

ПИТАННЯ РОЗВИТКУ, ЗАСТОСУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ, УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

DOI 10.33099/2786-7714-2025-2-9-5-14

УДК 355.01:355.5:355.457.2:355.45:355.48

Власенко Євген Валерійович

<https://orcid.org/0009-0005-6376-6104>

Горобець Юрій Олексійович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0001-7994-2022>

Титаренко Олександр Борисович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0002-3992-9314>

Щипанський Павло Володимирович (кандидат військових наук, професор)

<https://orcid.org/0000-0002-0854-733X>

Національний університет оборони України, Київ, Україна

ЖИВУЧІСТЬ УГРУПОВАННЯ ЗЕНІТНИХ РАКЕТНИХ ВІЙСЬК В СУЧАСНИХ ОПЕРАЦІЯХ (БОЙОВИХ ДІЯХ): СИСТЕМА ПОГЛЯДІВ, СУТНІСТЬ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

У статті проведено аналіз існуючих підходів до визначення живучості угруповань зенітних ракетних військ. Встановлено, що традиційні підходи, які фокусуються на окремих тактичних заходах або математичному моделюванні виживання окремих елементів, не в повній мірі відповідають викликам сучасної війни, зокрема протидії розвідувально-ударним системам на базі безпілотних літальних апаратів. Виявлено невирішене завдання, яке полягає в удосконаленні існуючої концептуальної моделі, яка б системно інтегрувала різні аспекти живучості. Методами системного та порівняльного аналізу, а також декомпозиції та синтезу на основі вивчення досвіду бойових дій в російсько-українській війні, вітчизняних наукових праць та закордонних доктринальних документів розроблено новий системний підхід. У результаті запропоновано чотирикомпонентну концептуальну модель живучості, що включає прихованість, стійкість, відновлюваність та адаптивність. На основі цієї моделі сформульовано нове, комплексне визначення живучості угруповання зенітних ракетних військ як його інтегративної, емерджентної властивості. Доведено, що запропонований підхід є адекватною відповіддю на загрози в сучасному багатодоменому операційному середовищі та дозволяє більш обґрунтовано розробляти комплексні заходи з підвищення бойового потенціалу військ.

Ключові слова: живучість, показники живучості, зенітні ракетні війська, ефективність, системний підхід, концептуальна модель, російсько-українська війна, багатодоменні операції, бойовий потенціал, управління, планування, угруповання військ, засоби розвідки, моделювання, безпілотні літальні апарати.

Вступ

Повномасштабна збройна агресія російської федерації проти України стала каталізатором фундаментальних змін у поглядах на сучасні збройні конфлікти, особливо в частині протидії високотехнологічним засобам повітряного нападу (ЗПН) [1]. Досвід бойових дій продемонстрував, що успіх оборонних операцій критично залежить від стійкості та ефективності системи протиповітряної оборони, ядром якої є зенітні ракетні війська (ЗРВ) [2]. Водночас противник активно застосовує комплексну тактику “розвідувально-ударних контурів”, поєднуючи засоби космічної, радіотехнічної та безпіотної розвідки з масованими ударами крилатими ракетами, баражуючими боеприпасами та іншими видами високоточної зброї [3, 4]. Це створює безпрецедентний тиск на підрозділи ЗРВ і виявляє ключову проблему, що полягає у невідповідності

класичних підходів до розуміння їхньої живучості сучасним реаліям.

Проблема забезпечення живучості військових формувань є постійним об’єктом уваги військової науки. Закордонні доктринальні підходи, зокрема армії США, традиційно розглядають живучість (Survivability Operations) через призму тактичних заходів: укриття, маскування, камуфляж та введення в оману (модель C³D) [5]. Однак навіть у цих доктринах визнається їхня фрагментарність та значний дисбаланс у бік “укриття” на шкоду іншим компонентам [5]. Цю ідею розвивають польові статuti, такі як FM 3-0 (Операції) [6] та FM 3-01 (Операції ППО) [7], які інтегрують заходи живучості в загальний контекст бойових дій, наголошуючи на важливості розосередження, мобільності та введення противника в оману. Теоретичні роботи, як-от праця Р.Сміта, пропонують більш формалізовані, ієрархічні

визначення живучості, розглядаючи її як системну властивість [8].

Сучасні праці українських військових науковців пропонують потужний математичний апарат для кількісної оцінки живучості, використовуючи теорію ймовірностей та марковські випадкові процеси для моделювання бойових дій та розрахунку показників живучості окремих елементів [9-12]. Водночас, ці методики часто є складними для оперативного застосування та не завжди враховують усю сукупність організаційно-технічних факторів [13-15]. Паралельно розглядаються системні аспекти живучості, зокрема стійкість системи пунктів управління [16, 17] та логістики [18]. Новітні концепції, такі як багатодоменні операції (MDO) [19-21], вимагають перегляду підходів до живучості, оскільки загрози стають комплексними.

Проведений аналіз виявляє наукову суперечність. З одного боку, існує велика кількість методик для оцінки окремих аспектів живучості. З іншого боку, відсутній єдиний системний підхід до визначення поняття “живучість угруповання зенітних ракетних військ”, який би інтегрував тактичні заходи, математичне моделювання та організаційні аспекти в єдину концептуальну модель, адаптовану до викликів сучасної багатодоменної війни.

Мета статті – обґрунтування нового системного підходу до визначення поняття “живучість угруповання зенітних ракетних військ”, який розглядає живучість як інтегративну, багатокомпонентну властивість.

Матеріали та методи

Це дослідження має теоретичний характер і ґрунтується на комплексному аналізі та синтезі існуючих наукових праць, доктринальних документів та досвіду бойових дій. Інформаційною основою слугували наукові праці українських військових вчених [3, 4, 9-22], закордонні доктринальні та концептуальні документи [5-8, 23-28], бойовий статут СВ ЗС України [29] та аналітичні матеріали щодо характеру сучасних бойових дій [1, 2, 4, 13, 15, 30, 31]. В основі дослідження лежить комплексний підхід, що поєднує методи системного, порівняльного, концептуального аналізу та синтезу. Дослідження базується на ключовому припущенні, що в умовах сучасної “прозорості” поля бою, живучість угруповання визначається не стільки його здатністю витримати удар, скільки здатністю уникнути виявлення та ураження, а також швидко відновити боєздатність.

Результати

Для повного розуміння актуальності проблеми доцільно розглянути, як поняття “живучість” еволюціонувало у військовій теорії та практиці. Цей розвиток можна умовно поділити на три етапи, кожен з яких був відповіддю на нові технологічні та тактичні виклики.

Етап 1: Епоха фізичного захисту (до середини XX ст.). На цьому етапі живучість переважно

ототожнювалася з фізичною захищеністю та здатністю витримати вогневий вплив противника. Філософію цього періоду влучно характеризує вислів Вінстона Черчилля: “Нехай нападник атакує. Нехай він дізнається, що кулі вбивають людей, а земля зупиняє кулі” [5]. Основний принцип цього періоду можна сформулювати як “витримати удар”.

Цей підхід не був суто теоретичним, а народжувався безпосередньо з бойового досвіду. Як зазначає у своєму дослідженні Дж. Смолфілд, вже під час Громадянської війни в США (1863-1864 рр.) солдати обох армій усвідомили вирішальну цінність тимчасових польових укріплень. Командир однієї з дивізій зазначав, що “серед солдатів стало визнаним фактом, що якщо противник займав позицію на шість-вісім годин раніше за нас, намагатися її взяти було марно” [5].

Апогею ця концепція досягла під час Першої світової війни, яка перетворила живучість на екстремальну форму позиційної оборони. Саме тоді у військовий лексикон увійшли такі терміни, як “бомбосховище” (bombproof), “сапа” (sap) та “траверс” (traverse), що позначали елементи складної системи окопів та укріплень, призначених для максимального захисту особового складу від артилерійського вогню та куль [5].

Головними заходами цього періоду були:

- фортифікаційне обладнання позицій: спорудження окопів повного профілю, бліндажів, перекритих щілин та інших захисних споруд для захисту особового складу та вогневих засобів.

- фізичне зміцнення техніки та об'єктів: використання бронювання, дублювання та резервування ключових вузлів, як це було реалізовано в ранніх зразках військової техніки [10].

Таким чином, на першому етапі свого розвитку живучість розглядалася переважно як пасивна, статична властивість. Основні зусилля були спрямовані на створення фізичних перешкод, здатних поглинути або нейтралізувати кінетичну енергію засобів ураження противника. Цей підхід заклав основи інженерного забезпечення, багато принципів якого, зокрема щодо фортифікаційного обладнання районів розміщення військ, залишаються актуальними і сьогодні [29].

Етап 2: Епоха уникнення виявлення (період “Холодної війни”). З розвитком засобів розвідки (аеро- та космічної), а також з появою високоточної зброї у другій половині XX ст. стало очевидним, що одного лише фізичного захисту недостатньо. Будь-яке, навіть найнадійніше, укріплення могло бути знищене точним влучанням потужного боеприпасу. Це змусило військову теорію зробити наступний крок: якщо удар неможливо витримати, його потрібно уникнути. Так розпочався етап, основний принцип якого можна сформулювати як “не бути виявленим”.

У цей період у доктрині збройних сил США та інших країн-членів НАТО формується комплексна концепція, відома як C³D (Cover, Concealment, Camouflage, Deception – Укриття, Маскування, Камуфляж, Введення в оману) [5]. Акцент

зміщується з суто пасивного захисту на активні заходи, спрямовані на унеможливлення або ускладнення виявлення та ідентифікації своїх військ противником. Кожен елемент цієї концепції відігравав свою унікальну роль:

1) Укриття (Cover): залишалося важливим елементом, але тепер розглядалося не як самоціль, а як останній рубіж захисту на випадок, якщо інші заходи не спрацювали. Воно передбачало захист від вогню та уламків [5].

2) Маскування (Concealment): визначалося як захист від спостереження противника [5]. Це включало використання природних укриттів (ліси, рельєф місцевості) та штучних засобів (маскувальні сітки) для приховування позицій, техніки та особового складу від візуальної, теплової та радіолокаційної розвідки [29].

3) Камуфляж (Camouflage): розумівся як використання матеріалів та методів для того, щоб злитися з навколишнім середовищем, зробити об'єкт менш помітним [5].

4) Введення в оману (Desertion): стало одним із ключових елементів активної протидії розвідці. Він передбачав створення хибних позицій, використання надувних макетів техніки, імітаторів теплового та радіолокаційного випромінювання, а також проведення демонстративних дій з метою введення противника в оману щодо реального розташування та намірів своїх військ [5].

Таким чином, живучість перестала бути суто інженерним завданням і перетворилася на комплексну оперативно-тактичну дисципліну. Вона вимагала не лише будівництва укріплень, а й глибокого розуміння можливостей засобів розвідки противника та постійного застосування заходів для протидії їм. Цей підхід був закріплений у керівних документах, таких як польові статuti FM 3-0 "Операції" та FM 3-90 "Тактика", де вимоги щодо розосередження, маскування та введення противника в оману стали невід'ємною частиною планування будь-якої бойової операції [6, 23].

Етап 3: Епоха системної та динамічної живучості (сучасні конфлікти). Досвід останніх збройних конфліктів, і особливо російсько-української війни, продемонстрував [13, 15, 31], що в умовах "прозорого" поля бою, насиченого безпілотними літальними апаратами (БПЛА), космічними засобами розвідки та розгалуженими сенсорними мережами, ані пасивний захист, ані лише прихованість не гарантують виживання [2]. Здатність противника створювати щільні розвідувально-ударні контури, де час від моменту виявлення цілі до її вогневого ураження скорочується до хвилин, докорінно змінює саму природу загроз [21].

В цих умовах на перший план виходить здатність усієї військової системи до динамічних дій. Живучість перестає бути властивістю окремого зразка ОВТ і починає розглядатися як комплексна, емерджентна властивість угруповання, що включає не лише бойові елементи, а й критично важливі підсистеми управління [16, 17] та логістики [18]. Ключовими факторами виживання стають:

1) Мобільність та маневр. Аналіз бойових дій в Україні доводить, що тривале перебування на одній позиції після виконання вогневого завдання є фактично гарантією знищення [11]. Тактика "відстрілявся – зміни позицію" (shoot-and-scoot) стає не просто одним із варіантів дій, а базовою умовою виживання [5]. Цей принцип знайшов своє відображення в концепції Військово-Повітряних Сил США "Гнучке бойове застосування" (Agile Combat Employment), яка передбачає розосередження сил та швидке переміщення між різними позиціями для ускладнення планування противника [27].

2) Швидкість реакції. Мінімізація часу перебування на позиції та нормативів на згортання/розгортання комплексів стає критичним показником, що безпосередньо впливає на ймовірність виживання, як це доведено у математичних моделях українських науковців [12, 13].

3) Здатність до відновлення (регенерації). Оскільки уникнути втрат повністю неможливо, вирішального значення набуває здатність угруповання швидко відновлювати боєздатність: ремонтувати пошкоджену техніку, поповнювати боєкомплект, відновлювати уражені вузли управління [4, 18].

Основний принцип сучасного етапу – "бути непередбачуваним та здатним до регенерації".

Ця еволюція наочно демонструє, що поняття живучості постійно ускладнювалося, реагуючи на розвиток засобів ураження та розвідки. Таким чином, розробка нового, системного підходу, що інтегрує всі аспекти живучості в єдину концептуальну модель, є не просто науковим завданням, а нагальною потребою, продиктованою реаліями сучасної війни.

Таким чином, історичний аналіз наочно демонструє, що поняття живучості постійно ускладнювалося, реагуючи на розвиток засобів ураження та розвідки. Пасивний захист змінився на активне уникнення виявлення, а сьогодні цього вже недостатньо. Відповіддю на ці сучасні виклики є розробка цілісної, системної моделі, яка б синтезувала найкращі підходи минулого та адаптувала їх до реалій сьогодення. Саме така модель, що базується на декомпозиції живучості на ключові компоненти, представлена нижче.

Концептуальна модель живучості угруповання ЗРВ

Модель (рис. 1) базується на декомпозиції поняття живучості на чотири взаємопов'язані та синергетичні структурні компоненти: прихованість, стійкість, відновлюваність та адаптивність.

1. Прихованість (Stealthiness): принцип "не бути виявленим"

Прихованість – це здатність угруповання та його елементів уникати виявлення та ідентифікації засобами розвідки противника [10]. В умовах сучасної війни, що

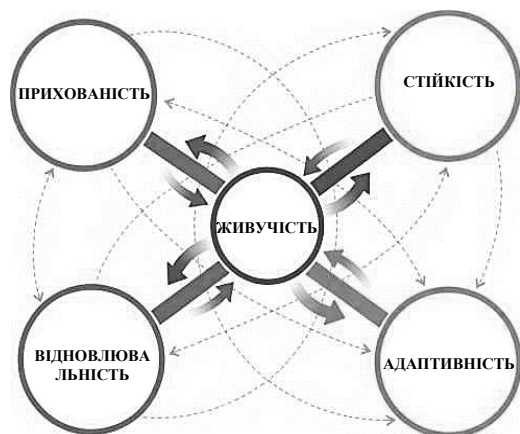


Рисунок 1. – Концептуальна модель живучості угруповання ЗРВ.

Джерело: розроблено автором.

характеризується “прозорістю” поля бою космічний, повітряний (особливо БПЛА) та радіотехнічний розвідці, прихованість є першим і найважливішим рубежем забезпечення живучості [2]. Основною метою цього компонента є максимальне ускладнення для противника циклу “розвідка-ураження” шляхом мінімізації ймовірності виявлення (P_v) [10]. Прихованість є комплексною властивістю, що реалізується через сукупність трьох ключових заходів: маскування, управління випромінюванням та введення в оману.

1) *Маскування (Concealment & Camouflage)*. Цей захід, що є фундаментом прихованості, спрямований на вирішення двох споріднених завдань: приховування (Concealment) – захист від спостереження противника, та камуфляж (Camouflage) – злиття з навколишнім середовищем [5]. Його основна мета – максимально ускладнити роботу засобів розвідки противника і, як наслідок, зірвати його цикл вогневого ураження.

Ефективне маскування має бути комплексним та безперервним, протидіючи виявленню у всіх основних діапазонах спостереження:

візуальний та оптичний: це класичний напрям, що передбачає використання табельних маскувальних сіток, фарбування техніки у відповідні кольори, а також максимальне використання природних маскуючих властивостей місцевості. Бойовий статут Сухопутних військ ЗС України прямо вимагає розміщувати озброєння та військову техніку в лісосмугах, ярах, за схилами висот та в межах населених пунктів для їх приховування від наземного та повітряного спостереження [29];

тепловий (інфрачервоний): сучасні засоби розвідки, особливо БПЛА, оснащені тепловізорами, що вимагає застосування спеціальних багатоспектральних покриттів та сіток, які розсіюють теплове випромінювання від працюючих двигунів та агрегатів техніки;

радіолокаційний: для протидії радіолокаційній розвідці використовуються спеціальні радіопоглинаючі матеріали та сітки, а також враховується рельєф місцевості для створення “радіолокаційної тіні”.

Досвід бойових дій в Україні доводить, що навіть прості заходи маскування значно підвищують живучість. Аналіз, проведений RUSI, показує, що українські сили активно використовують природні укриття для розосередження та приховування систем протиповітряної оборони (ППО), що значно ускладнює їх виявлення та ураження [2]. Успішне маскування безпосередньо впливає на математичні показники живучості, знижуючи ймовірність виявлення (P_v), що є вихідним параметром для подальших розрахунків у методах оцінювання [10].

2) *Управління випромінюванням (EMCON - Emissions Control)*. В умовах сучасної війни, що характеризується насиченістю поля бою засобами радіотехнічної розвідки (РТР) та наявністю у противника високоточних протирадіолокаційних ракет (ПРР), будь-яке випромінювання радіолокаційних засобів є потужним демаскуючим фактором, що може призвести до негайного вогневого удару. Управління випромінюванням (EMCON) є ключовим активним заходом прихованості, що спрямований на мінімізацію або повне виключення електромагнітних випромінювань для ускладнення його виявлення противником [7].

Реалізація EMCON передбачає комплексний підхід, що включає:

Суворе дотримання режимів радіомовчання: це базовий принцип, що вимагає від підрозділів ЗРВ уникати невинновданого використання радіостанцій та інших випромінюючих пристроїв.

Мінімізація часу роботи РЛС в активному режимі: Замість постійного сканування простору, РЛС має працювати в режимі короточасних, періодичних включень (“flicker” або “миготіння”). Це значно скорочує “вікно”, протягом якого засоби РТР противника можуть запеленгувати та ідентифікувати позицію комплексу [7].

Максимальне використання пасивних засобів розвідки: Пріоритет надається пасивним сенсорам (таким як станції пасивної радіотехнічної розвідки, оптико-електронні станції), які дозволяють отримувати інформацію про повітряну обстановку, не демаскуючи себе випромінюванням.

Використання зовнішніх джерел цілевказання: Отримання даних про повітряні цілі від вищих командних пунктів, літаків ДРЛВ, сусідніх підрозділів чи інших джерел розвідки дає змогу тримати власні РЛС у пасивному режимі аж до моменту безпосередньої підготовки до пуску ракети.

В контексті багатодомених операцій, управління випромінюванням набуває ще більшого значення, оскільки електромагнітний спектр є таким самим полем бою, як і фізичні домени [19; 20]. Контроль над власними випромінюваннями є ключовим елементом протидії ворожому таргетингу, який інтегрує дані з різних доменів для наведення високоточної зброї [21]. Успішне застосування EMCON безпосередньо впливає на показники живучості, що використовуються в

математичних моделях, суттєво знижуючи ймовірність виявлення (P_v), яка є вихідним параметром для подальших розрахунків [10].

3) *Ведення в оману (Deception): принцип “змусити противника помилитися”*. Ведення в оману є активним та інтелектуальним компонентом прихованості, що спрямований не просто на приховування своїх сил, а на цілеспрямоване введення противника в оману щодо реального складу, розташування, намірів та бойових можливостей угруповання військ [5]. Його кінцева мета – змусити противника прийняти хибне рішення: зосередити розвідку на неіснуючих об’єктах, завдати удару по хибних цілях або невірно оцінити бойовий потенціал угруповання, що призведе до зриву його планів [24].

Ефективність введення в оману досягається шляхом створення цілісної, правдоподібної, але неправдивої картини бойових дій для противника через застосування таких заходів:

1) Створення хибних позицій та районів: це основний тактичний прийом, що передбачає обладнання позицій, аналогічних реальним, але без розміщення на них справжньої техніки та особового складу [29]. Ефективність хибних позицій значно зростає при використанні:

макетів техніки: від простих надувних макетів до повнорозмірних копій, здатних імітувати техніку у візуальному та радіолокаційному діапазонах;

імітаторів випромінювання: спеціальних пристроїв, що імітують теплове (інфрачервоне) та електромагнітне (робота РЛС) випромінювання реальних зразків ОВТ, що робить хибну позицію невідрізнимою для технічних засобів розвідки противника.

2) Демонстративні дії: проведення імітації активної діяльності на хибних напрямках (переміщення техніки, радіообмін у мережах) з метою відволікання уваги противника від районів зосередження основних сил.

Успішне введення в оману дозволяє досягти значної воєнно-економічної переваги, змушуючи противника витратити дороговартісні високоточні боєприпаси (крилаті ракети, баражуючі боєприпаси) на знищення дешевих макетів. Це не лише підвищує живучість реальних підрозділів, а й виснажує бойовий потенціал ворога. Важливість цього заходу знайшла своє відображення в українських математичних моделях оцінки живучості, де ефективність введення в оману враховується через коефіцієнти кількості (η) та правдоподібності (ξ) хибних позицій, які безпосередньо впливають на зниження ймовірності виявлення реальних об’єктів [10].

2. Стійкість (Robustness): принцип “витримати удар”

Стійкість – це здатність угруповання витримувати вогневий, радіоелектронний та кібернетичний вплив, зберігаючи структурну цілісність та критично важливі функції, коли заходи прихованості не спрацювали або є недостатніми [16; 17]. Цей компонент є другим

рубежем оборони і визначає здатність системи продовжувати функціонувати навіть після зазнаних пошкоджень. На відміну від живучості окремого зразка ОВТ, стійкість угруповання є комплексною властивістю, що забезпечується як фізичним захистом, так і, що більш важливо, його раціональною структурною організацією.

Фізичний захист. Це класичний елемент стійкості, що передбачає зменшення вразливості до кінетичного впливу противника. Він включає:

1) Інженерне обладнання позицій: спорудження укриттів для техніки та особового складу (окопи, капонири, бліндажі), а також обвалування [29]. Це відповідає класичному визначенню “cover” у доктрині США – захист від прямого та непрямого вогню [5]. Ефективність інженерного обладнання є класично вимірною величиною, що враховується у математичних моделях як коефіцієнт, що знижує ймовірність ураження (P_{ur}) [10];

2) Використання захисних властивостей місцевості: розміщення елементів угруповання за природними перешкодами (пагорби, схили), що забезпечують додатковий захист [29].

Структурна організація. Це ключовий фактор стійкості саме угруповання як системи. Він дозволяє мінімізувати наслідки ураження окремих елементів та зберегти загальну боєздатність.

1) Розосередження (Dispersal): розміщення елементів угруповання (пунктів управління, РЛС, пускових установок) на місцевості на відстанях, що виключають їх одночасне ураження одним боєприпасом або однією вогневою групою [29]. Цей принцип є основоположним як у статутах ЗС України, так і в доктринах НАТО [7].

2) Ешелонування та взаємне прикриття (Layering and Mutual Support): побудова бойових порядків, де комплекси різної дальності та призначення прикривають один одного. Наприклад, ЗРК великої дальності прикриваються комплексами середньої та малої дальності, що створює ешелоновану систему ППО.

3) Надлишковість та живучість системи управління (C2 Redundancy): в умовах сучасної війни система управління є пріоритетною ціллю. Тому стійкість угруповання прямо залежить від живучості його “нервової системи” [16]. Це досягається шляхом створення запасних та мобільних резервних пунктів управління, дублювання каналів зв’язку (дротових, радіорелейних, супутникових) та розробки процедур швидкої передачі функцій управління [17].

3. Відновлюваність (Resilience): принцип “повернутися в бій”

Відновлюваність – це здатність угруповання швидко відновлювати свою боєздатність та втрачені внаслідок вогневого та іншого впливу противника функції [18]. Цей компонент є динамічною характеристикою, що визначає здатність системи до “регенерації” та мінімізації наслідків ураження. Якщо стійкість дозволяє “пережити” удар, то відновлюваність забезпечує здатність продовжувати боротьбу. Вона є критично

важливою в умовах затяжних бойових дій високої інтенсивності, де уникнути втрат повністю неможливо. Компонент включає три ключові напрями:

Відновлення ОВТ та логістика. Це матеріальна основа відновлення. Вона передбачає наявність ефективної, захищеної та гнучкої системи логістичного забезпечення. До неї входить:

1) Система відновлення ОВТ: наявність підготовлених ремонтно-відновлювальних органів, запасу матеріальних засобів, ресурсів, запасних частин та інструментів (ЗІП), а також відпрацьованих процедур евакуації пошкодженої техніки з поля бою та її оперативного ремонту [4].

2) Логістичне забезпечення: своєчасне та безперебійне поповнення боєкомплекту, пально-мастильних матеріалів та інших засобів. Стійкість самої системи логістики, як доведено у працях О. Доски та П. Опенька, є одним з ключових чинників, що впливають на живучість бойових підрозділів [18].

Відновлення управління. Це “нервова система” відновлюваності. Оскільки пункти управління є пріоритетними цілями для противника, здатність угруповання швидко відновити керованість є вирішальною [16]. Це досягається через:

1) Швидку реконфігурацію мереж: можливість оперативно перерозподіляти функції ураженого пункту управління на резервний (мобільний, розосереджений), відновлювати втрачені канали зв'язку та переналаштовувати потоки даних;

2) Математичне моделювання відновлення: у сучасних наукових підходах процес відновлення управління є класично вимірною величиною. Наприклад, у моделях, що використовують апарат марковських процесів, здатність системи повернутися з пошкодженого стану в боєздатний описується через інтенсивність потоку відновлень ($\lambda_k, k-1$) [17]. Чим вищий цей показник, тим швидше система відновлює свою функціональність.

4. Адаптивність (Adaptability): принцип “бути непередбачуваним”

Адаптивність – це здатність угруповання динамічно змінювати свою структуру, тактику дій та алгоритми функціонування у відповідь на зміни в обстановці та діях противника [11; 12]. Якщо стійкість дозволяє витримати удар, а відновлюваність – ліквідувати його наслідки, то адаптивність спрямована на те, щоб унеможливити або значно ускладнити для противника саму можливість завдати ефективного удару. Це найважливіший проактивний компонент живучості в умовах сучасної швидкоплинної війни.

Маневр: є ключовим та найбільш очевидним проявом адаптивності. Постійна та непередбачувана для противника зміна вогневих позицій за принципом “відстрілявся – зміни позицію” (shoot-and-scoot) є фундаментальною умовою виживання на сучасному полі бою [5]. Досвід бойових дій в Україні переконливо доводить, що тривале перебування на одній позиції після виходу в ефір або виконання вогневого

завдання робить ураження підрозділу лише питанням часу [2, 11]. Ця тактика прямо протидіє ворожому циклу “розвідка-ураження”, оскільки на момент, коли противник отримує точні координати та готується завдати удару, підрозділ вже знаходиться в русі на нову позицію.

Тактична гнучкість: Адаптивність не обмежується лише фізичним переміщенням. Вона включає застосування нестандартних тактичних прийомів, що створюють для противника постійну невизначеність. До таких прийомів належать:

“кочуючі ЗРК”: дії окремих пускових установок або батарей у відриві від основних сил з постійною зміною районів базування;

“зенітні засідки”: приховане розгортання на неочікуваних для противника напрямках з метою раптового ураження повітряних цілей;

динамічна зміна бойових порядків: перегрупування сил та засобів у відповідь на зміну напрямку основних зусиль противника. Ці заходи, як зазначається у дослідженнях [14], дозволяють нівелювати кількісну та технологічну перевагу ворога.

Багатодоменна адаптація: в умовах багатодомених операцій адаптивність має проявлятися не лише у фізичному просторі. Угруповання повинно демонструвати гнучкість і в інших доменах. Це здатність оперативно змінювати робочі частоти, переходити на резервні канали управління та змінювати протоколи передачі даних для протидії засобам РЕБ противника. Також це включає здатність до реконфігурації комп'ютерних мереж для протидії кіберзагрозам, що є ключовим для збереження керованості в умовах комплексного впливу [20].

Синтез: Комплексне визначення живучості угруповання ЗРВ

На основі детального аналізу компонентів моделі та їх взаємозв'язку, головним результатом роботи є формулювання нового, системного визначення поняття.

Живучість угруповання зенітних ракетних військ – це комплексна характеристика, що визначає властивості створеного угруповання зенітних ракетних військ та його елементів зберігати боєздатність, структурну цілісність, функціональність та спроможність ефективно виконувати бойові завдання в умовах організованого цілеспрямованого впливу противника [32].

Таким чином, запропонований підхід представляє живучість не як окремий показник (наприклад, імовірність неуразення), а як інтегральну системну властивість. Воно поєднує в собі здатність зберігати структурну цілісність (компонент “Стійкість”), функціональність (компоненти “Стійкість” та “Відновлюваність”), та боєздатність (інтегральний результат взаємодії всіх компонентів), що і дозволяє ефективно виконувати завдання. На відміну від попередніх підходів, це визначення є універсальним, оскільки не прив'язане до конкретного типу загроз, та комплексним, бо охоплює як фізичне виживання елементів, так і

збереження функціональних зв'язків між ними, що є основою боєздатності угруповання як єдиного організму. Цей результат є теоретичним фундаментом для подальшого обговорення практичних аспектів та наслідків нового розуміння живучості.

Обговорення

Представлена концептуальна модель та нове визначення живучості є вирішенням поставленого наукового завдання. На відміну від існуючих підходів, що часто фокусуються на окремих аспектах, розроблена чотирикомпонентна модель (прихованість, стійкість, відновлюваність, адаптивність) систематизує та розвиває попередні наукові напрацювання. Вона надає концептуальний контекст як для західних тактичних підходів, таких як C³D [5], так і для українських математичних моделей, що оцінюють імовірнісні показники виживання [9-11].

1) Актуальність моделі в контексті багатодомених операцій

Сучасні військові концепції передбачають ведення багатодомених операцій (MDO), що об'єднують дії у фізичних доменах з космосом та кіберпростором [19]. Це означає, що загроза для угруповання ЗРВ стає комплексною: кібератаки на системи управління, придушення GPS з космосу, удари БпЛА та балістичних ракет [20, 22, 28].

Запропонована модель живучості є адекватною відповіддю на ці загрози, оскільки кожен її компонент набуває багатодоменого виміру:

“Стійкість” тепер включає не лише фізичний захист, а й кіберзахищеність та стійкість до радіоелектронного придушення;

“Прихованість” вимагає протидії не тільки візуальній та радіотехнічній, а й космічній розвідці;

“Адаптивність” передбачає маневр не лише на землі, а й у кіберпросторі (швидка зміна частот, протоколів, мережних конфігурацій) [20; 21].

Практичним прикладом реалізації цих принципів є концепція Військово-Повітряних Сил США “Гнучке бойове застосування” (Agile Combat Employment, ACE), що передбачає розосередження сил по мережі невеликих аеродромів для ускладнення планування противника [27]. Цей підхід, як показує досвід України [2], є життєво необхідним для збереження бойового потенціалу.

2) Практичні імплікації: від теорії до дій

Новий підхід до розуміння живучості вимагає перегляду практичних аспектів діяльності військ.

Зміна у плануванні операцій. Командири та штаби отримують інструмент для комплексного, а не одностороннього планування. Замість фокусування виключно на інженерному обладнанні позицій, планування має в рівній мірі включати заходи з введення противника в оману, організацію маневру та створення стійкої системи логістики та ремонту.

Людський фактор та підготовка. Ефективність моделі залежить від людського фактора: рівня підготовки особового складу, психологічної стійкості та здатності командирів швидко приймати нестандартні рішення в умовах стресу. Запропонована модель дозволяє висунути нові

вимоги до підсистем “Навчання” та “Лідерство”. Відпрацювання нормативів маневру, дій під вогнем та в умовах РЕБ має стати пріоритетом.

Воєнно-економічний аспект. Інвестиції в комплексні заходи з підвищення живучості (маскування, маневр, створення хибних цілей) є значно ефективнішими, ніж покриття втрат дороговартісних зразків ОБТ. Таким чином, забезпечення живучості є не лише тактичною необхідністю, а й економічно доцільною стратегією збереження найцінніших оборонних активів держави.

3) Напрями подальших досліджень

Перспективним напрямом є розробка на основі запропонованої концептуальної моделі відповідного науково-методичного апарату для кількісного оцінювання узагальненого показника живучості угруповання зенітних ракетних військ в операціях. Це дозволить перейти від якісного аналізу до розробки конкретних нормативів та критеріїв, необхідних для прийняття рішень у процесі планування бойового застосування, зокрема через імітаційне моделювання [33].

Висновки

На основі проведеного дослідження, що включало аналіз сучасних українських наукових праць, закордонних доктринальних документів та досвіду російсько-української війни, можна зробити наступні висновки:

1. Класичні підходи до визначення живучості, які часто фокусуються на окремих тактичних заходах або фізичній стійкості окремих зразків озброєння, є недостатніми для адекватного опису викликів сучасної війни. Виявлено невирішене завдання, яке полягає в удосконаленні існуючої концептуальної моделі, яка б системно інтегрувала різні аспекти живучості.

2. Основним результатом роботи є розробка нового системного підходу до розуміння живучості, який представлено у вигляді чотирикомпонентної концептуальної моделі (прихованість, стійкість, відновлюваність, адаптивність). На основі цієї моделі сформульовано нове, комплексне визначення живучості угруповання ЗРВ, що розглядає її як інтегральну характеристику, яка забезпечує збереження боєздатності, структурної цілісності та функціональності системи.

3. Наукова новизна запропонованого підходу полягає у синтезі тактичних, технічних, організаційних та математичних аспектів в єдину логічну структуру. На відміну від попередніх методик, він розглядає живучість як емерджентну властивість угруповання, що дозволяє більш повно враховувати синергетичні ефекти від взаємодії його елементів та адекватно реагувати на загрози в багатодоменому операційному середовищі.

4. Практичне значення дослідження полягає у наданні органам військового управління концептуального інструменту для комплексного планування заходів із підвищення живучості угруповання ЗРВ в операціях. Це дозволяє змістити акценти з переважно пасивного захисту на збалансоване поєднання всіх компонентів, що є

критично важливим для збереження бойового потенціалу військ. Результати роботи можуть бути використані для вдосконалення як національних керівних документів, так і доктрин НАТО, зокрема АJP-3.3 [26].

Перспективним напрямом подальших досліджень є розробка на основі запропонованої концептуальної моделі відповідного науково-методичного апарату для кількісного оцінювання узагальненого показника живучості угруповання ЗРВ в операціях. Це дозволить перейти від якісного аналізу до розробки конкретних нормативів та критеріїв, необхідних для прийняття рішень у процесі планування бойового застосування угруповання ЗРВ в операціях.

Список використаних джерел

1. А. Корецький, В. Семененко, С. Возняк, Р. Черевко, О. Демешко, “Гібридна агресія Російської Федерації: досвід протидії України, наслідки для Європи”, зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. Національного університету оборони України ім. І. Черняховського, Київ, 2021, с. 227. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://nuou.org.ua/assets/documents/hibr-agr-rf-22.pdf>.
2. J. Watling, N. Reynolds, *Tactical Developments During the Third Year of the Russo–Ukrainian War*. London: Royal United Services Institute, 2025, p. 48.
3. В.Горбенко, В. Кірсенко, П. Чернявський, В. Камінський, “Аналіз досвіду застосування ракетного балістичного озброєння та шляхи протидії ракетним загрозам”, *Повітряна міць України*, № 1(8), с. 5–16, 2025. doi: 10.33099/2786-7714-2025-1-8-5-16. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <http://sap.nuou.org.ua/article/view/325279/321366>.
4. П. Опенько, О. Доска, А. Дудуш, А. Козир, “Методичний підхід до розрахунку ефективності усунення бойових пошкоджень і відновлення працездатності бойових засобів зенітних ракетних комплексів у контрнаступальній операції в сучасних умовах”, *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, № 7(1), с. 68–77, 2021. doi: doi.org/10.37701/dndivsovt.7.2021.08. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/89/86>.
5. J. Smallfield, *What is the Role of Survivability Operations in the Current Force?* Fort Leavenworth, KS: U.S. Army Command and General Staff College, 2003, p. 109.
6. *Field Manual 3-0: Operations*. Washington, DC: Headquarters, Dept. of the Army, 2019, p. 378.
7. *Field Manual 3-01: U.S. Army Air and Missile Defense Operations*. Washington, DC: Headquarters, Dept. of the Army, 2015, p. 274.
8. R. G. R. Smith, *Towards A Definition Of Survivability for the Australian Defence Force*. Canberra: Land Warfare Studies Centre, 2009, p. 85.
9. С. Гогоняц, В. Крищенко, О. Колеснік, “Вибір показників оцінювання живучості угруповання радіотехнічних військ”, *Системи озброєння і військова техніка*, № 4(56), с. 7–12, 2018. doi: 10.30748/soivt.2018.56.01.
10. В. Мегельбей, С. Кравченко, Д. Іценко, Р. Олійник, С. Цілина, “Методика оцінювання живучості системи управління вогнем зенітного підрозділу (частини)”, *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, № 3(15), с. 77–83, 2020. doi: 10.37701/dndivsovt.3.2020.10. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/33/32>.
11. Є. Кондратенко, “Удосконалена методика оцінювання живучості артилерійських підрозділів у наступальному бою”, *Грааль науки*, № 39, с. 249–258, 2024. doi: 10.36074/grail-of-science.10.05.2024.034. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://archive.journal-grail.science/index.php/2710-3056/article/view/2329/2353>.
12. Ю. Репіло, О. Головенко, “Обґрунтування показників та критерію можливої живучості артилерійських підрозділів під час вогневої підтримки в наступальних діях”, *Системи озброєння і військова техніка*, № 3(67), с. 39–44, 2021. doi: 10.30748/soivt.2021.67.05. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://journal-hnups.com.ua/index.php/soivt/article/view/731/632>.
13. О. Титаренко, Є. Власенко, “Знищення засобів повітряного нападу противника під час російсько-української війни”, *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняховського*, № 3(82), с. 17–25, 2024. doi: 10.33099/2304-2745/2024-3-82/17-25. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <http://znp-cvds.nuou.org.ua/article/view/321309>.
14. К. Горбачов, “Удосконалена методика та алгоритм оцінювання ефективності функціонування системи протиповітряної оборони тактичного рівня”, *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, № 3(42), с. 17–24, 2021. doi: 10.33099/2311-7249/2021-42-3-17-24. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://sit.nuou.org.ua/article/view/243665/244054>.
15. О. Титаренко, Є. Власенко, “Протиповітряна оборона в російсько-українській війні: уроки та рекомендації”, *Повітряна міць України*, № 6(1), с. 49–55, 2024. doi: 10.33099/2786-7714-2024-1-6-49-55. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://sap.nuou.org.ua/article/view/302608>.
16. Ю. Гусак, В. Шевченко, “Методичний підхід щодо аналізу живучості системи пунктів управління”, *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, № 1(37), с. 191–196, 2020. doi: 10.33099/2311-7249/2020-37-1-191-196. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://sit.nuou.org.ua/article/view/198442/203500>.
17. С. Кірсанов, “Метод обґрунтування вимог до живучості перспективної автоматизованої системи управління військами”, *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, № 2(12), с. 53–63, 2022. doi: 10.37701/dndivsovt.12.2022.06. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/163/161>.
18. О. Доска, П. Опенько, А. Дудуш, М. Суграй, “Визначення показника ефективності відновлення зенітного ракетного озброєння з урахування ресурсних обмежень”, *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, № 37(1), с. 15–20, 2020. doi: 10.33099/2311-7249/2020-37-1-15-20. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://sit.nuou.org.ua/article/view/194228/202472>.
19. О.Хімченко, “Формалізація завдання з дезорганізації системи протиповітряної оборони противника”, *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняховського*, № 2(75), с. 26–32, 2022. doi: 10.33099/2304-2745/2022-2-75/26-32. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <http://znp-cvds.nuou.org.ua/article/view/266774>.
20. О. Сальнікова, В. Корендович, П. Мінесев, С. Антоненко, “Аналіз воєнних аспектів гібридної війни: їх зміст та уроки протидії”, *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, № 2(32), с. 111–118, 2018. doi: 10.33099/2311-7249/2018-32-2-111-118. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <https://sit.nuou.org.ua/article/download/157985/157609/345571>.
21. В. Горбенко, А. Кучинська, В. Гудим, “Особливості

таргетингу в сучасних об'єднаних та майбутніх багатодомених операціях", Повітряна міць України, № 2(5), с. 10–16, 2023. doi: 10.33099/2786-7714-2023-2-5-10-16. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <http://sap.nuou.org.ua/article/view/291360/285999>.

22. В. Горбенко, О. Коршець, "Запобігання можливій ескалації в повітряному домені збройної боротьби", Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняхівського, № 3(79), с. 52–60, 2023. doi: 10.33099/2304-2745/2023-3-79/52-60. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: <http://znpcvsd.nuou.org.ua/article/view/298229>.

23. Field Manual 3-90: Tactics. Washington, DC: Headquarters, Dept. of the Army, 2011, p. 266.

24. Army Doctrine Publication 3-13: Information Operations. Washington, DC: Headquarters, Dept. of the Army, 2023, p. 80.

25. Joint Publication 1-02: Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms. Washington, DC: The Joint Staff, 2021, p. 370.

26. Allied Joint Publication 3.3: Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations. Brussels: NATO Standardization Office, 2016, p. 166.

27. Air Force Doctrine Note 1-21: Agile Combat Employment. Washington, DC: Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education, 2022, p. 72.

28. "The US Army's multi-domain-operations doctrine",

The International Institute for Strategic Studies, 2022. [Online]. Available: <https://www.iiss.org/publications/strategic-comments/2022/the-us-armys-multi-domain-operations-doctrine/>.

29. Бойовий статут Сухопутних військ Збройних Сил України "Операції з розміщення військ" (тактичний рівень). Київ, 2021, с. 48.

30. J. Zych, "The Development of the Israeli National Missile Defense Concept", Kwartalnik Bellona, no. 2, pp. 75–88, 2020. [Online]. Available: https://zbrojni.blob.core.windows.net/pzdata2/TinyMceFiles/bellona2_2020.pdf.

31. В. Горбенко, П. Опенько, Є. Власенко, "Протидія повномасштабній російській агресії в повітряному домені", Теоретико-прикладні аспекти російсько-української війни: всеохоплювача оборона, розвиток та посилення спроможностей: монографія, м. Київ: НУОУ, 2025, с. 72–79.

32. М. Єрмошин, О. Кулешов, Г. Романенко, І. Чернигел, "Підхід щодо оцінки ефективності бойових дій угруповання зенітних ракетних військ", Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України, № 2, с. 113–118, 2019. doi: 10.30748/nitps.2019.35.14. Дата звернення: 28 серп. 2025. [Онлайн]. Доступно: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps_2019_2_17.

33. "Using agent-based modeling and a designed experiment to simulate and analyze a new air-to-air missile", ResearchGate, 2016, p. 10.

Yevhen Vlasenko

<https://orcid.org/0009-0005-6376-6104>

Yurii Horobets (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0001-7994-2022>

Oleksandr Tytarenko (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0002-3992-9314>

Pavlo Shchypanskyi (Candidate of Military Sciences, Professor)

<https://orcid.org/0000-0002-0854-733X>

The National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

SURVIVABILITY OF THE ANTI-AIRCRAFT MISSILE FORCES GROUP IN MODERN OPERATIONS (COMBAT): SYSTEM OF VIEWS, ESSENCE AND DEFINITION

The article analyzes existing approaches to determining the survivability of groups of anti-aircraft missile forces. It has been established that traditional approaches that focus on individual tactical measures or mathematical modeling of the survival of individual elements do not fully meet the challenges of modern warfare, in particular, countering reconnaissance and strike systems based on unmanned aerial vehicles. An unresolved task has been identified, which consists in the absence of a single conceptual model that would systematically integrate various aspects of survivability. A new systematic approach has been developed using the methods of system and comparative analysis, as well as decomposition and synthesis based on the study of the experience of hostilities in the Russian-Ukrainian war, domestic scientific works and foreign doctrinal documents. As a result, a four-component conceptual model of survivability is proposed, including concealment, stability, recoverability and adaptability. On the basis of this model, a new, comprehensive definition of the survivability of the group of anti-aircraft missile forces as its integrative, emergent property is formulated. It has been proven that the proposed approach is an adequate response to threats in today's multi-domain operational environment and allows for more reasonable development of comprehensive measures to increase the combat potential of troops.

Keywords: survivability, survivability indicators, anti-aircraft missile forces, efficiency, systems approach, conceptual model, russian-ukrainian war, multi-domain operations, combat potential, command and control, planning, troop grouping, reconnaissance means, modeling, unmanned aerial vehicles.

References

1. Koretsky A. A., Semenenko V. M., Voznyak S. M., Cherevko R. M., Demeshok O. O. Hybrid aggression of the Russian Federation: experience of counteraction by Ukraine, consequences for Europe: collection of materials of the international scientific and practical

conference of the National Defense University of Ukraine named after I. Chernyakhovsky. Kyiv: NUOU, 2021. P. 227. <https://nuou.org.ua/assets/documents/hibr-agr-rf-22.pdf>.

2. Watling J., Reynolds N. Tactical Developments During the Third Year of the Russo-Ukrainian War. London: Royal United Services Institute, 2025. P. 48.

3. Gorbenko V., Kireenko V., Chernyavskiy P., Kaminskyi V. Analysis of the experience of using ballistic missile weapons and ways to counter missile threats. *Air Power of Ukraine*. 2025. No. 1(8). P.5–16. <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2025-1-8-5-16>.
4. Openko P., Doska O., Dudush A., Kozyr A. Methodical approach to calculating the effectiveness of eliminating combat damage and restoring the operability of anti-aircraft missile systems in a counter-offensive operation in modern conditions. *Collection of scientific works; State Research Institute of Testing and Certification of Armaments and Military Equipment*. 2021. No.7(1). P. 68–77. <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/89/86>.
5. Smallfield J.L. What is the Role of Survivability Operations in the Current Force? Fort Leavenworth, Kansas : U.S. Army Command and General Staff College. 2003. P 109.
6. Field Manual 3-0. Operations. Washington, DC : Headquarters, Department of the Army. 2019. P 378.
7. Field Manual 3-01. U.S. Army Air and Missile Defense Operations. Washington, DC : Headquarters, Department of the Army. 2015. P 274.
8. Smith R. G. R. Towards A Definition Of Survivability for the Australian Defence Force. Canberra : Land Warfare Studies Centre. 2009. P 85.
9. Gogonyants S. Yu., Kryshchenko V. M., Kolesnik O. M. Selection of indicators for assessing the survivability of a group of radio engineering troops. *Weapons Systems and Military Equipment*. 2018. No. 4(56). P. 7–12. DOI: 10.30748/soivt.2018.56.01.
10. Megelbei V.V., Kravchenko S.O., Itsenko D.S., Oliynyk R.M., Tsilyna S.V. Methodology for assessing the survivability of the fire control system of an anti-aircraft unit (unit). *Collection of scientific works of the State Research Institute for Testing and Certification of Armaments and Military Equipment*. 2020. No. 3(15). P. 77–83. DOI: 10.37701/dndivsovt.3.2020.10.
11. Kondratenko E. V. Improved methodology for assessing the survivability of artillery units in offensive combat. *Graill of Science*. 2024. No. 39. P. 249–258. DOI: 10.36074/grail-of-science.10.05.2024.034.
12. Repilo Yu. E., Golovchenko O. V. Substantiation of indicators and criteria for possible survivability of artillery units during fire support in offensive operations. *Weapons Systems and Military Equipment*. 2021. No. 3(67). P. 39–44. <https://doi.org/10.30748/soivt.2021.67.05>.
13. Tytarenko O. B., Vlasenko E. V. Destruction of enemy air attack means during the Russian-Ukrainian war. *Collection of scientific papers of the Center for Military and Strategic Studies of the Ivan Chernyakhovsky National Defense University of Ukraine*. 2024. No. 3(82). P. 17–25. <http://znp-cvds.nuou.org.ua/article/view/321309>.
14. Gorbachev K. M. Improved methodology and algorithm for assessing the effectiveness of the tactical-level air defense system. *Modern information technologies in the field of security and defense*. 2021. No. 3(42). P. 17–24. DOI: 10.33099/2311-7249/2021-42-3-17-24.
15. Tytarenko O. B., Vlasenko E. V. Air defense in the Russian-Ukrainian war: lessons and recommendations. *Air power of Ukraine*. 2024. No. 6(1). P. 49–55. <https://sap.nuou.org.ua/article/view/302608>.
16. Gusak Yu.A., Shevchenko V.K. Methodological approach to the analysis of the survivability of the control point system. *Modern information technologies in the field of security and defense*. 2020. No. 1(37). P. 191–196. DOI: 10.33099/2311-7249/2020-37-1-191-196.
17. Kirsanov S.O. Method of substantiating the requirements for the survivability of a promising automated troop control system. *Collection of scientific works of the State Research Institute for Testing and Certification of Armaments and Military Equipment*. 2022. No. 2(12). P. 53–63. DOI: 10.37701/dndivsovt.12.2022.06.
18. Doska, O. M., Openko, P. V., Dudush, A. S. and Sughray, M. V. Determination of the efficiency indicator of the restoration of anti-aircraft missile weapons taking into account resource constraints. *Modern information technologies in the field of security and defense*. 2020. No. 37(1). P. 15–20. DOI: 10.33099/2311-7249/2020-37-1-15-20.
19. Khimchenko O. S. Formalization of the task of disorganizing the enemy's air defense system. *Collection of scientific works of the Center for Military and Strategic Research of the Ivan Chernyakhovsky National Defense University of Ukraine*. 2022. No. 2(75). P. 26–32. <http://znp-cvds.nuou.org.ua/article/view/266774>.
20. Salnikova O. F., Korendovych V. S., Mineev P. A., Antonenko S. I. Analysis of military aspects of hybrid warfare: their content and lessons for counteraction. *Modern information technologies in the field of security and defense*. 2018. No. 2(32). P. 111–118. <https://sit.nuou.org.ua/article/download/157985/157609/345571>
21. Gorbenko V.M., Kuchynska A.V., Gudym V.M. Peculiarities of targeting in modern joint and future multi-domain operations. *Air Power of Ukraine*. 2023. No. 2(5). P. 10-16. <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2023-2-5-10-16>.
22. Gorbenko V.M., Korshets O.A. Preventing possible escalation in the air domain of armed struggle. *Collection of scientific papers of the Center for Military and Strategic Studies of the Ivan Chernyakhovsky National Defense University of Ukraine*. 2023. No. 3(79). P. 52–60. <http://znp-cvds.nuou.org.ua/article/view/298229>.
23. Field Manual 3-90. Tactics. Washington, DC : Headquarters, Department of the Army. 2011. P 266.
24. Army Doctrine Publication 3-13. Information Operations. Washington, DC : Headquarters, Department of the Army. 2023. P 80.
25. Joint Publication 1-02. Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms. Washington, DC : The Joint Staff. 2021. P 370.
26. Allied Joint Publication 3.3. Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations. Brussels : NATO Standardization Office. 2016. P 166.
27. Air Force Doctrine Note 1-21. Agile Combat Employment. Washington, DC : Curtis E. LeMay Center for Doctrine Development and Education. 2022. P 72.
28. The US Army's multi-domain-operations doctrine. London : The International Institute for Strategic Studies. 2022. <https://www.iiss.org/publications/strategic-comments/2022/the-us-armys-multi-domain-operations-doctrine/>.
29. Combat Regulations of the Ground Forces of the Armed Forces of Ukraine “Operations for the Deployment of Troops” (tactical level). Kyiv. 2021. 48 p.
30. Zych J. The Development of the Israeli National Missile Defense Concept. *Kwartalnik Bellona*. 2020. № 2. C. 75–88. https://zbrojni.blob.core.windows.net/pzdata2/TinyMceFiles/bellona2_2020.pdf.
31. Gorbenko V.M., Openko P.V., Vlasenko E.V. Counteraction to full-scale Russian aggression in the air domain. *Theoretical and applied aspects of the Russian-Ukrainian war: comprehensive defense, development and strengthening of capabilities*: monograph / edited by M.V. Koval. Kyiv: NUOU, 2025. P. 72-79.
32. Yermoshyn M. O., Kuleshov O. V., Romanenko G. A., Chernygel I. S. Approach to assessing the effectiveness of combat operations of anti-aircraft missile forces groups. *Science and Technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*. 2019. No. 2. P. 113–118. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nitps_2019_2_17.
33. Using agent-based modeling and a designed experiment to simulate and analyze a new air-to-air missile. ResearchGate. 2016. P 10.