

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

DOI 10.33099/2786-7714-2025-1-8-5-16

УДК 358.4

Горбенко Володимир Михайлович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0002-7030-0995>

Кіресенко Володимир Володимирович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0003-0230-9450>

Чернявський Павло Сергійович

<https://orcid.org/0000-0003-0434-4460>

Камінський Валерій Віталійович (кандидат військових наук, доцент)

<https://orcid.org/0000-0002-6534-8564>

Національний університет оборони України, Київ, Україна

АНАЛІЗ ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТНОГО БАЛІСТИЧНОГО ОЗБРОЄННЯ ТА ШЛЯХИ ПРОТИДІЇ РАКЕТНИМ ЗАГРОЗАМ

В статті розглянуто досвід застосування балістичних ракет та боротьби з ними, зміни в тактиці застосування, їх вплив на ведення сучасної війни в повітряному домені. Досвід застосування засобів повітряного нападу з початку широкомасштабного вторгнення російської федерації свідчить про постійні зміни тактики дій повітряного противника, перенесення акцентів його ракетно-авіаційних ударів на різні групи важливих державних та військових об'єктів і навіть на цивільне населення. Поява тенденції щодо зростання загрози застосування балістичних ракет обумовлена наявністю сучасних балістичних ракет різної дальності польоту (міжконтинентальні балістичні ракети, середньої дальності, малої та ближньої дії), що надає противнику можливості завдавати раптових, високоточних ракетних ударів по визначених об'єктах з максимальною ефективністю та мінімальними для себе втратами. В сучасних умовах загроза ракетного удару може бути реалізована за лічені хвилини або години (в залежності від типу ракети), використовуючи наземні, морські та повітряні платформи на безпечній відстані від лінії бойового зіткнення. Розглядається ефективність системи протиракетної оборони, потрібні заходи комплексної протидії системі ракетного балістичного озброєння, що має бути значно більшою ніж існуючий поділ на активний захист, який передбачає знищення балістичних ракет на різних ділянках польоту та пасивний захист, який спрямований на мінімізацію наслідків перехоплення балістичних ракет (етап застосування). Перспективна комплексна система протиракетної оборони має охопити усі етапи функціонування системи ракетного балістичного озброєння противника, в тому числі етапи виробництва та експлуатації. Отже, реалізація запропонованих заходів потребує створення комплексної міжвидової системи протидії загрози ракетних ударів.

Розглянуті основні тактико-технічні характеристики, що визначають належність до ракетного балістичного озброєння, функціонування системи ракетного балістичного озброєння, як графу станів складної воєнно-технічної системи, сукупність чинників, що впливають на побудову ефективної системи протиракетної оборони з метою визначення першочергових комплексних заходів для забезпечення належного рівня ефективності захисту проти балістичних ракет.

Ключові слова: балістичні ракети, ефективність, засоби повітряного нападу, протиракетна оборона, ракетні удари, система ракетного балістичного озброєння.

Вступ

Широкомасштабне вторгнення російської федерації з самого початку супроводжувалось комбінованими ракетно-авіаційними ударами з використанням всієї номенклатури ракетного озброєння на усю глибину території України. Проте, не дивлячись на кількісно-якісну перевагу, противнику не вдалося досягнути мети повітряно-наступальної операції – завоювати панування в повітрі. [1-5]. На перше місце в триваючій

боротьбі в повітрі вийшли безпілотні засоби повітряного нападу (ЗПН), серед яких, без перебільшення, найбільш небезпечними є балістичні ракети (БР) [5-7]. Проблема боротьби з БР є одним зі складних завдань через їх швидкість, маневреність та висоту польоту. Створення сучасних систем протиповітряної (ППО) та протиракетної оборони (ПРО) вимагає інтеграції різних стратегій, вони повинні бути багаторівневими, оскільки різні типи БР

вимагають специфічних підходів для їх перехоплення. Сьогодні основні заходи боротьби з БР включають: знищення пускових платформ балістичних ракет для запобігання їх пуску, підвищення ефективності системи ПРО за рахунок сучасних ЗРК, таких як “Patriot,” THAAD та інших для перехоплення БР в польоті, нарощування розвідувальних можливостей на території противника, що дозволить вчасно виявляти загрози ракетних ударів. На відміну від США, які першим пріоритетом вважають загрозу ударів БР на театрі воєнних дій, а другим пріоритетом – загрозу національній території [6,7], головним пріоритетом для України є національна протиракетна оборона, а ПРО в операції є другим за пріоритетністю завданням. Разом з тим застосування балістичних та крилатих ракет повітряного, наземного (морського) базування, ударних БпЛА (дронів-камікадзе) дає можливість противнику продовжувати здійснювати стратегічні удари по критичним (важливим) об’єктам на усій території України. Сьогодні під ударами БР знаходяться не тільки важливі державні та військові об’єкти, а й об’єкти критичної інфраструктури [2-7] і навіть цивільне населення. Питання ефективності ППО та ПРО ускладнене тим, що жодна сучасна система протиракетної оборони не дає стовідсоткового результату знищення БР.

Так, аналіз застосування ЗРК “Patriot” у війні в Перській Затоці [8-17] свідчить, що реальна ефективність знищення БР типу “SCUD” (ракета Р-17 ракетного комплексу оперативно-тактичного призначення 9K72 “Ельбрус” радянського виробництва), була недостатньою в порівнянні з заявленими бойовими можливостями. Крім того, існувала (й досі існує) загроза, що залпові пуски балістичних ракет в комплексі з ударами інших ЗПН можуть перевантажити пропускну здатність (продуктивність) будь-якої системи ППО та ПРО. Тому оборонна стратегія, яка ґрунтується тільки на знищенні БР в повітрі, є ризикованою.

Матеріали та методи

Сьогодні та в найближчий перспективі, не дивлячись на постійну воєнно-технічну допомогу країн-партнерів, в умовах обмежених ресурсів сил та засобів ППО та ПРО не можливо ефективно прикрити усі критичні об’єкти на території України. Зазначені обставини свідчать, що завдання створення системи ППО та ПРО з метою забезпечення ефективного прикриття від ударів противника балістичними ракетами є надзвичайно важливим і вимагає пошуку та розроблення нових підходів щодо побудови багаторівневої системи протиракетної оборони [7].

Метою статті є аналіз застосування балістичних ракет та досвіду боротьби з ними, результати якого дозволять визначити, які заходи забезпечать кращий рівень ефективності боротьби з БР, визначити особливості побудови перспективної системи протиракетної оборони національної території України в умовах

триваючої російсько-української війни.

Результати

Перше застосування балістичних ракет, звичай, пов’язують із ракетами V-2 “Фау-2” [18], якими фашистська Німеччина у Другій Світовій війні завдала ракетних ударів по об’єктам на території Великобританії. “Фау-2” стала першою серійною балістичною ракетою, максимальна швидкість якої становила 5600 км/год, що в разі класифікації лише за швидкістю дозволяє вважати її гіперзвуковою балістичною ракетою.

Проте, ефективність застосування БР “Фау-2” оцінюється неоднозначно. Її поява була відповіддю на зростаючу ефективність ППО Великобританії у боротьбі з крилатими ракетами “Фау-1”, але результати (як матеріальні, так і людські втрати) ударів БР, були меншими, ніж сподівалося. Німеччині не вдалося досягти масованих ракетних ударів, хоча щомісячна кількість ударів “Фау-2” постійно зростала і в 1945 році досягла 220–230 ракет за місяць. Ефективних засобів боротьби з БР у повітрі на той час у світі не існувало. Усі заходи протидії загрози застосування балістичного ракетного озброєння були спрямовані на ураження засобів виробництва, місць зберігання та запуску БР.

Слід зазначити, що й у подальшому боротьба з БР, які у післявоєнний період отримали широкий розвиток, як носії ядерної зброї, і до цього часу залишається важливою невирішеною проблемою практично для усіх країн. Проведений аналіз показав, що наявність на озброєнні армій багатьох країн світу БР призвело до їх широкого бойового застосування в багатьох регіональних і навіть внутрішніх конфліктах (табл. 1) [6].

Застосування БР у війнах і конфліктах 70–90-х років ХХ-го століття також не носило масованого характеру. Зазвичай під час застосування БР завдавалися поодинокі або групові удари по визначених цілях або районах. До того ж ракетні удари завдавалися практично без протидії засобів ППО, адже ЗРК, які знаходилися на озброєнні армій конфліктуючих сторін, практично були не здатні боротися з цілями такого класу. Винятком можна вважати лише війну в зоні Перської затоки та триваючу російсько-українську війну. Так, у війні 1991 року бойове застосування оперативно-тактичних ракет (ОТР) збройні сили Іраку розпочали практично з початком операції “Буря в пустелі”. Ракетні удари наносилися по містах Тель-Авів, Єрусалим (Ізраїль), авіабазі (Дахран) та командному пункту багатонаціональних сил (Ер-Ріяд) на території Саудівської Аравії, військово-морській базі (Манама) та території Бахрейну. За перший тиждень бойових дій було застосовано більше 60 ОТР, у подальшому темп знизився до 1–4 за добу. Проте масованого застосування ОТР в ракетних ударах іракцям досягти не вдалося. Лише в деякі дні застосовувалося до 10–20 ОТР. Усього іракцям вдалося здійснити 133 пуски ОТР (61 – по Саудівської Аравії, 51 – по Ізраїлю та 21 – по Бахрейну) [8-14].

Таблиця 1

Бойове застосування тактичних балістичних та аеробалістичних ракет у війнах і конфліктах			
Війни та конфлікти, де застосовувались балістичні ракети	Роки	Країни, які застосовували БР	Типи балістичних ракет, що застосовувались
Арабо-ізраїльські війни	1973	Єгипет	Вперше застосовані ОТР “SCUD” та ТР “Луна-М” (витрачені майже всі ракети)
		Сирія	ТР “Луна-М” (близько 24 ракетних ударів)
	1982	Ізраїль	ТР “Zeev”
Війна в Афганістані	1979-1989	СРСР	ОТР Р-300 (понад 2000 ракет)
Громадянські та міжкланові війни у Ємені	з 1983	Північний Ємен	ОТР “SCUD”, ТР “Луна-М”
		Південний Ємен	ТР “Точка-У” (близько 35 ракет)
Ірано-іракська війна 1980-1988 рр.	до 1983	Ірак	ТР “Луна-М”, ОТР “SCUD”
	1987-1988	Ірак	ОТР “SCUD” (близько 76 ракетних ударів)
		Іран	ОТР “SCUD”, ТР “Oghab”, “Iran-130” (понад 200 ракетних ударів)
Війни у зоні Перської затоки	1991	Ірак	ОТР “SCUD”, “Al-Husayn”, ТР “Луна-М” (133 ракетних ударів по об’єктах Ізраїлю, Саудівської Аравії та Бахрейну)
		США	Вперше був застосований ракетний комплекс (РК) АТАСМС (30 ракет АТАСМС (Block1))
	2003	Ірак	ОТР “SCUD”, ТР “Al-Samoud 2” (15ракет по об’єктах Кувейту)
		США	ОТР АТАКМС (близько 400 ракет)
Війна у Боснії і Герцеговині	1995	Сербія	ТР “Луна-М”
Антитерористична операція у Чечні	1995-1996	росія	ОТР Р-300 (близько 250 ракет), ТР “Точка”, “Точка-У”
	1999-2000		ТР “Точка-У” (декілька сотен ракет)
Російсько-грузинська війна	2008	росія	ТР “Точка-У” (близько 15 ракет) Вперше були застосовані ОТР “Искандер-М” (2 ракети)
Російсько-українська війна (АТО та ООС)	2014-2021	Україна	ТР “Точка-У”
		росія	ТР “Точка-У”
Вірмено-азербайджанський конфлікт	2020	Вірменія	ОТР “Искандер-Э”, ОТР Р-300 (10-15 ракет), ТР “Точка-У”
		Азербайджан	ОТР “LORA”
Війна в Сирії	2015-2016	росія	ОТР “Искандер-М”
		Іран	ОТР “Fateh-110” та вперше застосовані ОТР “Zolfaghar” (6 ракет)
			ТР “Точка-У”, АТАСМС
російсько-українська війна	2022	росія	ОТР “Искандер-М”, ТР “Точка-У”, вперше була застосована аеробалістична ракета Х-47 авіаційного комплексу “Кинжал” та північнокорейська ОТР KN-23 (Hwasong-11Ga), “Орешник” модифікація комплексу РС-26 “Рубеж”

Варто зазначити, що для боротьби з пусковими установками (ПУ) та ракетами “SCUD” США створили комплексну систему, подібну тактичній системі ПРО на театрі воєнних дій. При цьому, за даними західних фахівців, американськими ЗРК “Patriot”, які входили до цієї системи, було перехоплено майже 35% іракських ОТР (оперативно-тактичні ракети) [14]. Малоефективними виявилися спроби авіації багатонаціональних сил боротися з іракськими ракетними комплексами (РК), хоча для цього виділялися значні сили (до 30% льотного ресурсу авіації антиіракської коаліції щодобово). Із 30 стаціонарних іракських ПУ було знищено 8, а із 43 мобільних ПУ, які активно застосовувались, були виявлені та обстріляні авіацією тільки 8 [14]. Причиною цьому можна вважати високу мобільність РК, які після пусків ракет або змінювали позиції, або переміщувалися в укриття та сховища природного характеру.

Хоча ефективність ударів ОТР була низькою, слабка протидія їм мала деморалізуючий вплив на війська і особливо на цивільне населення міст Ізраїлю. Лише до 30% запущених іракських ОТР досягли цілей, частина ракет з технічних причин

сходили з траєкторій, а ті, що були перехоплені американськими ЗРК “Patriot” (за наявності підривів бойових частин зенітних керованих ракет) практично не “збивалися з траєкторії” і, як правило, падали в точку прицілювання (з незначними промахами) [8-14].

Середня щотижнева кількість пусків “SCUD” під час “Бурі пустелі” (14,7 пусків за тиждень) була нижчою, ніж під час, так званої, “війни міст” між Іраном та Іраком у 1985 році, і загалом знизилася впродовж війни (рис. 1). Загалом, екіпажі авіації коаліції повідомили про знищення близько 80 мобільних ПУ іракських РК, проте, фактичне знищення будь-яких мобільних ПУ авіацією підтвердити неможливо [14].

Інформація про знищення ПУ, походить від екіпажів, які атакували об’єкти в районах запуску “SCUD”. Але більшість, якщо не всі, ці об’єкти були хибними – транспортні засоби, такі як вантажівки-цистерни, які мали інфрачервоні та радіолокаційні сигнатури, які неможливо відрізнити від мобільних пускових установок, транспортні засоби підтримки ОТР, а також інші об’єкти, які могли мати сигнатури подібні “SCUD”.

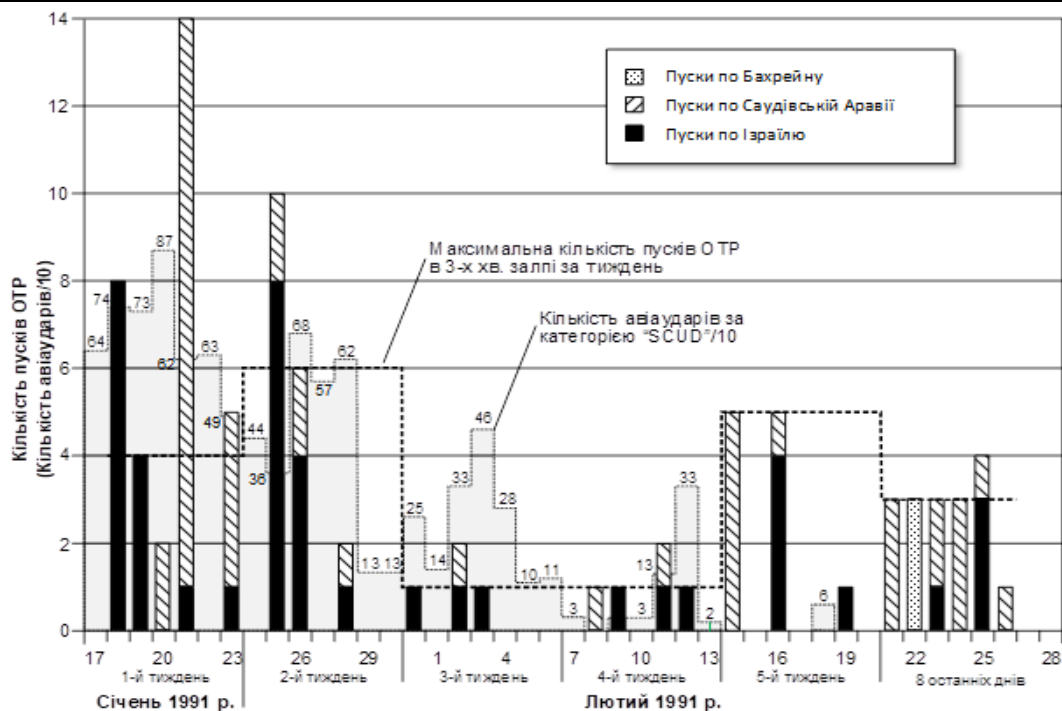


Рисунок 1. Динаміка пусків ОТР Іраку і авіаційних ударів антиіракської коаліції проти ОТР під час операції "Буря пустелі"

Впродовж сорока трьох днів "Бурі в пустелі" було завдано близько 1 500 ударів по цілях, пов'язаних з іракськими БР. Ця загальна сума включає місії з нанесення авіаційних ударів по мобільним пусковим установкам, ймовірним місцям схованок для мобільних ПУ (водопровідні тунелі, естакади тощо), стаціонарним пусковим майданчикам, а також виробничим та допоміжним об'єктам, пов'язаними зі "SCUD". Майже половина з приблизно 1,5 тисячі авіаційних та ракетних ударів категорії "SCUD" були завдані по стаціонарним місцям розташування ПУ ОТР такі як водопропускні труби та шляхопроводи, які розглядалися як потенційні схованки для мобільних ПУ; близько 30% ударів завдано по об'єктам інфраструктури та виробництва балістичних ракет; лише 15% (близько 215 ударів) – атаки на мобільні пускові установки рис. 1.

Після того, як перші "SCUD" почали падати на Ізраїль, а через два дні – на Саудівську Аравію, найкращим військовим варіантом вважалося знайти й атакувати мобільні ПУ до того, як вони встигнуть вистрілити. Аналіз досвіду військових навчань країн Варшавського договору в Центральній Європі зі "SCUD-B" та ірано-іракської війни показали, що може бути достатньо передпускових сигнатур і часу, щоб дати патрульним літакам певний шанс атакувати мобільні пускові установки до того, як вони вистрілять. Проте, під час війни в Перській Затоці іракці різко скоротили час підготовки до старту, уникали будь-яких електромагнітних випромінювань під час передстартових процедур, які могли б видати їхнє місце розташування, і засіяли зони запуску приманками (деякі з яких були надзвичайно високоякісними) та іншими транспортними засобами.

Наступним тактичним варіантом було розміщення повітряних патрулів "SCUD" у сподіванні, що після виявлення пусків ударний літак зможе досить швидко ідентифікувати місце старту, щоб визначити місцезнаходження пускових установок за допомогою бортових датчиків і знищити їх, перш ніж вони зможуть покинути стартову позицію. Найслабшим місцем цього варіанту була здатність обладнання ударних літаків виявляти та ідентифікувати транспортні засоби, радіолокаційні та інфрачервоні сигнатури яких було легко замаскувати, і їх надзвичайно важко відрізнити від фонового шуму, вантажівок та інших транспортних засобів або незліченних об'єктів, розташованих поблизу в районах запуску ОТР.

Понад 80% запусків "SCUD" під час "Бурі в пустелі" відбувалися вночі. Навіть F-15E, що патрулював поблизу рухомої цілі розміром з мобільну пускову установку МАЗ-543, мав мало шансів виявити та ідентифікувати її до того, як вона досягне укриття. Яскравим доказом цього є сорок два випадки, коли запуски "SCUD" візуально спостерігалися ударними літаками, що здійснювали патрулювання. Лише у восьми з цих випадків екіпажі ударних літаків змогли візуально виявити ціль з достатньою впевненістю для застосування зброї. Навіть враховуючи великі відстані на яких можна було побачити запуск ОТР вночі і точку запуску можна було локалізувати у відносно невеликому районі майже в реальному часі за допомогою візуального спостереження екіпажу або бортових датчиків, які дають координати, такі літаки як F-15E та F-16L, оснащені FLIR, мали вкрай обмежені можливості, що робило ймовірність виявлення іракських мобільних ПУ надзвичайно низькою.

Тим не менш, максимальна кількість запусків “SCUD” за один день – чотирнадцять – не перевищує загальної кількості мобільних ПУ (19), які, як відомо, пережили війну. Такі дані про запуски узгоджуються з можливістю того, що іракці почали війну з мобільними ПУ віком 20–30 років. Крім того, період найнижчої активності охоплює третій і четвертий тижні війни і здавалося, що іракські підрозділи “SCUD” дещо відновилися протягом останніх двох тижнів кампанії. Цю закономірність легше побачити в загальній кількості щотижневих запусків, зображених пунктирною лінією на рис. 1. Порівняно з першим тижнем загальна кількість запусків за тиждень відображає значне скорочення запусків “SCUD” до четвертого тижня. Але дані на рис. 1 вказують також на те, що певний ступінь відновлення відбувся на п’ятому тижні, а запуски протягом останніх восьми днів війни можна

порівняти із загальною кількістю “SCUD”, запущених упродовж другого тижня.

Таким чином, під час “Бурі в пустелі” можна відмітити спробу створити комплексну систему протидії загрозі застосування балістичного ракетного озброєння на ТВД, заходи якої були спрямовані як на перехоплення БР в польоті на кінцевій ділянці, так і на пошук та знищення мобільних пускових установок ОТР до та відразу після їх запуску.

Триваюча російсько-українська війна є ще одним прикладом боротьби із загрозою ракетних ударів, в тому числі із застосуванням ракетного балістичного озброєння. Аналіз динаміки застосування засобів повітряного нападу противника на території України свідчить про постійну участь ракетних засобів ураження в складі комбінованих ракетно-авіаційних ударів (рис. 2) [19].

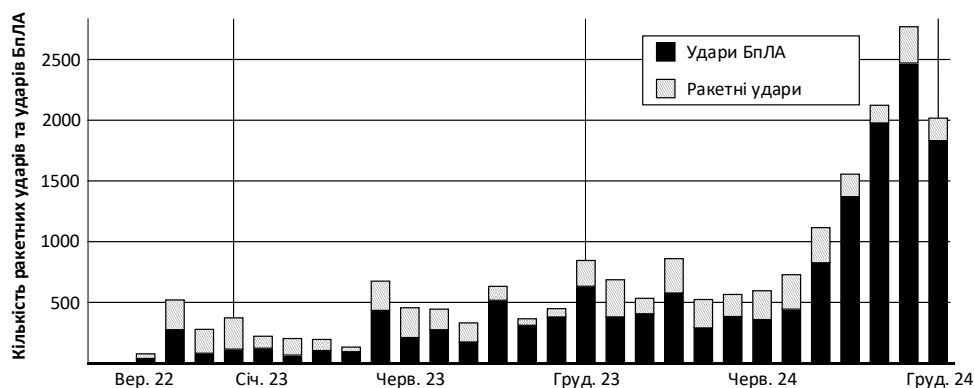


Рисунок 2. Динаміка застосування засобів повітряного нападу для ураження об’єктів на території України

Цікавими є результати порівняльного аналізу ефективності застосування різноманітних ЗПН з урахуванням вартості їх виробництва, фактичних

втрат при подоланні протидії ППО та ваги корисного навантаження – ваги бойової частини (табл. 2) [19].

Таблиця 2

Економічна ефективність окремих видів засобів повітряного нападу

Засіб повітряного нападу	Вартість за одиницю, (дол. США)	Частка засобів не збитих ППО, %	Вартість ураження цілі, (дол. США)	Вага бойової частини, кг	Вартість за 500 кг бойової частини, (дол. США)
БпЛА типу “Shahed-136”/“Герань-2”	35 000\$	10	353 535\$	50	3 547 415\$
X-22	1 000 000\$	95	1 057 082\$	1000	530 344\$
C-300/C-400	1 500 000\$	100	1 507 538\$	135	5 546 496\$
X-59	500 000\$	29	1 748 252\$	320	2 756 624\$
БР “Искандер-М”	2 000 000\$	90	2 224 694\$	480	2 455 512\$
КР “Искандер-К”	1 000 000\$	36	2 747 253\$	480	3 032 288\$
КР типу “Калібр”	1 000 000\$	20	4 926 108\$	450	5 437 205\$
X-47 “Кинжал”	15 000 000\$	74	20 161 290\$	475	21 193 409\$

Примітка. Для зручності сприйняття інформації дані перераховані переведенням ваги у фунтах у кг.

Як видно з табл. 2 застосування ударних БпЛА типу “Shahed-136”/“Герань-2” обходиться рф приблизно в 350 000 дол. США для ураження однієї цілі. Це порівняно з приблизно 1 млн.дол. США на ураження цілі авіаційною керованою X-22. Проте, якщо брати до уваги, що для знищення (руйнування) об’єкту недостатньо одного лише влучання, а потрібен удар еквівалентний 500 кг в

тройловою еквіваленті, то БпЛА значно поступаються ракетним засобам ураження з економічної точки зору. Так, за умови вартості БР “Орешник” приблизно 30 млн.дол. і вазі бойової частини 1500 кг [19], з урахуванням 100% подолання ППО, вартість за 500 кг бойової частини становитиме близько 10 млн.дол. Це значить, що застосування БР “Орешник” в два

рази економічно вигідніше ніж Х-47 “Кинжал”, але майже в п’ять разів програє за даним показником БР “Искандер-М”.

Таким чином, одним з можливих трендів боротьби в повітрі в сучасних умовах є зростання ролі та частки участі саме ракетного балістичного озброєння в нанесенні ударів по широкій номенклатурі об’єктів на усій території України. Це реальна загроза яка формує вимоги до створення перспективної ефективної системи протиракетної оборони, опираючись на досвід та концепції провідних у військовому відношенні країн світу.

На сьогодні США розглядають багаторівневу (багатошарову) стратегію ПРО, яка має ряд переваг. Кожен рівень такої оборони має додати приріст до захисту від БР. Перший рівень впливає на зменшення кількості БР, які дістануться наступного рівня. Ці дії безпосередньо впливають на можливості щодо нанесення ударів БР. Другий рівень, активної оборони, має на меті знищити БР одразу після їх запуску, на серединній ділянці траєкторії та безпосередньо перед спуском над ціллю (даний рівень активної оборони на кінцевій ділянці польоту БР, був єдиним реалізованим у війні у зоні Перської затоки). Разом з тим США розглядають різні шляхи щодо боротьби з БР під час ведення активної оборони [20-25].

Також один з підходів передбачає застосування безпілотного авіаційного комплексу (БпАК), який проводить повітряну розвідку над ймовірними районами розгортання мобільних пускових установок БР та передає точну інформацію про виявлені цілі до повітряного пункту командування та управління (С2). Він може включати такі повітряні платформи, як Е-3 AWACS (Airborne Warning And Control System) або Е-8 JSTARS (Joint Surveillance and Target Attack Radar System). Повітряний пункт управління С2 передає отримані координати цілі на вогневий засіб, який безпосередньо знищує наземну пускову установку.

Інший підхід – розроблення пошуково-ударної системи з БпАК із засобами ураження. Ця безпілотна система самостійно виявляє та розпізнає мобільні ПУ, а також застосовує власні боєприпаси для знищення цілі без втручання пілотованої авіації. Проміжний етап включає БпАК для пошуку та ураження, який отримує остаточний дозвіл на застосування зброї через канал передачі даних з бортовою або наземною станцією управління.

Автономний безпілотний літальний апарат (Autonomous Air Vehicle – AAV) – засіб, який здатний виконувати функції пошуку та знищення незалежно від стороннього втручання. Автономний БпЛА виконує пошук та

ідентифікацію цілі за допомогою комп’ютерної автоматизації. Алгоритми автоматичного призначення та розпізнавання цілі (Automatic Target Recognition – ATR) спрямовує пошукові датчики ААВ (інфрачервона пошукова станція, РЛС міліметрового діапазону або лазерний пошуковий сканер) у визначені місця розташування мобільних ПУ з високою ймовірністю. Алгоритми АТР, які знаходяться в пам’яті комп’ютера ААВ, інтерпретують зображення датчиків та порівнюють їх з збереженими еталонними даними про цілі. Якщо АТР визначив, що об’єкт дійсно є ціллю, то ААВ може або передати цю інформацію на іншу платформу, як описано вище, або ААВ може використовувати власні боєприпаси для знищення пускової установки. Проте, подібні алгоритми АТР є досить складними і займають багато часу на їх розроблення та реалізацію.

Питання про те, як проводити операції зі знищення ПУ ОТР, не є тривіальним. Існують переваги та недоліки використання визначених підходів, а саме пілотованої авіації та використання БпЛА.

Критерії оцінювання можуть допомогти визначити, який підхід найкраще відповідатиме загальним вимогам до надійної протиракетної оборони. Кінцева мета – запропонувати систему (концепцію), яка дасть максимально можливу ефективність знищення балістичних ракет противника. Порівняння фінансових витрат виходить за межі цієї статті.

Перша вимога – ефективність. Система повинна запобігти удару балістичних ракет як в операції, так і по об’єктам в глибині країни. Система повинна реагувати оперативно, оскільки мобільні пускові установки БР є чутливими до фактору часу, тобто перебувати на стартовій позиції обмежений час. Важливим зауваженням є те, що система, яка лише виявляє пуски та здійснює оповіщення, не є повною без ефективного механізму знищення.

Друга вимога – пристосованість (придатність) до різних умов. Система повинна ефективно працювати за будь-яких погодних умов. Дощ, туман, або сніг не повинен перешкоджати функціонуванню системи. Наприклад, у війнах в Перській Затоці, Ірак використовував погану погоду, як щит для проведення запусків “SCUD”. Багато систем США, які використовувалися у війні в Перській Затоці, не змогли добре працювати в негоду. Система також повинна бути ефективною для будь-якого рельєфу місцевості. Оскільки місцевість і рослинність значно відрізняються від одного регіону до іншого, запропоноване рішення має бути адаптованим до різних умов рельєфу місцевості. Наприклад, описувати специфікації

системи лише на пустельному ландшафті було б помилкою. Цілком ймовірно, що Збройним Силам України доведеться мати справу з мобільними ПУ ОТР збройних сил РФ, розміщеними в густо лісистих або рівнинних регіонах. Проте, не можна виключати і гірські райони тимчасово окупованої території Кримського півострову.

Останньою вимогою, є простота. Це означає розроблення системи, яка є максимально простою, без втрати ефективності. Простота відноситься до технічного підходу, який максимально автономний. Це є перевагою мінімізації залежності від зовнішніх вхідних даних. Усунення зовнішніх факторів, в найближчій перспективі неможливо; тим не менш, система, яка вимагає менше зовнішніх комунікаційних зв'язків, є більш незалежною, автономною. Можна виміряти простоту, визначивши кількість окремих систем, які повинні працювати разом, щоб знайти та знищити мобільні пускові установки ОТР. Чим менше кількість компонентів, тим простіше загальна система.

Простота та ефективність не обов'язково є взаємовиключними властивостями. Часто вони повністю збігаються. Система, яка покладається на численні підсистеми, може підвищити ризик відмови. Наприклад, якщо багато окремих платформ повинні спілкуватися одна з одною для виконання місії, загальна система може бути занадто складною. У складній системі відмова будь-якого з численних каналів та інтерфейсів може виявитися фатальною. Збалансувати вимоги до технічної складності, потрібної для пошуку та знищення мобільних ПУ ОТР, з бажанням зберегти загальну систему якомога простішою є великою проблемою.

Ці чотири вимоги служать орієнтиром для формування системи показників вимірювання відносної ефективності конкретних систем. Індивідуальний критерій не є абсолютною вимогою, яка виконується повністю або не виконується зовсім. Наприклад, одна система може забезпечити більшу ймовірність ураження БР, ніж конкуруюча система, але жодна не може бути на сто відсотків ефективною у всіх випадках. Що стосується впорядкування чотирьох критеріїв вимірювання за рангом, то перший, очевидно, є найважливішим, оскільки система повинна реагувати в межах часових обмежень, встановлених противником. Наприклад, ефективна система ПРО повинна знищити мобільні балістичні ракети перед їх запуском. Решта чотири критерії приблизно однакові за важливістю. Призначення зважених значень цим критеріям було б складним і більш суб'єктивним, ніж науковим.

За поглядами військових фахівців США, ідея

сучасної системи ПРО – створити захисний щит над театром воєнних дій, перехоплюючи БР, що наближаються на великій висоті, якщо це можливо. Загальний підхід передбачає побудову багаторівневої оборони. Це є розумним і дозволяє розділити проблему на раціональні сегменти.

Перший рівень – це дії на випередження, які передбачають комплекс заходів з пошуку, визначення місцезнаходження та знищення ПУ балістичних ракет в операційній зоні (районі) перед пуском. Разом з цим зазначені заходи включають контр дії для блокування надходження БР під час імпорту, на заводах чи складах або під час транспортування до місця пуску. Протидія застосування БР може бути спрямована безпосередньо на місце запуску одразу після застосування БР, але до того моменту, як розрахунок здійснить маневр.

Другий рівень – це активні дії зі знищення БР на фазі їх розгону, серединній та кінцевій фазах польоту.

Захист об'єкту прикриття – це останній третій рівень щодо можливості знищити БР. Він включає ЗРК “Patriot” та інші як частину нижнього рівня активного захисту. Третій рівень – це також заходи пасивного захисту, спрямовані на зменшення вразливості об'єктів до ураження БР. Заходи пасивного захисту включають організаційні (інженерні) заходи, направлені на розосередження та маскування об'єктів прикриття. Об'єднання цих трьох рівнів в єдину систему є завданням четвертого рівня, надійної системи командування, управління, зв'язку, та розвідки (C2) для попередження про напади та управління. Дана система зв'яже різні сегменти системи ПРО і забезпечує скоординовану відповідь на кожен ракетну атаку. Структура системи ПРО є логічною і її завдання полягає в тому, щоб розробити конкретні системи в кожному захисному рівні, щоб створити справді ефективну систему ПРО.

Одна з точок зору полягає в тому, що економніше створювати системи для збивання ракет на фазі розгону або на серединній фазі. Проте жодна система, ймовірно, не буде на 100% ефективною для відбиття удару БР. Військові фахівці США визнають це і діють відповідно. В сучасних операціях вони приділяють велику увагу саме балістичним ракетам, як стаціонарним, так і мобільним і розробили детальні плани вдосконалення можливостей США.

Проведений аналіз свідчить, що транспортна пускова установка (ТПУ) є слабкою ланкою ракетного балістичного озброєння, оскільки противник може мати кілька сотень ОТР, але лише кілька десятків ТПУ. Отже, можна отримати значні важелі впливу, вразивши ТПУ противника. Наприклад, якщо очікувана ймовірність

безпечного повернення ТПУ на базу перезарядки після запуску ракети становить 90 %. Зменшення передстартової живучості пускової установки (знищення її до того, як вона вистрілить) з 1,0 до 0,85 означає, що кількість ракет, запущених ТПУ, знизиться з десяти до менш ніж чотирьох, перш ніж вона буде знищена. Це запобігає майже двом третинам очікуваної кількості запусків ракет з ТПУ. Це також узгоджується з рекомендаціями, згідно з яким розвідувально-ударні операції можуть з часом зменшити запуски БР більш ніж на 50 %. Таким чином, системи активного захисту, розроблені для фази розгону та серединній фазі польоту БР, будуть боротися з набагато меншою кількістю ракет. “Краще знищити лук, ніж намагатися збивати стріли в польоті”. [20]

Першим етапом боротьби з балістичними ракетами є розвідувально-ударні операції. Завдання є досить складним, коли ТПУ з БР переміщуються на стартову позицію. Час впливу на розгорнуту ТПУ зазвичай короткий, противник може легко її замаскувати, а макети недорогі. [25] Рівнинний рельєф та степ не є найбільш напруженими для розвідувально-ударних операцій. Складний рельєф або ліси ускладнили б проблему пошуку ТПУ.

Перевага в повітрі авіації коаліції змусила Ірак застосовувати свої ОТР переважно вночі, що приблизно склало 81 % пусків від загальної кількості з метою уникнути виявлення засобами

розвідки. Дії авіації коаліції, ймовірно, призвели до передчасних запусків, що знизило точність БР “SCUD”. Залпові запуски також зменшилися, оскільки 40 з перших 42 ОТР були залповими, але лише 12 з останніх були залповими.

Повітряні сили США визначають ударні операції, як знищення БР на ТВД і пов'язаних з ними допоміжних заходів протидії під час підготовки до пуску БР та безпосередньо під час застосування. Окрім знищення розгорнутих ракет, також важливо ліквідувати інфраструктуру ракетного балістичного озброєння противника.

Функціонування системи ракетного балістичного озброєння можна представити у вигляді графу, як найбільш поширеної та зручної форми зображення систем та їх структур. Вершинами графу будуть можливі стани системи ракетного балістичного озброєння, а ребрам графа зв'язки між станами (переходами з одного стану в інший).

$$G = \{D, F, R\},$$

де $D = \{d_i\}$ – множина елементів графу (станів системи ракетного балістичного озброєння)
 $D = V \cup L$;
 $V = \{v_i\}$ і $L = \{l_{ij}\}$ – множини, відповідно, вершин та ребер графу за умови, що $V \cap L = \emptyset$.
Функціонування системи ракетного балістичного озброєння у вигляді графу наведено на рис. 3.

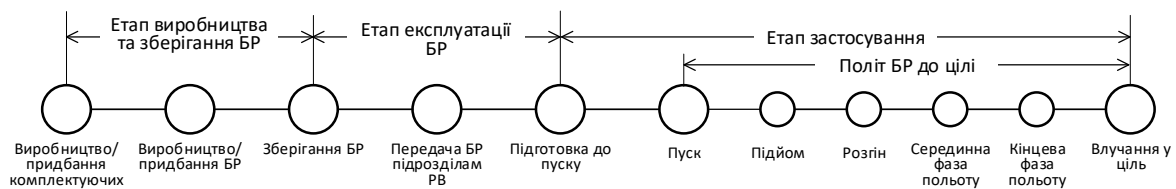


Рисунок 3. Загальний вид графу станів системи ракетного балістичного озброєння

Очевидно, що вершина графу відповідає стану системи ракетного балістичного озброєння (виробництво та/або постачання компонентів, виробництво самого ракетного балістичного озброєння, зберігання, підготовка до застосування та інші), а ребро – перехід між станами системи. Слід зауважити, що до вершини “Пуск” кожна вершина є множиною вузлів. Таким чином, представлення системи ракетного балістичного озброєння противника у вигляді графу, дозволяє виявити стани системи і зв'язки між ними, та на якому етапі (фазі), якими силами та засобами можливо максимально ефективно вплинути на її функціонування. Детальний опис математичної моделі системи ракетного балістичного озброєння є предметом наступного дослідження.

Метою впливу на систему ракетного балістичного озброєння має бути зниження інтенсивності пусків та мінімізація влучань у об'єкти прикриття.

Можливі різні підходи щодо удосконалення ефективності системи ПРО. Так, існує точка зору,

що на першому рівні протиракетної оборони, операцій з пошуку та знищення ПУ ОТР, жодні існуючі платформи не можуть ефективно протистояти мобільним ПУ ОТР. Проте, модифікація існуючих платформ може досягти прийняттого рівня ефективності. Наприклад, США вивчають потенційну можливість використання елементів системи ПРО на існуючих платформах озброєння, які зараз знаходяться на озброєнні, включаючи F-15, F-16 та інші. Питання, на яке поки немає відповіді, полягає в тому, чи можуть ці системи ефективно виконати свою місію.

Поряд із меншим часом, необхідним для фактичного запуску ракети, існує час потрібний для згорання та переміщення на запасну позицію, він також був набагато меншим ніж очікувалося. За оцінками американської розвідки, розрахунку ПУ “SCUD” потрібно було до 30 хвилин після пуску, щоб змінити позицію. Незадовго до початку війни США дізналися від єгиптян, що екіпаж “SCUD” може почати переміщення в інше місце всього за шість хвилин після запуску [8-14]. США

також виявили, що ОТР можуть залишатися заправленими і готовими до запуску довше, ніж очікувалося. Для передачі необхідної кількості рідкого палива в “SCUD-B” потрібно близько години. Хоча паливна суміш дуже легюча, ракета залишається придатною для використання упродовж 24 годин. Це підвищило гнучкість Іраку. Американська розвідка також недооцінила наявні в Іраку ракети та мобільні пускові установки. [8-14]. У іракців було на сотні ракет більше, ніж передбачалося за довоєнними оцінками. Це свідчить про складність спроби оцінити військовий потенціал у відносно закритому суспільстві. Ці проблеми з неточними розвідувальними даними щодо іракських “SCUD” відображали проблеми, які виникли й у розвідки союзників, яка виявляла німецькі ракети “Фау-1” та “Фау-2”.

Проблема в тому, що JSTARS не міг відрізнити ПУ ОТР від транспортного засобу подібного розміру, наприклад, бензовозу. Інші літаки, наприклад F-15E, мали наблизитися для остаточного розпізнання цілі. JSTARS та інші засоби розвідки виявляли діяльність підозрювану як “SCUD”. Оператори передали цю інформацію літаку AWACS, який передав ці сигнали про місце розташування ударним літакам. Потім екіпажі пробували знайти ОТР на основі цієї інформації. В більшості випадків результати були невтішними. Екіпажі скаржилися, що якщо вони самі не бачать запуск, у них мало шансів знайти пускову установку. Погана погода погіршувала видимість і значно сприяла Іраку у цій грі в хованки. Була спроба застосовувати підрозділи Delta Force та інших сил спеціального призначення для пошуку мобільних ПУ ОТР [14]. Їхня мета полягала в тому, щоб використовувати лазери для позначення виявлених ПУ ОТР. На жаль, немає ніяких підтверджень про знищення будь-яких мобільних ПУ ОТР діями на землі. До сих пір точно не відомо яким був реальний ефект дій проти мобільних ПУ “SCUD”.

Порівняння можливостей ракет і літаків в інших категоріях показує деякі очевидні переваги кожної з них. Хоча балістичні ракети мають передбачувану траєкторію, вони є більш несподіваною зброєю, ніж літаки, через короткий час польоту ракети від запуску до цілі. Наприклад, ОТР може досягти своєї цілі на відстані 560 миль за дев'ять хвилин, тоді як реактивному літаку знадобиться близько години, щоб пролетіти таку ж відстань. Основними перевагами літаків перед БР є більше корисне навантаження та можливість повторного використання. Один винищувач F-16 може нести вибуховий еквівалент 10 ракет “Al-Husayn” [21].

Ще одним з напрямків протидії БР є можливість впливу на їх точність. Точність системи супутників глобальної системи позиціонування (GPS) доступна кожному хто хоче придбати GPS-приймач. Навіть технологічно недосконалі країни можуть підвищити точність ракет, встановивши приймачі GPS. Функція Selective Availability (SA) на GPS дозволяє США погіршити точність позиціонування для користувачів, у яких відсутні певні коди. Проте, оскільки комерційним користувачам не вистачає

можливостей SA і вони стають настільки залежними від GPS, уряд США може вирішити не вмикати функцію SA навіть під час регіонального конфлікту. GPS може зменшити вірогідну кругову помилку ракети (CEP) до менш ніж 100 метрів замість 1000 метрів, як у “SCUD” тільки з інерціальною навігаційною системою. Підвищена точність робить балістичні ракети ще більшою військовою загрозою. Наприклад, зменшення похибки балістичної ракети з 1000 метрів до 100 метрів збільшує ймовірність ураження портового об'єкта площею 92 акр лише з 8% до майже 100%.

Завдяки більш точному націлюванню в поєднанні з комерційно доступними покращеннями такі країни як РФ, можуть здійснювати удари балістичними ракетами в рази ефективніше, ніж Ірак під час “Бурі в пустелі”. [20-24] Поширення мереж волоконно-оптичного зв'язку дозволяє противнику прив'язати свої військові комунікації до своєї цивільної системи та створити мережу подвійного призначення, що може загрожувати іншим країнам масовою атакою балістичних ракет.

Інша проблема – комерційна доступність супутникової інформації. Під час “Бурі в пустелі” іракці не змогли визначити розташування сил коаліції, оскільки у Саддама не було ефективної розвідки. Сьогодні навіть країни, які не мають власних супутників, можуть купувати зображення з точністю до 2–10 метрів.

Одним із ключових моментів у проведенні ефективної ПРО є можливість спостерігати за всім ТВД на наявність ворожих ракет. Завдання системи спостереження – виявлення пускових установок балістичних ракет, виробничих приміщень, зон зберігання та підтримки [25]. Джерела розвідки повинні передавати інформацію про цілі через систему управління діями авіації (TACS). Ударна авіація має отримувати координати цілі, а потім уражає її. Більш чутлива TACS підвищить ефективність ураження ТПУ балістичних ракет і пов'язану з ними інфраструктуру. В ідеалі інформація повинна проходити через систему до того, як противник запустить свої БР. Цей метод схожий на підхід, застосований США під час операції “Буря в пустелі”.

Разом з цим, систему протиракетної оборони пропонується будувати з врахуванням активних та пасивних підсистем.

Обговорення

Активна оборона спрямована на знищення ракет у польоті під час їх розгону, середньої фази польоту та кінцевої фази. Існують позитивні та негативні сторони процесу знищення балістичних ракет на кожному з трьох фазах польоту. Наприклад, знищення балістичних ракет противника над територією противника або на великій висоті зменшує супутній збиток. Серед недоліків захисту на великій висоті – складність розрізнення справжніх цілей від хибних, а також складність точної оцінки результатів знищення БР. Сучасні бойові частини БР можуть мати здатність маневрувати під час входу, що робить захист критичних об'єктів дуже важливим. Проте, ПРО критичних об'єктів вимагає надзвичайної точності,

оскільки на цій фазі польоту балістичної ракети є мало часу. Також БР можуть розділитися та створити кілька цілей, що ще більше ускладнить проблему їх перехоплення.

Для активної оборони використовується зброя повітряного або наземного базування. Потужна інфрачервона сигнатура БР допомагає виявити її на фазі розгону. Перехоплення під час фази підйому (набору висоти після пуску) є потенційно досить економічно ефективним. Озброєння активного захисту знищує БР до того, як вона зможе розділитися на кілька боеголовок або хибних цілей. Складність захисту на фазі підйому полягає в тому, що система повинна діяти над територією противника або мати дуже великий радіус дії. Проте, одна велика перевага цього ешелону ПРО полягає в тому, що він значно розширює зону захисту. Частиною активної ПРО є перехоплення ракет у польоті на фазі розгону.

Активна ПРО вимагає виявлення пуску та системи розвідки, яка відстежуватиме ракети противника упродовж усього їх польоту та розраховуватиме потрібні данні для перехоплення. Протиракетний бій у багато разів швидший, ніж протиповітряний. Про літак, що здійснює політ з надзвуковою швидкістю в 1 М може бути попереджено за 20 хв до того, як він наблизиться до цілі. Про загрозу удару балістичними ракетами може бути попереджено близько за 3–5 хв, але гіперзвукові ракети дадуть ще менше часу для їх виявлення та знищення.

Час, безумовно, є критичним фактором для зброї на фазі підйому, оскільки ця фаза триває лише від 30 до 120 секунд. Можливою зброєю на цій фазі можуть бути перспективні бортові лазери або літальні апарати, озброєні високошвидкісними ракетами, здатними збивати балістичні ракети. Більше часу доступно для атаки ракет під час їх середньої фази польоту, оскільки вона триває від 4 до 10 хвилин. Для середньої фази активної ПРО метою є досягнення множинних можливостей перехоплення БР. Мережа С4І стежитиме за ходом цієї битви та спрямовуватиме додаткові ресурси, зокрема захист комплексів ПРО, за потреби.

Сьогодні багато країн вивчають можливість лазера для знищення балістичних ракет на фазі розгону. Вимоги включають автономне виявлення цілей на дальності понад 450 км, здатність вражати три цілі одночасно та понад 100 секунд доступної потужності лазера. Для знищення балістичної ракети потрібна доступна максимальна потужність лазера від однієї до п'яти секунд. Знову ж таки, часові обмеження досить жорсткі. Від початкового виявлення до ураження цілі є лише 3–10 секунд. Платформа повинна мати здатність чергувати у повітрі упродовж 6 годин та мати можливість дозаправлення в повітрі. Майбутні випробування перевірять концепцію роботи бортового лазера та його інтеграцію з іншими засобами для знищення балістичних ракет. Багато виробників заявили про заплановані додаткові випробування та демонстрації.

Аналіз показує, що один бортовий лазер міг би

знищити 87 % ракет “SCUD”, випущених під час “Бурі в пустелі”. Три літальні апарати можуть забезпечити постійне покриття певної території. Шість літаків було б достатньо для захисту Ізраїлю і Саудівської Аравії під час “Бурі в пустелі”.

Висновки

Досвід війн та збройних конфліктів від середини минулого століття і до сьогодні свідчить про зростання важливості боротьби в повітрі. Одним з трендів триваючої російсько-української війни є зростання інтенсивності та різноманіття засобів повітряного нападу, які застосовує противник для завдання стратегічних ударів на уся глибину території України.

Сучасне операційне середовище Повітряних Сил ЗС України характеризується постійною боротьбою тактик, новітніх технологій, пошуком нових методів та способів підвищення ефективності ППО та ПРО.

Зростання ефективності застосування сил та засобів ППО сил оборони України спонукає противника до збільшення частки участі саме ракетного балістичного озброєння в нанесенні комбінованих ракетно-авіаційних ударів по об'єктам на усій території країни.

Система ракетного балістичного озброєння противника є складною воєнно-технічною системою, складові та елементи якої знаходяться за межами можливого фізичного впливу доступних засобів ураження.

Це реальна загроза яка формує вимоги до створення перспективної ефективної системи протиракетної оборони, опираючись на досвід та концепції провідних у військовому відношенні країн світу.

Перспективна система ППО та ПРО має бути комплексною і спроможною впливати на систему ракетного балістичного озброєння противника на усіх етапах її функціонування, включаючи виробництво, експлуатацію та застосування.

Список використаних джерел

1. Горбенко В.М. Запобігання можливій ескаляції в повітряному домені збройної боротьби / В.М. Горбенко, О.А. Коршець // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень. – 2023. – № 3(79). – С. 52-60.
2. Теоретико-прикладні аспекти російсько-української війни: гібридна агресія та національна стійкість: монографія / колектив авторів; за заг. ред. М. В. Ковалю. –К.: НУОУ, 2023. –316 с.
3. Volodymyr Horbenko. Strategic Air Operation as one of the possible instruments in a hybrid war between the Russian Federation against Ukraine / Volodymyr Horbenko, Olena Korshets // Journal of Scientific Papers “Social development & Security”. – 2022. – Vol.12, No.2. – С. 14-30.
4. Горбенко В.М., Кіресенко В.В. Методика визначення важливості об'єктів протиповітряної оборони в процесі планування операцій з використанням методу факторного аналізу К.: Повітряна міць, № 2(7), 2024 р. – С. 10-19.
5. Valius Venckunas, Eight Lessons Air Forces are Learning from the War in Ukraine, Aerotime Hub, 8 January 2023. Accessed at: Eight military aviation lessons from the war in Ukraine – AeroTime (Required Reading).
6. Загорка О. М. Аналіз застосування нестратегічних балістичних ракет у локальних війнах і

збройних конфліктах та боротьби з ними / О. М. Загорка, О. В. Дейнега // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України. – 2023. – № 2 (78). – С. 20-26. <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2023-2-78/20-26>

7. Лук'янчук В.В., Ніколаєв І.М., Коломійцев О.В., Калугін Д.С., Пономарьов А.О., Коваль І.В., Долина М.П., Третяк В.Ф., Донцов С.М., Трофіменко Ю.В., Ткачик В.Д., Кривчун В.І. (2023). Методологічні аспекти обґрунтування оперативно-стратегічних вимог до перспективної системи нестратегічної протиракетної оборони нового обрису. *Military Affairs and National Security*. InterConf, (179), 553-571.

8. Dick Cheney, *Defense Strategy for the 1990s: The Regional Defense Strategy*, (Washington, D.C.: Department of Defense, January 1993).

9. Colonel John A. Warden III, Commandant, Air Command and Staff College, Maxwell AFB, Ala., (Deputy Director of Strategy, Doctrine, and Plans, HQ USAF during Desert Shield/Desert Storm), interview with author, 22 March 1993.

10. Gen H. Norman Schwarzkopf and Peter Petre, *It Doesn't Take a Hero* (New York: Bantam Books, 1992), 417.

11. Stewart M. Powell, *Scud War, Round Two*, *Air Force Magazine* 75, no. 4 (April 1992): 51.

12. Dr Keith B. Payne, *Defense Against Missile Proliferation*, *Janes Intelligence Review*, May 1992, 235.

13. Norman Friedman, *Desert Victory: The War for Kuwait* (Annapolis, Md.: Naval Institute Press, 1991), 174.

14. *Revolution in War? Air Power in the Persian Gulf* / Thomas A. Keaney, Eliot A. Cohen. U.S. Naval Institute

Press. Annapolis, Maryland, 1995. – 314 p.

15. Glenn W. Goodman, Jr., "Brilliant Missiles: Scud Hunter-Killers of the Future", *Armed Forces Journal International*, September 1991, 54.

16. Kupersmith, "The Failure of Third World Airpower: Iraq and the War with Iran", 61.

17. Julie Bird, "Strike Eagles, Falcons Take on Scuds" *Air Force Times*, 4 February 1991.

18. Порицкий Л. ФАУ (оружие возмездия) и противовоздушная оборона Англии // *Зеркало недели*. 2000. 15 янв. (№ 1–2).

19. Calculating the Cost-Effectiveness of Russia's Drone Strikes <https://www.csis.org/analysis/calculating-cost-effectiveness-russias-drone-strikes>

20. Fricken, "Tactical Missile Defense: A Chink in the Armor", 11.

21. Yossef Bodansky, "Iran Acquires Nuclear Weapons and Moves to Provide Cover to Syria," *Defense & Foreign Affairs Strategic Policy* 20, no. 1 (February 1992).

22. John R. Harvey, "Regional Ballistic Missiles and Advanced Strike Aircraft" *International Security* 17, no. 2 (Fall 1992): 63.

23. George W. Conner, Mark A. Ehlers, and Kneale T. Marshall, "Countering Short Range Ballistic Missiles" (Department of Operations Research, Naval Postgraduate School, January 1993).

24. Briefing, David Israel, assistant deputy for Theater Missile Defense, Strategic Defense Initiative Organization, subject: An Initiative for TMD Counterforce, November 1992 (FOUO).

25. Theater Missile Defense Mission Need Statement, 18 November 1991, 4.

Volodymyr Horbenko (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0002-7030-0995>

Volodymyr Kireienko (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0003-0230-9450>

Pavlo Cherniavskiy

<https://orcid.org/0000-0003-0434-4460>

Valerii Kaminskii (Candidate of Military Sciences, Associate Professor)

<https://orcid.org/0000-0002-6534-8564>

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ANALYSIS OF THE EXPERIENCE OF USING BALLISTIC MISSILES AND WAYS TO COUNTER MISSILE THREATS

The article reviews the experience of using ballistic missiles and combating them, changes in the tactics of their use, and their impact on modern warfare in the air domain. The experience of using air attack means since the beginning of the large-scale invasion of the Russian Federation indicates constant changes in the tactics of the enemy's air actions, shifting the emphasis of its missile and aviation strikes to various groups of important state and military facilities and even to the civilian population. The emergence of a trend towards an increase in the threat of using ballistic missiles is due to the presence of modern ballistic missiles of various flight ranges (intercontinental ballistic missiles, medium-range, short-range and short-range), which gives the enemy the opportunity to deliver sudden, high-precision missile strikes on specific objects with maximum efficiency and minimal losses for itself. In modern conditions, the threat of a missile strike can be realized in a matter of minutes or hours (depending on the type of missile), using land, sea and air platforms at a safe distance from the line of combat contact. The effectiveness of the missile defense system is considered, measures are needed to comprehensively counter the missile ballistic weapons system, which should be much greater than the existing division into active protection, which involves the destruction of ballistic missiles at different stages of flight, and passive protection, which is aimed at minimizing the consequences of intercepting ballistic missiles (the application stage). A promising comprehensive missile defense system should cover all stages of the operation of the enemy's missile ballistic weapons system, including the stages of production and operation. Therefore, the implementation of the proposed measures requires the creation of a comprehensive inter-service system to counter the threat of missile strikes.

The main tactical and technical characteristics that determine belonging to ballistic missile weapons, the functioning of the ballistic missile weapons system as a state graph of a complex military-technical system, and the set of factors that influence the construction of an effective missile defense system are considered in order to

determine the priority comprehensive measures to ensure the proper level of effectiveness of protection against ballistic missiles.

Keywords: *ballistic missiles, effectiveness, air attack means, missile defense, missile strikes, ballistic missile weapons system.*

References

1. Horbenko V.M. Zapobihannia mozhlyvii eskalatsii v povitrianiomu domeni zbroinoi borotby / Horbenko V.M., Korshets O.A. // Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-stratehichnykh doslidzhen. – 2023. – № 3(79). – S. 52-60.
2. Teoretyko-prykladni aspekty rosiisko-ukrainskoi viiny: hibrydna ahresii ta natsionalna stiikist: monohrafiia / kolektyv avtoriv; za zah. red. M. V. Kovalia. –K.: NUOU, 2023. –316 s.
3. Volodymyr Horbenko. Strategic Air Operation as one of the possible instruments in a hybrid war between the Russian Federation against Ukraine / Volodymyr Horbenko, Olena Korshets // Journal of Scientific Papers “Social development & Security”. – 2022. – Vol.12, No.2. – C. 14 – 30.
4. Horbenko V.M., Kireienko V.V. Metodyka vyznachennia vazhlyvosti ob'ektiv protypovitrianoi oborony v protsesi planuvannia operatsii z vykorystanniam metodu faktornoho analizu K.: Povitriana mits, № 2(7), 2024 r. – S. 10-19.
5. Valius Venckunas, Eight Lessons Air Forces are Learning from the War in Ukraine, AeroTime Hub, 8 January 2023. Accessed at: Eight military aviation lessons from the war in Ukraine – AeroTime (Required Reading).
6. Zahorka O. M. Analiz zastosuvannia nestrategichnykh balistychnykh raket u lokalnykh viinakh i zbroinykh konfliktakh ta borotby z nymy / O. M. Zahorka, O. V. Deineha // Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-strategichnykh doslidzhen Natsionalnoho universytetu oborony Ukrainy. – 2023. – № 2 (78). – S. 20-26. <https://doi.org/10.33099/2304-2745/2023-2-78/20-26>
7. Lukianchuk V.V., Nikolaiev I.M., Kolomiitsev O.V., Kaluhin D.S., Ponomarov A.O., Koval I.V., Dolyna M.P., Tretiak V.F., Dontsov S.M., Trofimenko Yu.V., Tkachyk V.D., Kryvchun V.I. (2023). Metodolohichni aspekty obhruntuvannia operatyvno-strategichnykh vymoh do perspektynoi systemy nestrategichnoi protyraketnoi oborony novoho obrysu. Military Affairs and National Security. InterConf, (179), 553-571.
8. Dick Cheney, Defense Strategy for the 1990s: The Regional Defense Strategy, (Washington, D.C.: Department of Defense, January 1993).
9. Colonel John A. Warden III, Commandant, Air Command and Staff College, Maxwell AFB, Ala., (Deputy Director of Strategy, Doctrine, and Plans, HQ USAF during Desert Shield/Desert Storm), interview with author, 22 March 1993.
10. Gen H. Norman Schwarzkopf and Peter Petre, It Doesnt Take a Hero (New York: Bantam Books, 1992), 417.
11. Stewart M. Powell, Scud War, Round Two, Air Force Magazine 75, no. 4 (April 1992): 51.
12. Dr Keith B. Payne, Defense Against Missile Proliferation, Janes Intelligence Review, May 1992, 235.
13. Norman Friedman, Desert Victory: The War for Kuwait (Annapolis, Md.: Naval Institute Press, 1991), 174.
14. Revolution in War? Air Power in the Persian Gulf / Thomas A. Keaney, Eliot A. Cohen. U.S. Naval Institute Press. Annapolis, Maryland, 1995. – 314 p.
15. Glenn W. Goodman, Jr., “Brilliant Missiles: Scud Hunter-Killers of the Future”, Armed Forces Journal International, September 1991, 54.
16. Kupersmith, “The Failure of Third World Airpower: Iraq and the War with Iran”, 61.
17. Julie Bird, “Strike Eagles, Falcons Take on Scuds ” Air Force Times, 4 February 1991.
18. Порицкий Л. ФАУ (оружие возмездия) и противовоздушная оборона Англии // Зеркало недели. 2000. 15 янв. (№ 1–2).
19. Calculating the Cost-Effectiveness of Russia’s Drone Strikes <https://www.csis.org/analysis/calculating-cost-effectiveness-russias-drone-strikes>
20. Fricken, “Tactical Missile Defense: A Chink in the Armor”, 11.
21. Yossef Bodansky, “Iran Acquires Nuclear Weapons and Moves to Provide Cover to Syria,” Defense & Foreign Affairs Strategic Policy 20, no. 1 (February 1992).
22. John R. Harvey, “Regional Ballistic Missiles and Advanced Strike Aircraft” International Security 17, no. 2 (Fall 1992): 63.
23. George W. Conner, Mark A. Ehlers, and Kneale T. Marshall, “Countering Short Range Ballistic Missiles” (Department of Operations Research, Naval Postgraduate School, January 1993).
24. Briefing, David Israel, assistant deputy for Theater Missile Defense, Strategic Defense Initiative Organization, subject: An Initiative for TMD Counterforce, November 1992 (FOUO).
25. Theater Missile Defense Mission Need Statement, 18 November 1991, 4.