Рисунок 4. Переміщення найбільш значущого елемента системи

3. Після дії вражаючого фактору доцільно здійснити переміщення всіх елементів системи (рис. 5), оскільки існує велика імовірність їх повторного ураження. Переміщення або "перекат" має відбутися швидко на раніше визначені місця. Наявність декількох таких місць зводить можливість вторинних уражень до нуля.

Взагалі, така логіка є проявом адаптації системи до наслідків дії вражаючих факторів. Розрахунок всіх варіантів дій повинен бути проведений заздалегідь за всіма можливими варіантами дій противника (очікуваними вражаючими факторами).

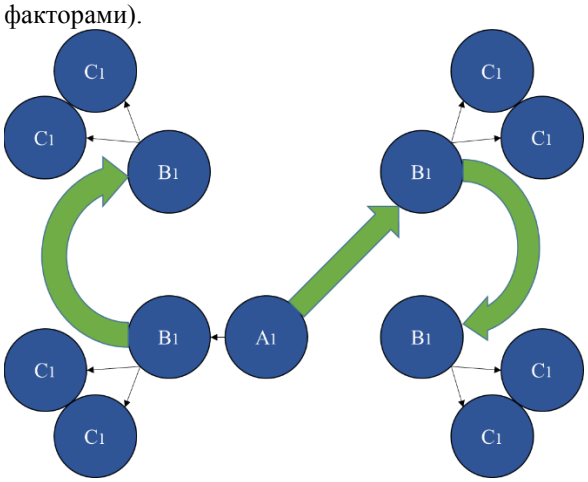

Рисунок. 5. Переміщення всіх елементів системи після бою

4. Комбінувати заходи адаптації системи після дій засобів ураження шляхом перегрупування елементів і створення додаткових імітованих позицій із сил і засобів, які не підлягають відновленню (рис. 6).

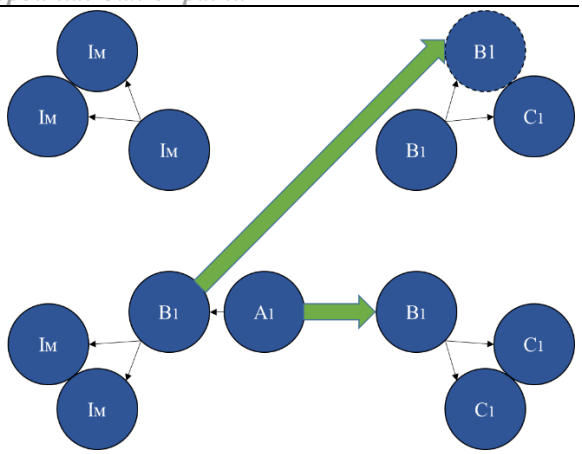

Рисунок 6. Комбіновані заходи адаптації

5. Стосовно основного і критично важливого елемента A_1 нашої системи доцільно застосувати спосіб вибіркового захисту, тобто, відпрацювати комплекс заходів для посилення захищеності його в інженерному відношенні, підвищенню ступеня маскування і введення противника в оману стосовно місця знаходження.

6. Незважаючи на залежність часу відновлення елементів системи військового призначення від впливу зовнішніх факторів вражаючої дії слід укомплектовувати їх не тільки засобами діагностування для прискорення проведення технічних розвідок, а й мінімальними ремонтними комплектами. На елементному рівні до кожного зразка озброєння можна прикріпити мобільні комплекти запасних частин і приладдя, які укомплектовувати найменш стійкими до уражень і струсів складовими.

7. На час відновлення і адаптації системи, тобто, коли вона знаходиться в неспроможному стані, рекомендовано вжити заходів щодо забезпечення безпосереднього прикриття або взаємного прикриття іншою системою військового призначення. Бажано, щоб ця система мала різні з нашою елементи як за функціональним, так і за структурним змістом. Тоді характер і спосіб нанесення повторного ураження матиме менший ефект (рис. 7).

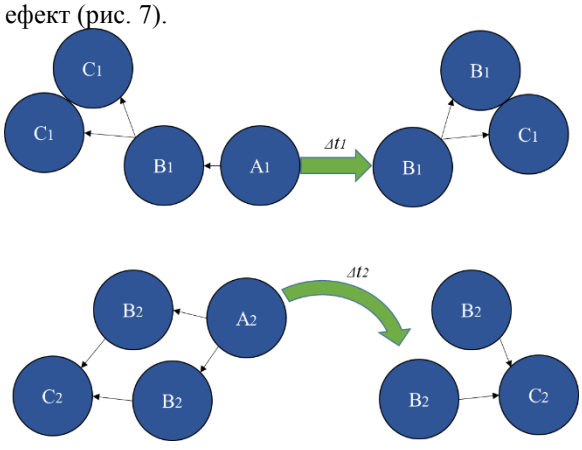

Рисунок 7. Почергове функціонування елементів системи, яка складається з різних елементів

Висновки

Таким чином, ми дослідили існуючі наукові погляди щодо живучості систем з урахуванням особливостей системи зенітного ракетного прикриття. Це дало змогу розкласти властивості і характеристики живучості на складові, визначитися з узагальненим показником і з критеріями оцінювання його складових.

Визначено доцільним застосування:

- додаткового принципу, який також є необхідною умовою забезпечення живучості – принципу №5 – зміна станів спроможності повинна закінчитися до наступного впливу вражаючих факторів;

- додаткового способу – способу почергового функціонування елементів, який передбачає відокремлення або резервування частини елементів системи і застосування їх тоді, коли основні елементи знаходяться у процесі відновлення, а система адаптується до нового етапу впливу вражаючих факторів.

Зусилля подальших досліджень можна зосередити на визначенні впливу живучості на спроможність системи зенітного ракетного прикриття, як складної системи військового призначення.

Список використаних джерел

1. План оборони і нова редакція Стратегічного оборонного бюлетеня: Міноборони завершує розробку двох важливих документів, – Андрій Таран на Всеукраїнському форумі “Україна 30” [Електронний ресурс] / Режим доступу: https://www.mil.gov.ua/news/2021/05/11/plan-oborони-i-nova-redakcziya-strategichnogo-oboronnogo-byuletenya-minoboroni-zavershue-rozrobku-dvoh-vazhlivih-dokumentiv-andrij-taran-na-vseukrainskomu-forumi-ukraina-30/.

2. 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. – вип. № 1. – С. 31–45.

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

4. Загорка О.М., Коваль В.В., Загорка І.О. Національний університет оборони України ім. І. Черняховського, Київ, Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця. Методичні положення оцінки живучості зенітної ракетної системи від дії по її елементах засобів ураження противника, 2017.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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. – вип. № 3. – С. 37–41.

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

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

11. Ярош С.П. Теретичні основи побудови та застосування розвідувально-управляючих інформаційних систем протиповітряної оборони: монографія / С.П. Ярош; за ред. І.О. Кириченка. – Х.: ХУПС, 2012. – 512 с.