УДК 681.518.54:623.4
DOI: https://doi.org/1034169/2414-0651.2024.1(41).49-60

В. В. ЛУК'ЯНЧУК, *доктор технічних наук, професор*
https://orcid.org/0000-0001-5695-7723

І. М. НІКОЛАЄВ, *кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-1250-9918
(Харківський національній університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків)

О. О. ГОЛОВІН, *доктор технічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0003-4662-4559

В. В. ЗУБАРЄВ, *доктор технічних наук, професор*
https://orcid.org/0000-0002-4998-726X

О. О. ЗВЄРЄВ, *кандидат технічних наук, доцент*
https://orcid.org/0000-0003-2274-3115

О. С. МОМІТ
https://orcid.org/0000-0002-8901-7006
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

СИСТЕМНО-МЕТОДОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРИСУ СИСТЕМИ НЕСТРАТЕГІЧНОЇ ПРОТИРАКЕТНОЇ ОБОРОНИ НА СТАДІЇ ЗОВНІШНЬОГО ПРОЄКТУВАННЯ

У статті викладається системно-методологічний підхід до вирішення задачі обґрунтування обрису системи нестратегічної протиракетної оборони на стадії зовнішнього проєктування. Показано, що обрис такої системи має відображати призначення, склад і оперативно-стратегічні вимоги до неї. При цьому задача обґрунтування оперативно-стратегічних вимог до зазначеної системи полягає у визначенні сукупності найбільш важливих кількісно-якісних показників функціональних властивостей цієї системи, які забезпечують екстремальне значення обраного показника бойової ефективності системи при заданих ресурсних обмеженнях. Методичний підхід до обґрунтування обрису досліджуваної системи полягає у послідовному багатокроковому виборі раціонального обрису підсистем та елементів цієї системи шляхом моделювання двосторонніх бойових дій з метою досягнення раціонального показника ефективності системи не нижче потрібного значення.

Ключові слова: *система нестратегічної протиракетної оборони, балістичні засоби ураження, обрис, оперативно-стратегічні вимоги, моделювання бойових дій, методологічний аспект, показник ефективності.*

ВСТУП

Досвід збройних конфліктів останніх років показав різко зростаючу роль нестратегічних ракетних засобів ураження (НРЗУ), до яких відносяться оперативно-тактичні і тактичні балістичні ракети, снаряди реактивних систем залпового вогню (РСЗВ), а також аеробалістичні ракети, які характеризуються балістичною, аеродинамічною або змішаною траєкторією польоту [1, 2]. Балістичні та аеробалістичні ракети являють собою найскладніші цілі для засобів протиповітряної оборони (ППО). До їх основних характеристик, які безпосередньо впливають на ефективність функціонування засобів ППО, можна віднести малу радіолокаційну помітність у різних діапазонах радіохвиль, високу швидкість польоту та порівняно високу стійкість від впливу бойових частин (БЧ) зенітних керованих ракет (ЗКР). Усунення загрози застосування НРЗУ обумовлює необхідність створення системи нестратегічної протиракетної оборони, здатної вирішувати завдання захисту важливих державних об'єктів і військ від сучасних і перспективних балістичних і аеробалістичних засобів різних типів на оперативно-стратегічних напрямах, визначених військовою доктриною країни [1, 3]. Під нестратегічною протиракетною обороною (далі – ПРО) будемо розуміти протиракетну оборону на театрі воєнних дій та тактичну протиракетну оборону, завданнями яких є боротьба з балістичними ракетами середньої дальності, оперативно-тактичними та тактичними балістичними ракетами малої дальності та ближньої дії, а також з крилатими ракетами (повітряного, морського та наземного базування) та керованими (некерованими) авіаційними ракетами.

Створення системи ПРО є складним процесом, одним з ключових етапів якого є обґрунтування обрису цієї системи. У життєвому циклі будь-якої складної технічної системи, зокрема і системи ПРО, стадія формування обрису є найбільш відповідальною, оскільки від повноти та обґрунтованості рішень, що приймаються на цій стадії, безпосередньо залежить як ефективність системи, так і витрати на її створення [3–5]. Тому формування та реалізація рішень щодо концептуального обрису системи ПРО є ключовим питанням створення цієї системи. Суть завдання обґрунтування обрису системи ПРО полягає у визначенні таких складу, структури та основних характеристик функціональних властивостей цієї системи, які забезпечують екстремальне значення обраного показника бойової ефективності при заданих ресурсних обмеженнях.

Формування обрису системи ПРО є рішенням багатокритеріальної оптимізаційної задачі з неповною інформацією про об'єкти ураження. Через наявність концептуальних і методичних труднощів нині не існує єдиного методологічного підходу до вирішення задачі прямого оптимального синтезу обрису складних технічних систем, до яких належить система ПРО. Труднощі вирішення цієї задачі обумовлені тим, що на початковій стадії життєвого циклу, до якої належить стадія зовнішнього проєктування, система ПРО для виконання заданого обсягу бойових задач повинна представлятися у вигляді альтернативних варіантів її складу і структури. Тому обґрунтування обрису системи ПРО повинно здійс-

нюватися багаторазовим повторенням аналізу різних варіантів проєктних альтернатив.

Виходячи з цього, особливої актуальності набуває задача вдосконалення методологічного підходу до обґрунтування обрису системи ПРО, яка повинна забезпечити захист важливих державних об'єктів і військ від ракетних ударів противника з заданим рівнем ефективності.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У спеціалізованих науково-технічних виданнях публікується велика кількість робіт, присвячених різним аспектам проблеми розвитку та обґрунтування оперативно-стратегічних та оперативно-тактичних вимог до розроблюваних (модернізованих) зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) різного призначення [6–12]. Так, наприклад, системно-методологічні аспекти розвитку ОВТ розглядаються і аналізуються у монографіях [6, 7] та у статтях [8–12]. У роботах [13–15] розглядаються форми застосування засобів повітряного нападу в рамках так званої багатосферної операції, яка буде проводитися в єдиному розвідувально-інформаційному середовищі. В статті [16] викладений методичний підхід до обґрунтування раціонального складу й побудови угруповання зенітних ракетних військ на стратегічному напряму. В роботі [17] розглядаються питання вибору показників і критеріїв для оцінки ефективності відбиття ударів повітряного противника по об'єктах, що обороняються. У статтях [18, 19] викладаються основні методологічні положення щодо розробки і використання математичних моделей бойових дій у сфері протиповітряної оборони для вирішення різних задач розвитку і обґрунтування вимог до систем і зразків ОВТ, обґрунтування раціонального складу та побудови угруповань ППО та ЗРВ за умови забезпечення потрібного рівня ефективності прикриття при мінімальної їх вартості. Проведений аналіз результатів останніх досліджень свідчить, що в них відсутні роботи, спрямовані на вирішення проблеми обґрунтування обрису системи нестратегічної ПРО, яка повинна забезпечувати відбиття ракетних засобів різних типів в прогнозованих умовах здійснення протиповітряної/протиракетної оборони об'єкта прикриття.

Мета статті – представити у систематизованому вигляді методологічний підхід до вирішення задачі обґрунтування обрису системи нестратегічної ПРО на стадії зовнішнього проєктування на основі імітаційного математичного моделювання можливих сценаріїв здійснення протиповітряної/протиракетної оборони об'єкта прикриття.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Обґрунтування обрису системи ПРО полягає у тому, щоб визначити призначення і склад цієї системи та сукупність кількісно-якісних показників її функціональних властивостей (спроможностей), при яких вона здатна забезпечити ефективне виконання завдань боротьби з різнотипними НРЗУ противника в прогнозованих умовах ведення протиповітряної операції при мінімальних витратах на створення цієї системи. На певному рівні абстрагування обрис системи ПРО можна інтерпретувати як її технічний варіант, який є конкретним уявленням концепції створення системи та відображає її найбільш характерні риси. Іншими словами, обрис системи ПРО є комплексною якісно-кількісною характеристикою, яка повинна відображати її найбільш загальні та значущі ознаки, як об'єкта проєктування.

Основною проблемою на етапі обґрунтування обрису системи ПРО є конкретизація цілей та завдань, які має вирішувати система, та пред'явлення вимог до основних характеристик та властивостей системи, які мають забезпечити досягнення цих цілей. Метою обґрунтування обрису системи ПРО є визначення оптимального складу та властивостей системи, які забезпечують прийнятну цільову ефективність системи в усьому діапазоні умов її функціонування.

З математичної точки зору завдання обґрунтування обрису системи ПРО представляє собою вибір найкращого рішення ω^* з безлічі Ω допустимих рішень на основі зіставлення всіх елементів $\omega \in \Omega$ множини за ефективністю функціонування системи в прогнозованих умовах протиповітряної операції. При цьому у якості показника ефективності системи ПРО на етапі обґрунтування її обрису доцільно використовувати потенційну ефективність системи W, яку можна записати у вигляді функціоналу:

$$W = F\left(Y, U, Z, X, V, \Omega\right), \tag{1}$$

де Y – безліч функціональних властивостей системи; U – безліч умов застосування системи ПРО у протиповітряній операції; Z – безліч цілей, які мають бути досягнуті в результаті функціонування системи; X – безліч параметрів НРЗУ; V – безліч способів застосування НРЗУ противника; Ω – безліч можливих (допустимих) варіантів рішень щодо обрису системи ПРО.

Формування обрису системи ПРО у загальному випадку може бути представлене виразом

$$O_1 : \left(Y, U, Z, X, V\right) \to \Omega . \tag{2}$$

Вираз (2) визначає алгоритм, який кожному набору умов ($y \in Y$, $u \in U$, $z \in Z$, $x \in X$, $v \in V$) ставить у відповідність деяке рішення ω з безлічі Ω можливих (допустимих) варіантів обрису системи ПРО. Реалізація цього обрису призводить до деякого результату R, який в узагальненому вигляді може бути представлено виразом

$$O_2 : \left(Y, U, Z, X, V, \Omega\right) \to R. \tag{3}$$

Вираз (3) являє собою модель, яка зв'язує варіант обрису системи ПРО з очікуваними результатами використання ресурсів, необхідних для створення системи з параметрами $y \in Y$, які забезпечують досягнення цілей $z \in Z$. При цьому ефективність W обраного варіанта обрису ω системи ПРО визначається ступенем досягнення цілей її функціонування. Оцінка ефективності у загальному вигляді може бути представлена відображенням

$$O_3 : \left(Y, U, Z, X, V, R, \Omega\right) \to W. \tag{4}$$

У сукупності вирази (3) і (4) являють собою модель оцінювання ефективності рішень щодо формування раціонального обрису системи ПРО. Обмеженість ресурсів обумовлює необхідність обґрунтування раціонального

варіанту обрису ω^* системи ПРО, який повинний забезпечувати максимальне значення показника ефективності системи за узагальненим критерієм «ефективність – вартість»:

$$\omega^* = \arg\max_{\omega\in\Omega} f\left(W(\omega), C(\omega)\right), \quad (5)$$

при

$$W(\omega) \geq W_\partial;\ C(\omega) \leq C_л, \quad (6)$$

де $\Omega = \left\{n_i, h_i^q, e_i^s\right\}$ – безліч варіантів обрису системи ПРО, що характеризуються кількістю зразків ОВТ n_i $i = \overline{1,N}$, їх тактико-технічними характеристиками h_i^q, $q = \overline{1,Q}$, і техніко-економічними показниками e_i^m, $m = \overline{1,M}$; $W(\omega)$, W_∂ – показник ефективності системи ПРО та його мінімально допустиме значення при реалізації варіанту обрису ω цієї системи; $C(\omega)$, $C_л$ – витрати і ліміти асигнувань на реалізацію варіанту обрису ω системи ПРО.

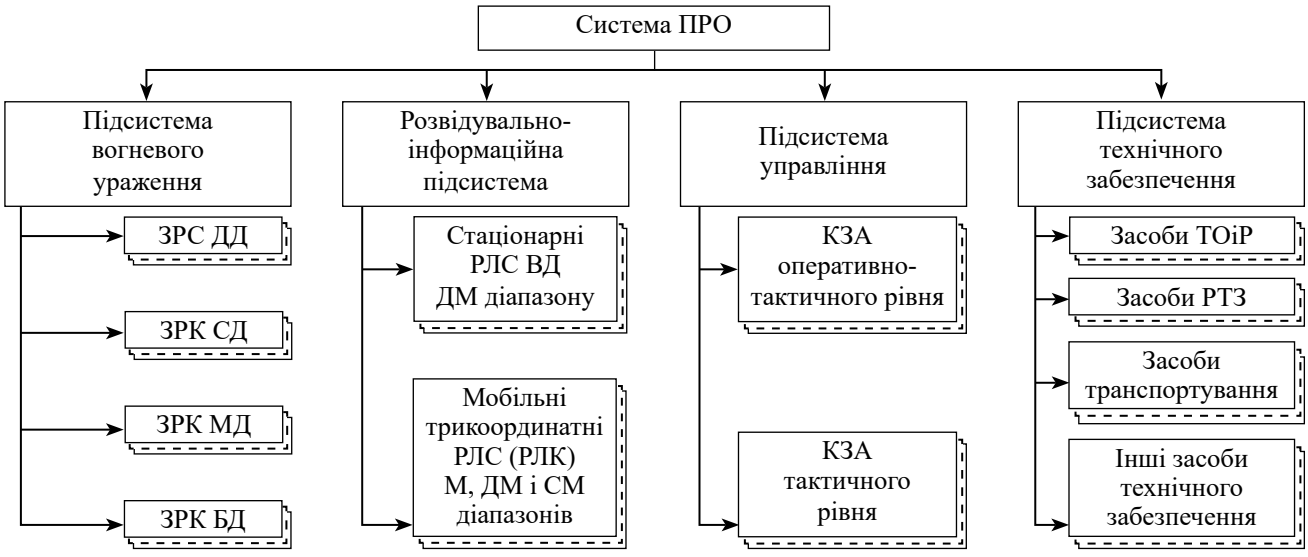
Система ПРО, як елемент ієрархічної багаторівневої структури – об'єднаної системи ППО – ПРО, є складною технічною системою, яка складається з підсистем і елементів підпорядкованих рівнів. Властивості системи ПРО виявляються за її взаємодії з оточуючими системами. Проте сутність цих властивостей визначається внутрішньою будовою системи ПРО. Властивості складових частин системи ПРО проявляються у адекватних їм оточеннях, водночас їх причина міститься у структурі дрібніших складових частин тощо. Наростаючий ступінь розукрупнення системи ПРО фіксується в рівнях її опису, яким ставляться у відповідність рівні синтезу цієї системи.

Виходячи з цього, система ПРО при обґрунтуванні обрису повинна розглядатися з організаційно-функціональної, системотехнічної та технічної точок зору (аспектів). Це пов'язано з тим, що сутність функціонування системи ПРО носить структурний характер, але її будова є організаційною і функціональною. У той же час функціональні та структурні властивості цієї системи кількісно виражаються певною множиною характеристик і параметрів, значення яких підлягають визначенню.

В рамках організаційно-функціонального аспекту на основі прогнозування функціонально-технічного обрису балістичних і аеробалістичних ракетних засобів як об'єктів ураження проводиться обґрунтування ролі та місця системи ПРО в об'єднаній системі ППО – ПРО в умовах невизначеності, викликаної інтервальними оцінками досяжних характеристик системи ПРО та її складових частин, випадковим характером зовнішніх впливових факторів та невизначеністю вибору поведінки противника [1]. При цьому формулюються завдання системи та обґрунтовуються способи їх вирішення, визначаються функції, загальний порядок її функціонування та зовнішні взаємозв'язки цієї системи. В рамках системотехнічного аспекту формулюються принципи побудови системи ПРО, визначаються її складові частини (підсистеми) та їх взаємозв'язки. В рамках технічного аспекту здійснюється визначення характеристик та параметрів функціональних властивостей системи ПРО, виявлених у рамках організаційно-функціонального та системотехнічного синтезу даної системи. Виходячи з цього, обрис системи ПРО можна представити у вигляді сукупності $\omega = (\omega_D, \omega_S, \omega_X)$, яка включає описи організаційно-функціональних ω_D і системотехнічних властивостей ω_S та опис технічних характеристик (параметрів) ω_X системи, або, іншими словами, у вигляді сукупності організаційно-функціонального, системотехнічного та технічного обрисів системи ПРО.

З позицій системного підходу система ПРО для виконання завдань боротьби з різнотипними НРЗУ противника повинна складатися з взаємозалежних і об'єднаних загальною метою функціонування підсистем, до яких відносяться розвідувально-інформаційна підсистема, підсистема управління, підсистема вогневого ураження та підсистема технічного забезпечення (рис. 1).

Мета функціонування системи буде досягатися реалізацією потенційних можливостей підсистеми вогневого ураження. Інші підсистеми призначені для забезпечення своєчасного і ефективного використання можливостей вогневої підсистеми. Тому далі ці підсистеми будемо іменувати забезпечуючими підсистемами.



Р и с . 1. Склад системи ПРО

З точки зору системного аналізу обґрунтування обрису системи ПРО повинно починатися з аналізу цілей функціонування вогневої підсистеми та обґрунтування її бойового складу. Виходячи з цього, методичний підхід до обґрунтування обрису системи ПРО повинний передбачати:

- визначення призначення вогневої і забезпечуючих підсистем у складі системи ПРО, переліку задач, характеру і умов їх виконання;
- вибір у складі вогневої і забезпечуючих підсистем необхідного типажу ОВТ для вирішення задач, що покладаються на систему ПРО;
- формування альтернативних варіантів складу вогневої і забезпечуючих підсистем системи ПРО з урахуванням обмежень виробничих можливостей промисловості на прогнозований період;
- оцінка ефективності виконання оперативно-стратегічних завдань при альтернативних варіантах складу підсистем системи ПРО для типових умов їх бойового застосування;
- розрахунок вартісних характеристик альтернативних варіантів складу системи ПРО за умови виконання заданого обсягу оперативно-стратегічних завдань для типових сценаріїв ведення протиповітряної операції;
- військово-економічна оцінка альтернативних варіантів складу і вибір раціонального обрису системи ПРО за критерієм «ефективність – вартість».

Підсистема вогневого ураження призначена для знищення у польоті НРЗУ різних типів. Вона повинна забезпечувати пошук, виявлення, захоплення, супроводження та ураження балістичних цілей на встановлених рубежах і висотах. Для вирішення цих завдань до складу підсистеми вогневого ураження повинні входити три ешелони, які можуть створюватися на базі кількісно-якісно збалансованих та функціонально взаємодіючих зенітних ракетних систем (ЗРС) та зенітних ракетних комплексів (ЗРК) різної дальності дії.

Перший ешелон системи ПРО повинен створюватися на основі сучасних ЗРС далекої дії (ДД), які повинні складати основу ПРО об'єктів і угруповань військ на оперативно-стратегічних напрямах. Пріоритетним завданням цього ешелону є перехоплення балістичних ракет середньої дальності (БРСД) та оперативно-тактичних ракет (ОТР) з дальністю пуску до 2500 км. Крім того, ЗРС ДД повинна протидіяти повітряній системі управління і розвідки противника шляхом недопущення виходу з-за радіогоризонту повітряних командних пунктів, літаків дальнього радіолокаційного виявлення і управління та розвідки. Одночасно ЗРС ДД повинні брати участь у відбитті масованих ударів аеродинамічних засобів повітряного нападу (ЗПН), щільність яких у війнах майбутнього істотно зросте.

Другий ешелон цієї системи повинен створюватися на основі ЗРК середньої дальності (СД). Пріоритетним завданням цього ешелону є перехоплення тактичних балістичних ракет (ТБР) з дальністю пуску до 500 км, боротьба з крилатими ракетами (КР) всіх типів базування та ураження носіїв високоточної зброї (ВТЗ) до рубежів пуску бортового озброєння в умовах активної радіоелектронної протидії. При відбитті ударів аеродинамічних ЗПН пріоритетом ЗРК СД є знищення пілотованої та безпілотної тактичної авіації.

Третій ешелон системи ПРО повинен створюватися на основі ЗРК малої дальності (МД) та зенітних ракетно-гарматних комплексів (ЗРГК) ближньої дії (БД). Ці вогневі засоби повинні забезпечувати захист об'єктів та ЗРС (ЗРК) ДД і СД від ударів протирадіолокаційних ракет (ПРР), вертольотів, безпілотних літальних апаратів (БпЛА) та інших малорозмірних ЗПН, а також перехоплювати реактивні снаряди та елементи високоточної зброї. Для вирішення цих завдань ЗРК МД і БД повинні бути оснащені універсальними бойовими ракетними модулями з пасивними засобами виявлення, що забезпечують застосування відразу декількох типів зенітних керованих ракет, що самонаводяться, що діють за принципом «вистрілив – забув». Ці ЗРК повинні мати збільшений боєкомплект ЗКР та забезпечувати виявлення та обстріл цілей, в тому числі мікро- і міні-БпЛА. До них мають пред'являтися підвищені вимоги щодо мобільності, автономності, перешкодозахищеності та скритності бойового застосування.

Склад і цільове призначення ЗРС (ЗРК) повинні визначатися функціями і бойовими задачами, які ці ЗРС (ЗРК) повинні виконувати у складі підсистеми вогневого ураження системи ПРО. У загальному випадку до складу ЗРС (ЗРК) мають входити пункти бойового управління (ПБУ), спеціалізовані радіолокаційні станції (РЛС) кругового та секторного огляду, призначені для пошуку, виявлення і впізнавання повітряних і балістичних цілей, багатофункціональні РЛС та/або оптоелектронні засоби супроводження цілей та наведення ракет, пускові установки (пускові пристрої) та засоби технічного забезпечення. Засоби ЗРС (ЗРК) можуть розміщуватися на одному або різних шасі гусеничного та/або колісного типу. Призначення, склад і основні вимоги до складових частин ЗРС (ЗРК) повинні визначатися з урахуванням їх місця і ролі у системі ПРО.

Досвід війн та воєнних конфліктів останніх років свідчить, що система ПРО, що розглядається, повинна забезпечувати перехоплення балістичних цілей, що летять зі швидкістю до 4800 м/с. Дальність гарантованого ураження балістичних цілей залежно від їх типу і тактико-технічних характеристик повинна становити від 5 до 60 км на висотах від 2 до 25 км. Ті балістичні цілі, які зможуть прорватися до об'єкта, що захищається, з високою ймовірністю повинні знищуватися ЗРК МД.

При обґрунтуванні обрису системи ПРО слід також враховувати, що ця система є складовою частиною об'єднаної системи ПРО – ППО, в рамках якої вона повинна приймати участь у протиповітряній операції (бойових діях) з відбиття ударів аеродинамічних ЗПН противника. Досвід розвинених країн світу свідчить, що дальність ураження атакуючих аеродинамічних цілей (літаків і великих БпЛА) в залежності від їх типу і ТТХ повинна становити від 2,5 до 380 км.

Розвідувально-інформаційна підсистема системи ПРО повинна забезпечувати виявлення і впізнавання державної приналежності балістичних цілей різних типів, визначення координат і параметрів їх польоту, автоматичного

та напівавтоматичного супроводження траєкторій (трас) цілей та видачу радіолокаційної інформації в підсистему управління. До складу цієї підсистеми повинні входити сукупність взаємодіючих мобільних багатодіапазонних та багатофункціональних радіолокаційних станцій (РЛС) і комплексів (РЛК) кругового (КО) і секторного (СО) огляду метрового (М), дециметрового (ДМ) і сантиметрового (СМ) діапазонів. Найважливіше місце в цій підсистемі повинні займати стаціонарні РЛС великої дальності (ВД) дециметрового діапазону, які повинні здійснювати безперервний контроль повітряної обстановки. РЛС ВД повинна забезпечувати виявлення, супроводження та класифікацію балістичних та аеродинамічних об'єктів на відстані від 50 до 1000 км. При цьому максимальна дальність виявлення головних частин ОТР повинна складати не менше 250 км. РЛС повинна функціонувати у взаємодії з РЛК і РЛС дециметрового діапазону великих, середніх та малих висот, які повинні забезпечувати виявлення та супроводження усіх існуючих та перспективних ЗПН на дальності від 10 до 650 км.

Підсистема управління повинна забезпечувати управління силами і засобами системи ПРО з використанням засобів зв'язку і комплексів засобів автоматизації (КЗА) оперативно-тактичного і тактичного рівнів. Підсистема технічного забезпечення повинна забезпечувати надійне функціонування засобів зазначених вище підсистем, підтримання їх у працездатному стані та відновлення працездатності у разі пошкодження. До складу підсистеми технічного забезпечення повинні входити засоби технічного обслуговування і ремонту (ТОіР), засоби ракетно-технічного забезпечення (РТЗ), засоби транспортування та інші технічні засоби.

Кількісний склад системи ПРО визначається кількістю елементів її основних підсистем. Якісний стан системи ПРО характеризується рівнем її відповідності оперативно-стратегічними вимогам до найбільш важливих властивостей (спроможностей), якими ця система повинна володіти для виконання з потрібною ефективністю завдань захисту об'єктів і військ від ударів різнотипних НРЗУ противника на визначених оперативно-стратегічних напрямках в прогнозованих умовах здійснення ППО.

Умови бойового застосування системи ПРО на етапі обґрунтування її обрису можуть бути задані лише у вигляді прогнозованих (розрахункових) сценаріїв здійснення ППО (ведення бойових дій). Розробка сценаріїв повинна здійснюватися з урахуванням досвіду локальних війн, перспектив розвитку НРЗУ противника та сучасних поглядів на їх бойове застосування у майбутній війні.

Аналіз досвіду бойового застосування ЗПН у воєнних конфліктах останніх десятиліть свідчить, що умови, в яких система ПРО повинна забезпечувати виконання покладених бойових завдань, характеризуються такими особливостями [15, 19]:

– велика тривалість першої фази повітряної наступальної операції противника з використанням широкого спектру НРЗУ та різної тактики їх бойового застосування;
– обмежений час перебування НРЗУ в зонах ураження вогневих засобів, що обумовлює надзвичайний динамізм протиповітряних боїв;
– висока щільність нальоту НРЗУ на напрямах основних ударів;
– значні вогневі можливості НРЗУ щодо ураження об'єктів та засобів системи ПРО;
– радіоелектронна і вогнева протидія противника засобам системи ПРО, значний просторовий розмах бойових дій;
– можливе застосування противником нових засобів ураження засобів ПРО (лазерної зброї, зброї функціонального ураження).

Основним способом ведення повітряної наступальної операції (бойових дій) є об'єднання сил і засобів повітряного нападу противника в єдину систему, елементи якої тісно взаємопов'язані, об'єднані загальним оперативним управлінням та мають власні цілі, які підпорядковані цілям підвищення ефективності всієї системи ЗПН у цілому. На думку закордонних військових фахівців, у найближчій перспективі основною формою застосування ЗПН може стати багатосферна операція, яка буде проводитися в єдиному розвідувально-інформаційному середовищі, при цьому основним способом їх застосування може стати так званий масований інтегрований повітряний удар [13, 14].

Відмінною особливістю інтегрованого масованого повітряного удару (ІМПУ) є інтеграція всіх видів ракетної зброї (крилатих ракет, балістичних ракет середньої та малої дальності, оперативно-тактичних ракет, а також гіперзвукових систем), пілотованої та безпілотної авіації різного призначення в єдину систему масованого та ешелонованого застосування для виконання великого кола бойових завдань. На думку закордонних експертів, структура ІМПУ буде об'єднувати чотири основні ударні ешелони, а саме: 1) ударний ешелон гіперзвукових систем (ГЗС); 2) ударний ракетний ешелон; 3) ударний ешелон БпЛА; 4) повітряний ударний ешелон, при цьому тривалість ІМПУ може складати до 2 годин.

Ударний ракетний ешелон в рамках ІМПУ призначений для нанесення ударів по засобам ПРО та об'єктам прикриття на всю глибину театру воєнних дій (ТВД). Тривалість ракетного удару може становити 10–15 хвилин. До складу ударного ракетного ешелону можуть входити:

– крилаті ракети (морського базування – до 80 %, повітряного базування – до 15 %, наземного базування – 5 %), усього – до 70 % від наявної чисельності;
– балістичні ракети середньої та малої дальності – до 20 %;
– оперативно-тактичні ракети – до 10 %.

Система ПРО для відбиття ракетного і наступних ударів противника повинна володіти відповідними спроможностями щодо виявлення, впізнавання і супроводження цілей, вирішення задачі цілерозподілу та формування координат точок прицілювання для кожного вогневого засобу, визначення рубежів пошуку цілей системами виявлення та наведення, формування залпу, наведення та ураження обраних цілей назначеною кількістю ракет, подолання вогневої та інформаційної протидії НРЗУ противника. Потрібні рівні цих спроможностей повинні визначатися в процесі обґрунтування оперативно-стратегічних вимог (ОСВ) до системи ПРО, виходячи з заданої (потрібної) ефективності цієї системи [20].

Оцінка ефективності системи ПРО є основою для обґрунтування ОСВ до цієї системи. З теоретичної точки зору оцінка ефективності системи ПРО включає вирішення наступних завдань [17, 20]:

– обґрунтування системи показників ефективності з позицій їх максимальної відповідності цілям ПРО та розрахунок (оцінка) значень показників ефективності на основі результатів моделювання бойових дій;
– обґрунтування критерію ефективності, узгодженого з метою прикриття;
– оцінка досягнення цілей прикриття при розрахованих значеннях показників ефективності з використанням прийнятого критерію ефективності.

Досвід війн та воєнних конфліктів останніх десятиліть показав, що показники абсолютного чи відносного математичного очікування числа знищених ЗПН не дозволяють достовірно оцінити ефективність системи ПРО щодо вирішення оперативно-стратегічних завдань з прикриття об'єктів та військ від ударів НРЗУ противника. Основною формою боротьби з НРЗУ противника на оперативно-стратегічному рівні є протиповітряна операція та бойові дії сил і засобів ПРО з відбиття ракетно-авіаційних ударів противника. Тому показники та критерії ефективності системи ПРО повинні вибиратися, виходячи з завдань протиповітряної операції (бойових дій). Основними завданнями протиповітряної оборони можуть бути [17]:

– недопущення завоювання противником переваги у повітрі;
– захист від ударів з повітря найважливіших державних та військових об'єктів та угруповань військ.

Виходячи з цього, у якості показника ефективності системи ПРО на оперативно-стратегічному (оперативно-тактичному) рівні доцільно використовувати величину збитку, який може бути нанесений ЗПН противнику силами та засобами ПРО. При цьому мету системи ПРО можна сформулювати як нанесення протилежному ракетно-авіаційному угрупованню противника неприємного збитку та змусити його відмовитися від активних дій, що забезпечить збереження угруповань військ і об'єктів, що прикриваються, та створення сприятливих умов своїм військам для завоювання переваги в повітрі.

Ефективність захисту об'єктів та військ від НРЗУ противника може характеризувати показник абсолютного або відносного ступеня запобігання збитку військам та об'єктам прикриття. У якості критерію ефективності системи ПРО можна обрати «відвернуті збитки», які визначають, виходячи з наслідків зруйнування того чи іншого об'єкта.

Ефективність виконання системою ПРО задач захисту від ударів з повітря державних об'єктів та угруповань військ на тактичному рівні також найбільш адекватно характеризує показник відносної запобіжної шкоди об'єктам прикриття та військам, що прикриваються. З цим показником корелюється показник відносної шкоди, завданої засобам повітряного та ракетного нападу противника у повітрі. Зв'язок даних показників обумовлений загальним правилом їх максимізації, який полягає в першочерговому виборі для обстрілу ЗПН та ракет (боєголовок), найбільш небезпечних для об'єктів, що обороняються.

Розрахунок відносного збитку (відносного відверненого збитку) об'єктам та угрупованням військ може здійснюватися за очікуваною (прогнозованою) відносною кількістю уражених (збережених) об'єктів з урахуванням їх відносної важливості, яка може встановлюватись директивно або експертним методом.

Критеріями показників відносного відверненого збитку об'єктам прикриття та військам та відносної шкоди, завданої засобам повітряного та ракетного нападу противника, є їх максимальні значення, які визначаються перебором усіх можливих (розроблених) способів дій при встановленій витраті ресурсів (ракет).

Для оцінки ефективності системи ПРО за цими показниками та критеріями необхідно також оцінити шкоду силам і засобам ПРО від втрат та витрати бойових і матеріальних засобів з урахуванням діапазонів їх допустимих втрат. Показники абсолютного або відносного математичного очікування кількості знищених ЗПН при цьому можуть використовуватися для вирішення часткових завдань для порівняння ефективності окремих зразків озброєння та способів дій тактичних угруповань сил і засобів системи ПРО.

З викладеного витікає, що обґрунтування ОСВ до системи ПРО повинне здійснюватися в процесі воєнно-наукових досліджень різних варіантів ведення протиповітряної операції з відбиття ударів НРЗУ противника. Рішення цієї задачі вимагає виконання взаємозв'язаного комплексу дослідницьких завдань, впорядкованих у вигляді ітераційної процедури, що складається з таких основних етапів [19, 20]:

1) виявлення потреби системи ПРО в нових спроможностях на основі дослідження її функціонування на операційних моделях;
2) аналіз науково-технічного заділу, можливих технічних шляхів і способів усунення дефіциту спроможностей системи ПРО;
3) формування альтернативних варіантів обрису системи ПРО;
4) визначення раціонального варіанту обрису системи ПРО з урахуванням планів розробки (модернізації) і закупівлі нових зразків ОВТ та інших факторів.

Вимоги повинні бути зваженими, економічно обґрунтованими і спрямованими на досягнення заданого стану системи ПРО по відношенню до системи НРЗУ імовірного противника та мають містити:

– мету і принципи будівництва системи ПРО;
– завдання, що покладаються на систему ПРО щодо прикриття об'єктів і угрупувань військ від прогнозованих потенційних ударів НРЗУ противника на визначеному оперативно-стратегічному напряму та необхідні рівні їх виконання;
– принципи застосування системи ПРО;
– склад, стан і перспективи розвитку НРЗУ імовірних противників;
– вимоги до характеристик основних властивостей системи ПРО, до яких відносяться:

1) вимоги до характеристик балістичних цілей, ураження яких повинна забезпечувати система ПРО, з

зазначенням їх типів і пріоритетності, ефективної поверхні розсіяння, діапазонів швидкості польоту по висотах, максимальної і мінімальної висоти бойового застосування, типових варіантів бойового застосування, видів і параметрів маневрів та інших характеристик;

2) вимоги до показників ефективності системи ПРО з зазначенням потрібних рубежів і висот та ймовірності знищення типових балістичних цілей, кількості цільових і ракетних каналів, вогневої продуктивності системи при витраті одного боєкомплекту зенітних керованих ракет (ЗКР);
3) вимоги до вогневої продуктивності системи ПРО з зазначенням кількості цільових і ракетних каналів, робітного часу (часу від виявлення цілі до моменту сходу ракети), часу заряджання (перезарядження) ПУ, мінімального інтервалу між пусками ракет, часу безперервної роботи засобів системи, ступеню автоматизації процесів управління, можливості ведення ЗРС (ЗРК) самостійних бойових дій, боєкомплекту ЗКР;
4) вимоги до топології засобів системи ПРО з зазначенням функціональних взаємозв'язків між елементами системи при вирішенні завдань боротьби із заданими типами НРЗУ, включаючи граничні (максимальні або мінімальні) відстані між елементами системи при їх розміщенні на місцевості, організацію і структуру об'єднаної системи ППО – ПРО, в рамках якої здійснюватиметься функціонування і бойове застосування системи ПРО;
5) вимоги до характеристик об'єктів, що прикриваються, з зазначенням їх категорії, розмірів і ступеню важливості, очікуваного наряду балістичних ракет для їх ураження;
6) вимоги до ефективності прикриття об'єктів (військ) від ударів НРЗУ з зазначенням ймовірності і параметрів зони ураження одиночних цілей однією ЗКР для різних типів НРЗУ;
7) вимоги до умов ведення стрільби (із заздалегідь підготовлених позицій, з польових позицій, з коротких зупинок, в русі);
8) види і параметри активних і пасивних перешкод каналам виявлення, розпізнавання і супроводження цілей та наведення ракет та способи їх постановки, типи і способи бойового застосування засобів вогневого ураження ЗРС (ЗРК) системи ПРО з боку повітряного противника;
9) показники можливого радіаційного, хімічного і біологічного (бактеріологічного) зараження місцевості;
10) показники дії факторів кліматичного і метеорологічного походження.

Рішення задачі обґрунтування обрису і ОСВ до системи ПРО у зв'язку з її великою розмірністю доцільно здійснювати методом декомпозиції на основі аналізу змісту і обсягу задач, що покладаються на цю систему. Як основний інструмент рішення цієї задачі доцільно розглядати математичне моделювання, яке використовується для обґрунтування раціонального обрису системи ПРО та оцінки ефективності її застосування в прогнозованих умовах ведення протиповітряної операції (бойових дій) [19, 20].

Для обґрунтування обрису системи ПРО важливе значення має задача розробки математичної моделі протиповітряної операції, яка повинна забезпечувати можливість імітації двостороннього конфлікту системи ПРО і НРЗУ противника з використанням можливих сценаріїв застосування різнотипних ракетних засобів для прориву ПРО і нанесення ударів по об'єктах, що обороняються. Сценарій повинен містити детальний опис процесу формування схеми удару НРЗУ та просторово-часову координацію (траєкторну, інформаційну, вогневу) дій його елементів. Ця модель повинна відтворювати динаміку зміни просторово-часової картини розвитку протиповітряної операції з відбиття ракетного удару противника при різних варіантах бойового складу системи ПРО в умовах інтенсивного застосування радіоперешкод з боку повітряного противника.

Вихідними даними для розробки можливих сценаріїв здійснення протиповітряної оборони об'єкту прикриття під час обґрунтування обрису системи ПРО є [19, 20]:

– типи, ТТХ, варіанти побудови і напрямки ударів НРЗУ, профілі і траєкторії польоту, наряди ударних сил на засоби ПРО і об'єкти, що прикриваються, очікувані рівні перешкод стосовно різних варіантів ведення протиповітряної операції;
– дислокація, розміри, ступінь важливості об'єктів та вимоги до ефективності їх прикриття від ударів НРЗУ противника;
– типаж, ТТХ і вартісні характеристики ОВТ системи ПРО та можливі способи його бойового застосування у різних сценаріях здійснення протиповітряної оборони;
– характер рельєфу місцевості та підстилаючої поверхні у районах об'єктів прикриття та на напрямках імовірних ударів НРЗУ противника.

Структурна схема обґрунтування обрису системи ПРО з використанням системи імітаційного математичного моделювання (СІММ) наведена на рис. 2.

Організація і проведення досліджень з обґрунтування обрису системи ПРО з використанням методів математичного моделювання бойових дій передбачає виконання таких робіт:

1) складання змістовного опису конфліктно-інформаційної взаємодії системи ПРО і НРЗУ противника в ході протиповітряної операції на визначеному оперативно-стратегічному напрямі, включаючи визначення цілей моделювання, об'єктів імітації і зовнішнього середовища, основних обмежень і переліку кількісних показників ефективності системи ПРО, які повинні оцінюватися при моделюванні;
2) розробка загальної математичної моделі протиповітряної оборони як впорядкованого і логічно організованого набору математичних описів окремих підпроцесів і алгоритмів функціонування елементів ПРО і НРЗУ противника;
3) складання детального логічного опису модельованих процесів у формі загального моделюючого алгоритму; програмування і відробіток моделі на

Р и с . 2. Загальний алгоритм обґрунтування обрису системи ПРО з використанням системи імітаційного математичного моделювання бойових дій

основі універсальної мови високого рівня, перевірка адекватності моделі;

4) організація і реалізація плану експерименту, реєстрація і накопичення результатів, отримуваних в процесі моделювання;
5) аналіз і інтерпретація результатів модельного експерименту у формі певних виводів і висновків.

Обґрунтування обрису системи ПРО з використанням системи імітаційного моделювання бойових дій повинно здійснюватися у формі військово-наукових досліджень за такими напрямками:

1) аналіз можливих воєнних загроз в прогнозованому періоді, визначення цілей і завдань конфліктуючих сторін, форм і способів застосування НРЗУ противника у конфліктах, місця і ролі засобів ПРО в них, прогноз розвитку ЗПН потенційного противника;
2) розробка сценаріїв здійснення протиповітряної оборони на різних оперативно-стратегічних напрямках, оцінка стану і можливості існуючої об'єднаної системи ППО-ПРО;
3) оцінка ефективності і формування основних параметрів і напрямів розвитку системи ПРО на планований період;
4) теоретичні і експериментальні дослідження застосування існуючих і планованих до розробки зразків ОВТ системи ПРО в прогнозованих умовах ведення протиповітряної операції з використанням імітаційних моделей і вибір раціонального варіанта створення системи ПРО;
5) військово-економічна оцінка раціонального варіанта створення системи ПРО.

Застосування методичного підходу, заснованого на використанні комплексу імітаційного математичного моделювання, дозволить вирішити завдання формування обрису та обґрунтування оперативно-стратегічних вимог до системи ПРО як елемента об'єднаної системи ППО-ПРО.

ВИСНОВКИ

Зростання бойових можливостей НРЗУ противника і способів їх бойового застосування обумовлює необхідність вдосконалення науково-методичного апарата обґрунтування обрису системи ПРО, який має передбачати вирішення завдань генерації та оцінки альтернативних варіантів обрису цієї системи з урахуванням безлічі її міжрівневих зв'язків. Для вирішення цього завдання потрібно розробити систему імітаційного математичного моделювання процесів конфліктно-інформаційної взаємодії системи ПРО з різнотипними НРЗУ противника в розрахункових умовах ведення протиповітряної операції.

Викладений методологічний підхід до обґрунтування обрису системи ПРО може бути покладений в основу удосконалення методик і моделей оцінки воєнно-економічної ефективності системи ПРО при різних варіантах її бойового складу, визначити раціональний кількісно-якісний склад системи ПРО та вимоги до тактико-технічних характеристик її основних елементів, що мають входити до складу цієї системи. Результатом запропонованого підходу є формування раціонального обрису системи ПРО, збалансованої за типажем та складом вогневих засобів, раціональної за критерієм «ефективність – вартість» та здатної вирішувати оперативно-стратегічні завдання щодо прикриття об'єктів і військ від ударів НРЗУ противника в різних формах ведення протиповітряної операції.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Лузан А.Г. Противоракетная и противовоздушная оборона на театрах военных действий: история, реалии и перспективы. Воздушно-космическая оборона. 2019. № 4(101). С. 76—86. https://doi.org/10.30981/2587-7992-2019-101-4-76-86.
2. Корабельников А.П., Криницкий Ю.В. Тенденции применения сил и средств воздушного нападения и направления совершенствования противовоздушной обороны. Военная мысль. 2021. № 2. С. 28—35.
3. Улановский А.Я. Новый облик ПРО. Армейский сб. 2022. № 8. С. 49—58. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://prussia.online/Data/Book/ar/armeyskiy-sbornik-2022-07/Армейский%20сборник.%202022.%20№%2007-08.pdf.
4. Друзин С.В., Майоров В.В., Горевич Б.Н. Создание перспективной системы вооружения войсковой ПВО нового облика. Вестн. Концерна ВКО «Алмаз-Антей». 2019. № 4. С. 7—18. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-perspektivnoy-sistemy-vooruzheniya-voyskovoy-pvo-novogo-oblika.

5. Коновальчик А.П., Плаксенко О.А., Щирый А.О. Обоснование облика перспективных радиолокационных станций посредством разрабатываемой отечественной системы автоматизированного проэктирования. Наукоемкие технологии в космических исследованиях Земли. 2019. Т. 11. № 1. С. 4–11. https://doi.org/10.24411/2409-5419-2018-10219.
6. Методология программно-целевого планирования развития системы вооружения на современном этапе. Ч. 1, 2; под ред. В.М. Буренка. М.: Граница. 2013. 520 с.
7. Системная методология планирования развития, предпроэктных исследований и внешнего проэктирования вооружения и военной техники: монография / Б.А. Демидов, М.И. Луханин, А.В. Величко, М.В. Науменко; под ред. Б.А. Демидова. Киев: ИД «Стилос». 2011. 464 с.
8. Касатонов В.Л. Сущность, формы и функции оперативно-стратегических требований к перспективным объединениям Военно-Морского Флота. Вестн. Акад. воен. наук. 2009. № 1(26). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://militaryarticle.ru/voenno-promishlennii-kurer/2009-vpk/10917-sushhnost-formy-i-funkcii-operativno.
9. Методічні аспекти обґрунтування оперативно-стратегічних вимог до системи зенітного ракетного озброєння / В.В. Зубарев, Б.М. Ланецький, В.В. Лук'янчук, І.М. Ніколаєв. Озброєння та військова техніка. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ. 2020. № 1 (25). С. 43—51. https://doi.org/1034169/2414-0651.2020.1(25).43-51.
10. Пьянков А.А. Многокритериальный выбор оптимального варианта развития системы вооружения с использованием метода комплексной оценки. Вооружение и экономика (электронный ж-л). 2015. № 3(32). С. 48—56. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/Vooryjenie_i_ekonomika_3_2015.pdf.
11. Маричев П.А., Мушков А.Ю., Рымкевич С.Н. Военно-экономическое обоснование выбора варианта развития вооружения и военной техники противовоздушной обороны. Вооружение и экономика. 2010. № 1(9). С. 66—70. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/ecco9.pdf.
12. Ачасов О.Б., Котов М.А., Козланжи В.Г. Направления совершенствования научно-методического аппарата обоснования развития вооружения, военной и специальной техники сил общего назначения с учетом изменения характера вооруженной борьбы. Вооружение и экономика (электронный ж-л). 2015. № 3(32). С. 33—38. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://sc.mil.ru/files/morf/military/archive/Vooryjenie_i_ekonomika_3_2015.pdf.
13. Михайлов Д.В. Война будущего: возможный порядок нанесения удара средствами воздушного нападения США в многосферной операции на рубеже 2025−2030 годов. Воздушно-космические силы. Теория и практика. 2019. № 12. С. 44—52. [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://www.академия-ввс.рф/images/docs/vks/12-2019/44-52.pdf.
14. The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028. Washington: U.S. Army Training and Doctrine Command. 2018. 102 p.
15. Дроздов С.С., Тюрін В.В., Коршець О.А., Горбенко В.М. Аналіз операційного середовища та ймовірні сценарії застосування Повітряних Сил Збройних Сил України. Наука і оборона. 2019. № 3. С. 25—30. https://doi.org/10.33099/2618-1614-2019-8-325-30.
16. Шмелёв О.Б. Метод обоснования рационального состава и построения группировки зенитных ракетных войск на стратегическом направлении. Военная мысль. 2020. № 11. С. 25—32.
17. Барвиненко В.В., Аношко Ю.Г. Еще раз о показателях и критериях. Воздушно-космическая оборона. 2014. № 3. [Електроний ресурс]. – Режим доступу: http://www.vko.ru/koncepcii/eshche-raz-o-pokazatelyah-i-kriteriyah.
18. Богданов О.А., Смирнов А.А., Ковалев Д.В. Имитационное моделирование противоборства в воздушно-космической сфере. Программные продукты и системы. 2016. № 1(113). С. 160—164.
19. Методологічні аспекти створення і використання імітаційних математичних моделей для обґрунтування тактико-технічних вимог до систем (комплексів) зенітного ракетного озброєння / Зубарев В.В., Ланецький Б.М., Лук'янчук В.В., Ніколаєв І.М., Звєрєв О.О. Озброєння та військова техніка. 2022. № 4(36). С. 10—19. https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.4(36).10-19.
20. Методологічні аспекти обґрунтування оперативно-стратегічних вимог до перспективної системи нестратегічної протиракетної оборони нового обрису / Лук'янчук В.В., Ніколаєв І.М., Коломійцев О.В., Калугін Д.С., Пономарьов А.В., Коваль І.В., Долина М.П., Третяк В.Ф., Донцов С.М., Трофіменко Ю.В., Ткачик В.Д., Кривчун В.І. Scient. Coll. «InterConf+». 39(179): with the Proc. of the 8th Intern. Scient. and Practical Conf. «Current Issues and Prospects for The Development of Scientific Research» (November 19-20, 2023; Orléans, France); comp. by LLC SPC «InterConf». Orléans: Epi. 2023. Pp. 553—571. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.11.2023.058.

REFERENCES

1. Luzan, A.G. (2019). "Protivoraketnaia i protivovozdushnaia oborona na teatrakh voiennykh deistvii: istoriia, realii i perspektivy" [Missile and air defense in theaters of military operations: history, realities and prospects], Aerospace Defense. No. 4 (101). Pp. 76—86. https://doi.org/10.30981/2587-7992-2019-101-4-76-86.
2. Korabelnikov, A.P. & Krinitsky, Yu.V. (2021). "Tendentsii primeneniia sil i sredstv vozdushnogo napadeniia i napravleniia sovershenstvovaniia protivovozdushnoy oborony" [Trends in the use of forces and means of air attack and directions for improving air defense], Military Thought. No 2. Pp. 28—35.
3. Ulanovsky, A.Ya. (2022). "Novyi oblik PRO" [New look of missile defense], Army coll. No. 8. Pp. 49—58. Available at: https://prussia.online/Data/Book/ar/armeyskiy-sbornik-2022-07/Armeyskiy%20sbornik.%202022.%20№%2007-08.pdf.
4. Druzin, S.V., Mayorov, V.V. & Gorevich, B.N. (2019). "Sozdaniie perspektivnoi sistemy vooruzheniia voiskovoi PVO novogo oblika" [Creation of a promising military air defense weapon system of a new look], Bull. of the Almaz-Antey Aerospace Defense Concern. No. 4. Pp. 7—18. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sozdanie-

perspektivnoy-sistemy-vooruzheniya-voyskovoy-pvo-novogo-oblika.
5. Konovalchik, A.P., Plaksenko, O.A. & Schiriy, A.O. (2019). "Obosnovaniie oblika perspektivnykh radiolokatsionnykh stantsii posredstvom razrabatyvaiemoi otechestvennoi sistemy avtomatizirovannogo proiektirovaniia", [Justification of the appearance of perspective radar systems by means developing russian radar cad system], H&ES Research. Vol. 11. No. 1. Pp. 4—11. https://doi.org/10.24411/2409-5419-2018-10219 (In russian).
6. Burenok, V.M. (2013) "Metodologiia programmno-tselevogo planirovaniia razvitiia sistemy vooruzheniia na sovremennom etape. Ch. 1, 2" [Methodology of program-target planning for the development of a weapon system at the present stage P. 1, 2], Granitsa, M. 520 p.
7. Demidov, B.A., Lukhanin, M.I., Velichko, A.V. & Naumenko, M.V. (2011). "System methodology of development planning, pre-design research and external design of weapons and military equipment: monograph; pod red. B.A. Demidova" [System methodology of development planning, pre-design research and external design of weapons and military equipment: monograph, ed. by B.A. Demidov], Publishing House «Stylos». K. 464 p.
8. Kasatonov, V.L. (2009). "Sushchnost, formy i funktsii operativno-strategicheskikh trebovanii k perspektivnym obiedinenniam Voenno-Morskogo Flota" [Essence, forms and functions of operational-strategic requirements for future formations of the Navy], Bull. of the Acad. of Military Sciences. No. 1(26). Available at: http://militaryarticle.ru/voenno-promishlennii-kurer/2009-vpk/10917-sushhnost-formy-i-funkcii-operativno.
9. Zubarev, V.V., Lanetskyi, B.M., Lukyanchuk, V.V. & Nikolaev, I.M. (2020). "Metodichni aspekty obhruntuvannia operatyvno-stratehichnykh vymoh do systemy zenitnoho raketnoho ozbroiennia" [Methodical aspects of substantiation of operational and strategic requirements for the anti-aircraft missile system], Armament and military equipment. No. 1(25). Pp. 43—51. https://doi.org/1034169/2414-0651.2020.1(25).43-51.
10. Pyankov, A.A. (2015). "Mnogokriterialnyi vybor optimalnogo varianta razvitiia sistemy vooruzheniia s ispolzovaniiem metoda kompleksnoi otsenki" [Multi-criteria selection of the optimal option for the development of a weapon system using the integrated assessment method], Armament and Economics (electronic j.). No. 3(32), Pp. 48—56.
11. Marichev, P.A. Mushkov, A.Yu, & Rymkevich, S.N. (2010). "Voienno-ekonomicheskoie obosnovanie vybora varianta razvitiia vooruzheniia i voennoi tekhniki protivovozdushnoi oborony" [Military-economic justification for choosing the option for the development of weapons and military equipment for air defense], Armament and Economics. No. 1(9). Pp. 66—70.
12. Achasov, O.B., Kotov, M.A. & Kozlanzhi, V.G. (2015). "Napravleniia sovershenstvovaniia nauchno-metodicheskogo apparata obosnovaniia razvitiia vooruzheniia, voennoi i spetsialnoi tekhniki sil obshchego naznacheniia s uchetom izmeneniia kharaktera vooruzhennoi borby" [Directions for improving the scientific and methodological apparatus for substantiating the development of weapons, military and special equipment of general purpose forces, taking into account the changing nature of armed struggle], Armament and Economics (electronic j.). No 3(32). Pp. 33—38.
13. Mikhailov, D.V. (2019). "Voina budushchego: vozmozhnyi poriadok naneseniia udara sredstvami vozdushnogo napadeniia SSHA v mnogosfernoi operatsii na rubezhe 2025−2030 godov" [The war of the future: a possible order of striking with US air attack means in a multi-sphere operation at the turn of 2025−2030], Aerospace Forces. Theory and practice. No. 12. Pp. 44—52. Available at: http://www.academy-vvs.rf/images/docs/vks/12-2019/44-52.pdf.
14. The U.S. Army in Multi-Domain Operations 2028. Washington: U.S. Army Training and Doctrine Command. 2018. 102 p.
15. Drozdov, S.S, Tiurin, V.V., Korshets, O.A. & Horbenko, V. M. (2019). "Analiz operatsiinoho seredovyshcha ta imovirni stsenarii zastosuvannia Povitryanykh Syl Zbroynykh Syl Ukrayiny" [Analysis of the operational environment and probable scenarios of use of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine], Science and defense. No. 3. Pp. 25—30. https://doi.org/10.33099/2618-1614-2019-8-3-25-30.
16. Shmelev, O.B. (2020). "Metod obosnovaniia ratsionalnogo sostava i postroeniia gruppirovki zenitnykh raketnykh voisk na strategicheskom napravlenii" [Method for substantiating the rational composition and construction of a group of anti-aircraft missile forces in a strategic direction], Military Thought. No. 11. Pp. 25—32.
17. Barvinenko, V.V. & Anoshko, Yu.G. (2014) "Yeshche raz o pokazatelyakh i kriteriiakh" [Once again about indicators and criteria], Aerospace defense. No 3. Available at: http://www.vko.ru/koncepcii/eshche-raz-o-pokazatelyah-i-kriteriyah.
18. Bogdanov, O.A., Smirnov, A.A. & Kovalev, D.V. (2016). "Imitatsionnoe modelirovanie protivoborstva v vozdushno-kosmicheskoi sfere" [Simulation modeling of confrontation in the aerospace sphere], Software products and systems. No 1(113). Pp. 160—164.
19. Zubarev, V.V., Lanetskyi, B.M., Lukyanchuk, V.V., Nikolaev, I.M. & Zvieriev, O.O. (2022) "Metodolohichni aspekty stvorennia i vykorystannia imitatsiinykh matematychnykh modelei dlia obgruntuvannia taktyko-tekhnichnykh vymoh do system (kompleksiv) zenitnoho raketnoho ozbroennia" [Methodological aspects of the creation and use of simulated mathematical models for substantiating tactical and technical requirements for anti-aircraft missile systems (complexes)], Armament and military equipment. No 4(36). Pp. 10—19. https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.4(36).10-19.
20. Lukianchuk, V.V., Nikolaev, I.M., Kolomiitsev, O.V., Kalugin, D.S., Ponomariov, A.V., Koval, I.V., Dolyna, M.P., Tretyak, V.F., Dontsov, S.M., Trofimenko, Yu.V., Tkachyk, V.D., Kryvchun, V.I. (2023) "Metodolohichni aspekty obgruntuvannia operatyvno-stratehichnykh vymoh do perspektyvnoi systemy nestratehichnoi protyraketnoi oborony novoho obrysu" [Methodological aspects of substantiation of operational and strategic requirements for a prospective system of non-strategic anti-missile

defense of a new outline], Scientific Coll. «InterConf+», 39(179): with the Proc. of the 8th Intern. Scientific and Practical Conf. «Current Issues and Prospects for The Development of Scientific Research» (November 19-20, 2023; Orléans, France); comp. by LLC SPC «InterConf». Orléans: Epi, Pp. 553—571. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.11.2023.058.

Lukianchuk V.V., Nikolaev I.M., Holovin O.O., Zubariev V.V., Zvieriev O.O., Momit O.S.

SYSTEMATIC AND METHODOLOGICAL ASPECTS OF JUSTIFICATION OUTLINE OF THE NON-STRATEGIC MISSILE DEFENSE SYSTEM AT THE EXTERNAL DESIGN STAGE

The article describes a system-methodological approach to solving the problem of substantiating the outline of a non-strategic anti-missile defence system at the stage of external design. It is shown that the outline of the non-strategic anti-missile defence system should reflect the purpose, composition and operational-strategic requirements for this system. At the same time, the task of substantiating the operational and strategic requirements for the non-strategic air defence system consists in determining the set of the most important quantitative and qualitative indicators of the functional properties of this system, which ensure the extreme value of the selected indicator of the combat effectiveness of repelling the blows of non-strategic ballistic means of the enemy in the predicted conditions of conducting an anti-aircraft operation under the given resource limitations. The solution to the stated problem consists in the development and military-economic assessment of alternative variants of the outline of the non-strategic anti-missile defence system with an assessment of their effectiveness according to the «effectiveness – cost» criterion within the framework of predicted military conflicts using a system of simulated mathematical modeling of combat operations. It is shown that the methodical approach to justifying the outline of the studied system consists in a consistent multi-step selection of a rational outline of the subsystems and elements of this system by simulating bilateral combat operations at the tactical, operational-tactical and operational-strategic levels in order to achieve a rational indicator of system efficiency not lower than the required value.

Keywords: *non-strategic anti-missile defense system, ballistic weapons, outline, operational-strategic requirements, simulation of combat operations, methodological aspect, efficiency indicator.*

Відомості про авторів:

Лук'янчук Вадим Володимирович
доктор технічних наук, професор, начальник науково-дослідного відділу наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
м. Харків, Україна
https://orcid.org/0000-0001-5695-7723
e-mail: super.vadim1973@ukr.net

Ніколаєв Іван Михайлович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник наукового центру Повітряних Сил Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
м. Харків, Україна
https://orcid.org/0000-0002-1250-9918
e-mail: imnikolayev@gmail.com

Головін Олексій Олександрович
доктор технічних наук, старший науковий співробітник заступник начальника Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0003-4662-4559
e-mail: a_a_golovin@ukr.net

Зубарєв Валерій Володимирович
доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник групи ГНС з наукового керівництва досліджень Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової збройних сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-4998-726X
e-mail: doctorzubarev.2016@gmail.com

Звєрєв Олексій Олексійович
кандидат технічних наук, доцент провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку радіотехнічних засобів науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0003-2274-3115
e-mail: gans7995@gmail.com

Моміт Олександр Сергійович
заступник начальника відділу розвитку зенітних ракетних систем та комплексів науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-8901-7006
e-mail: momit_23@ukr.net

Information about the authors:

Lukianchuk Vadym
Doctor of Technical Sciences, Professor, Research Department of Scientific Center of Air Force of Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0001-5695-7723
e-mail: super.vadim1973@ukr.net

Nikolaev Ivan
Candidate of Technical Sciences, Senior Research Leading Research Worker of Scientific Center of Aircrafts Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-1250-9918
e-mail: imnikolayev@gmail.com

Oleksii Holovin
Doctor of Technical Sciences, Senior Research Deputy Chief of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-4662-4559
e-mail: a_a_golovin@ukr.net

Zubariev Valeriy
Doctor of Technical Sciences, Professor
Principal Researcher of the Group of Principal Researchers of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-4998-726X
e-mail: doctorzubarev.2016@gmail.com

Zvieriev Oleksii
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor Lead Researcher of Scientific Research Department of Development of Radio Equipment of Scientific Research Management of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-2274-3115
e-mail: gans7995@gmail.com

Olexander Momit
Deputy Chief of Scientific Research Department of Development of Surface-to-Air Missile Systems and Complexes of Scientific Research Management of Armament and Military Equipment of the Air Force of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-8901-7006
e-mail: momit_23@ukr.net

Стаття надійшла до редколегії 09.02.2024.