



ISSN 2223-3822

Andrushkiv, B., Melnyk, L., Ratynskiy, V. & Vysotskiy, V. (2022) Encouragement of scientific development of modern, economical anti-missile defense systems principles against expensive ignition-artillery and other means as a direction in the modern military conditions of Ukraine (*information-cognitive and scientific-encouraging aspects of improving the defense doctrine of Ukraine in the conditions of russian aggression*). Socio-Economic Problems and the State (electronic journal), Vol. 26, no. 1, pp. 77-97. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2022/22abmura.pdf>



ЗАОХОЧЕННЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК ОСНОВОПОЛОЖНИХ ЗАСАД ПОБУДОВИ НОВІТНІХ, ЕКОНОМНИХ ОБОРОННИХ ПРОТИРАКЕТНИХ СИСТЕМ В ПРОТИВАГУ ВИТРАТНИМ ВОГНЕПАЛЬНИМ – АРТИЛЕРІЙСЬКИМ ТА ІНШИМ ЗАСОБАМ, ЯК НАПРЯМ В СУЧАСНИХ ВОЄННИХ УМОВАХ УКРАЇНИ (ІНФОРМАЦІЙНО-ПІЗНАВАЛЬНІ ТА НАУКОВО-ЗАОХОЧУВАЛЬНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБОРОННОЇ ДОКТРИНИ УКРАЇНИ В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ)

Богдан АНДРУШКІВ

Лілія МЕЛЬНИК

Вадим РАТИНСЬКИЙ

Віталій ВИСОЦЬКИЙ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001, Україна

Тернопільський районний
нотаріальний округ, приватний
нотаріус Салій Олександр Васильович
вул. Петлюри, 2, м. Тернопіль,
46023, Україна

e-mail:

andrushkiv.bohdan@gmail.com

ORCID ID:

<https://orcid.org/0000-0003-4897-5539>

e-mail:

liliana.mel0512@gmail.com

ORCID ID:

<https://orcid.org/0000-0001-8844-5490>

e-mail:

ratvadim@gmail.com

ORCID ID:

<https://orcid.org/0000-0001-9283-6371>

e-mail: vitalii_vysotskiy@ukr.net

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5626-7802>



Article history:

Received: May, 2022

1st Revision: May, 2022

Accepted: May, 2022

JEL classification:

F52

UDC:

355/359:339.98

DOI:

<https://doi.org/10.33108/sepd2022.01.077>

Анотація: У статті, на основі первинного аналізу, виявлено високу витратність та низьку ефективність і протиріччя у функціонуванні протиповітряної, особливо протиракетної оборони України, в час бойових дій. Запропоновано уточнити термінологічний апарат у цій специфічній сфері оборонної діяльності суспільства. Проблема розглядається як в глобально-міжнародних, так і регіональних, галузевих військових умовах функціонування добровільного об'єднання територіальних громад України, територіальної оборони, ін. Відзначено, що ППО здійснюється військами протиповітряної оборони сухопутних частин та винищувальною авіацією у взаємодії з військами ППО країни, а у разі бойових дій у районі морського узбережжя – з частинами ППО військово-морського флоту.

Встановлено, що більшість збройних сил Заходу та Європейської Співдружності об'єднують протиповітряну оборону винятково з традиційними військами (тобто армією, флотом і військово-повітряними силами), як окреме крило, або як частину артилерії. Припущено, що з практичної точки зору Україні, можливо, найбільше потрібна наземна протиповітряна оборона, а не авіація.

Виявлено взаємозв'язки й взаємовідносини розвитку системи протиповітряної оборони в рамках розвитку Європейської співдружності у міждержавному контексті. На цьому ґрунті встановлено тенденції цього процесу, запропоновано використання сучасних економічних Європейських підходів до організації протиракетної оборони на новітніх економічних і природоохоронних засадах та впровадження реформи в Україні відповідно до сучасних вимог Європейських стандартів.

Описано прогресивний досвід протиповітряного захисту населення, розкрито особливості функціонування «Залізного куполу» та питань оборони морської зони держави, для якої використовується «М-купол». Надано економічну характеристику ППО з використанням протиракетних установок. Наголошено, що як і будь-яку іншу зброю, «Залізний купол» не слід розглядати як окрему одиницю, тому що вся військова техніка та озброєння працює у єдиній системі.

Ключові слова: війна, ППО, ракети, ЦО, залізний купол, сталій (гермінативний) розвиток, об'єднання територіальних громад, територіальна оборона, наука, Європейські стандарти, держава.



Андрушків Б. ЗАОХОЧЕННЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК ОСНОВОПОЛОЖНИХ ЗАСАД ПОБУДОВИ НОВІТНІХ, ЕКОНОМНИХ ОБОРОННИХ ПРОТИРАКЕТНИХ СИСТЕМ В ПРОТИВАГУ ВИТРАТНИМ ВОГНЕПАЛЬНИМ – АРТИЛЕРІЙСЬКИМ ТА ІНШИМ ЗАСОБАМ, ЯК НАПРЯМ В СУЧАСНИХ ВОЄННИХ УМОВАХ УКРАЇНИ (ІНФОРМАЦІЙНО-ПІЗНАВАЛЬНІ ТА НАУКОВО-ЗАОХОЧУВАЛЬНІ АСПЕКТИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОБОРОННОЇ ДОКТРИНИ УКРАЇНИ В УМОВАХ РОСІЙСЬКОЇ АГРЕСІЇ) [Електронний ресурс] / Богдан Андрушків, Лілія Мельник, Вадим Ратинський, Віталій Висоцький // Соціально-економічні проблеми і держава. — 2022. — Вип. 1 (26). — С. 77-97. — Режим доступу: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2022/22abmura.pdf>



This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.

1. Постановка проблеми.

Як відомо, агресивні дії росії, повномасштабна війна актуалізували не лише необхідність зміцнення збройних сил України, які протистоять ворогу, а й попереджують його цинічні терористичні акції як агресора. Лише з Маріуполя насильно вивезено в росію більше 370 тис. молоді. Росіяни абсолютно безоглядно убивають українців, безвідповідально ракетними засобами відбувається бомбування інфраструктури, заповідних гуманітарних об'єктів нашої держави, ін. У силу цих та інших обставин, на даний час, серед усіх засобів захисту, найбільш ефективним вважається протиповітряна (протиракетна) оборона з використанням так званого «Залізного куполу», який має місце використання в Ізраїлі, Європейських державах, США тощо.¹

Обсяги успішного використання засобів «Залізного куполу» обчислюються тисячами знищених ракет агресора, а від того збережено житло, інфраструктуру, заклади гуманітарного характеру, життя людей, виробництво, що практично виправдовує її дороговизну.

За даними Інтернет-джерел, вартість однієї ракети складає від 5-ти до 15-ти і більше млн дол. США. Аналогічною (або ще вартіснішою) є ракети оборонного характеру. Надзвичайно вартісною є сама система супутниково-космічного обслуговування як агресивних, так і оборонних функцій ракетних атак. Тим часом, на даний час, за полем зору науковців залишилися питання шкоди навколишньому середовищу від бойових, ракетних дій у цій царині. Про ці та інші проблеми будемо говорити у цій статті.

2. Постановка завдання.

В Україні поки що триває використання застарілих, примітивних пострадянських засобів протиповітряної оборони, хоча і вживаються заходи для придбання (має місце використання) сучасних ефективних засобів захисту європейського взірця. Власне ці та інші обставини обумовлюють необхідність аналітики ефективності існуючих протиповітряних засобів та заходів щодо їх використання в Україні, уточнення понятійного апарату, ін.

3. Виклад основного матеріалу.

Прикладні випадки використання засобів ППО

Аналіз стану протиповітряної оборони (далі – ППО) в Україні як сукупності організаційних заходів і бойових дій задля відбиття ворожого удару з повітря, прикриття угруповань власних наземних військ або важливих об'єктів у тилу інерційно не розглядали з позицій захисту цивільного населення. У пострадянський період цим повинні були традиційно займатися цивільна оборона (далі – ЦО). Час і обставини внесли відповідні корективи в цій сфері суспільної оборонної діяльності Збройних сил України (далі – ЗСУ), структур територіальної оборони відповідно до адміністративно-територіальної реформи з врахуванням особливостей функціонування добровільних територіальних об'єднань суб'єктів територіальної оборони, інше.

Визначення «протиповітряна оборона» (ППО), мабуть, вперше було використано у Великій Британії, коли у 1925 році створили систему повітряної оборони (ADGB). Зокрема, НАТО визначає протиповітряну боротьбу як «заходи, що вживаються для захисту від нападів за допомогою бортової зброї, запущеної з літаків, кораблів,

¹ **Довідково:** Залізний купол (англ. Iron Dome, івр. קוּפּוּל הַבַּרְזֶלֶת, Кіпат Барзель) – пересувна всепогодна система протиповітряної оборони, розроблена ізраїльським підприємством Rafael Advanced Defense Systems (Рафазель), якої, чи подібної до неї, домагається зусиллями Європейських партнерів впровадити Україна. Система здатна перехоплювати та знищувати тактичні некеровані ракети й артилерійські снаряди, випущені з відстані від 4 до 70 км з траєкторією, що може загрожувати населеним пунктам. У 2015 році система отримала можливість знищувати рухливі безпілотні літальні апарати (БЛА).

підводних човнів і наземних об'єктів».²

Враховуючи сучасну тактичну ситуацію в Україні, на перший план, все частіше в доповнення ППО виступає поняття «протиракетний захист», який по логіці речей є складовою частиною загальної ППО.

Військова ППО сприяє завоюванню та утриманню панування в повітрі. Вона організовується на всіх етапах та в усіх видах бою під час пересування військ і під час їх постійного розташування.

НАТО визначає ППО як «усі заходи, спрямовані на відвернення або зменшення дієвості ворожого повітряного удару...». Це наземні, підземні (підводні човни) і повітряні системи зброї, пов'язані з ними сенсорні системи, засоби керування та спостереження і пасивні заходи (наприклад, загороджувальні повітряні кулі). Засоби ППО можуть бути використані для захисту військово-морських, наземних та повітряних сил у будь-якому місці. Проте, для більшості країн головними зусиллями ППО, насамперед, є оборона цивільного населення та території батьківщини. Протиракетний захист є продовженням протиповітряної оборони, як і заходи з пристосування протиповітряної оборони до завдань перехоплення будь-якого «снаряда» в польоті (С-РАМ).

Одним із далекоюсяжних напрямків розвитку ППО є долучення штучного інтелекту до ефективного керування оборонними системами та серіями стрільби [24], що, без сумніву, може стати предметом розмови учених, покликаних забезпечити економічний, сталий (гермінативний) розвиток як засобів оборони, так і цивільного населення.

ППО здійснюється військами протиповітряної оборони сухопутних частин і винищувальною авіацією у взаємодії з військами ППО країни, а у разі бойових дій у районі морського узбережжя – з частинами ППО військово-морського флоту. До переліку дій військових частин ППО належать: розвідка повітряних сил супротивника, сповіщення про його наближення, бойові дії зенітно-артилерійських та зенітно-ракетних підрозділів, дії винищувальної авіації. Частини ППО знищують ворожі літаки, вертольоти, крилаті ракети та інші засоби повітряного нападу, ведуть боротьбу із десантами та аеромобільними військами супротивника, блокують спроби ворога вести повітряну розвідку.

В умовах України, все більшої ваги ППО набуває для цивільного населення. Хоч, ще раз повторимось, у недалекому минулому для цих потреб використовувалась ЦО, яка мала свої примітивні засоби та фінансування. Однак, через цілеспрямоване нищення деструктивними силами, колаборантами, ін. структур управління ЗСУ, оборонні структури взагалі залишились за полем зору держави. Зруйнувалися запасні штаби ЦО, запущеними виявились бомбосховища, життєзабезпечуючі об'єкти обліку, в т.ч. артезіанські криниці і т.п., які поспішно почали відновлювати.³

Мета ППО на відміну від ЦО полягає у тому, щоби вчасно виявити ворожі літаки, вертольоти чи ракети, та знищити їх. Найважливіше завдання – вразити ворожу ціль, що рухається у тривимірному просторі. Атака повинна не лише відповідати цим трьом

² Довідково: В Україні використовувалися протиповітряні, зенітно-ракетні комплексні системи (ЗРК). Так вони називаються зенітними (тобто, «котрі спрямовано на зеніт»).

³ Довідково: За Інтернет-даними на озброєнні Зенітно-ракетних військ повітряних Сил, як правило, знаходяться дієві зенітні ракетні та зенітні артилерійські системи і комплекси, які відзначаються високою швидкострільністю, живучістю, рухомістю, здатністю діяти за будь-яких умов сучасного загальновійськового бою з відповідними екологічними, ресурсними та ін. наслідками.

Розрізняють такі види ППО: військова; об'єктова; корабельна; повітряна; наземна; радіотехнічна та телекомунікаційна.

Найважливішим показником системи ППО є найбільша відстань, на якій зброя або ракета може вразити повітряне судно противника.

Наприклад, у Великій Британії використовують термін «ефективна стеля», тобто висота, на яку зброя може доправити серію снарядів проти рухомої цілі. Це може бути обмежено найбільшим часом роботи підричника, а також можливостями наявної протиповітряної зброї.

На ефективну стелю важких протиповітряних гармат впливають такі небалістичні чинники:

- найдовший час роботи підричника – задає найбільшу допустиму відстань польоту снаряда;
- прилади керування вогнем – дають можливість визначити висоту цілі на великій відстані;

– задля точності циклічної швидкості стрільби час підричника повинно бути розраховано і налаштовано для того місця, де ціль була би під час польоту після миті стрільби.

координатам, але також і миті, коли ціль перебуває у певній точці. Це означає, що снаряди треба скерувати на влучення безпосередньо у повітряну ціль, або на місце її ймовірного розташування у мить потрапляння снаряда, з урахуванням швидкості та напрямку як цілі, так і снаряда.

Протягом усього ХХ століття протиповітряна оборона була однією із сфер в основному військової техніки, які найбільш швидко розвивалися. Системи ППО повинні були враховувати удосконалення повітряних суден і використовувати різні сприятливі технології, зокрема радари, керовані ракети й обчислювальну техніку (спочатку, з 1930-х років, це були електромеханічні аналогові обчислення). Розвиток протиповітряної оборони охоплював галузі: датчиків і технічного контролю за вогнем, зброї та командування й керування.⁴

Спочатку датчики були оптичними та акустичними пристроями, розробленими ще під час Першої світової війни і їх застосовували до 1930-х років, але згодом їх швидко витіснили радари – у 1980-х роках – доповнені оптоелектронікою. Командно-штабні можливості залишалися спрощеними до кінця 1930-х років, аж коли, зокрема, Велика Британія, створила інтегровану систему для ADGB (ППО). З часом НАТО назвало ці установки «середовищем протиповітряної оборони», яке визначалося як «мережа наземних радіолокаційних станцій та центрів керування, на певному театрі операцій, котрі використовуються задля тактичного керування завданнями протиповітряної оборони».

Правила ведення бойових дій мають вирішальне значення для запобігання загрожуванню ППО, дружнім або нейтральним літакам. Їхнє використання допомагає, але не забезпечує електронними пристроями IFF (визначення «друг-ворог»), введеними ще під час Другої світової війни. Тим часом, як ці правила стосуються вищого керівництва, також можуть застосовуватися інші настанови щодо різних видів протиповітряної оборони, які охоплюють один і той же район одночасно. АААД (загальновійськова ППО), зазвичай, працює за найжорсткішими правилами.⁵

До 1950-х років, артилерія з балістичними боеприпасами була звичайною зброєю, згодом стали переважати керовані ракети, за винятком найкоротших відстаней. Цілі не завжди легко знищити, проте пошкоджені літаки можуть перервати своє завдання, і, навіть, якщо їм вдасться повернутися чи приземлитися на дружній території, вони, ймовірно, не працюватимуть протягом кількох діб, або й зовсім.⁶

Неактивна протиповітряна оборона наприклад, НАТО визначається, як: «Пасивні заходи, прийняті для фізичної оборони та захисту персоналу, основних установок й обладнання, зменшення наслідків повітряного та/або ракетного нападу». Це

⁴ **Примітка:** Професійні відступи зроблено з метою розкриття інформації для науковців-спеціалістів за сферами зацікавленості.

⁵ **Довідково:** НАТО називає ці правила Наказами контролю над озброєннями (WCO), а саме:

– вільна зброя: спосіб керування зброєю, що встановлює порядок, за якого, системи зброї можуть стріляти по будь-якій цілі, що не визнається дружньою;

– жорстка зброя: спосіб керування зброєю, який встановлює порядок, за якого системи зброї можуть стріляти лише по об'єктах, визначених ворожими;

– зброя на утриманні: спосіб керування зброєю, що встановлює порядок, за якого системи зброї може бути застосовано лише у порядку самозахисту або згідно офіційного наказу.

⁶ **Довідково:** Загалом наземна протиповітряна оборона розгортається у кілька способів:

– самооборона сухопутних військ, які використовують власну штатну зброю;

– супровідна оборона: спеціальні елементи захисту, які супроводжують бронетанкові або піхотні частини;

– точковий захист: щодо поважної цілі, такої як: міст, важлива урядова будівля або корабель;

– зональна протиповітряна оборона: зазвичай, пояси протиповітряної оборони – щоби забезпечити загороду, або, іноді і парасоль, що прикриває певну область. Площа може змінюватися у широких межах. Вони, наприклад, можуть поширюватися уздовж національного кордону, або як пояси холодної війни MIM-23 Hawk і Nike. У наземних операціях, ділянки протиповітряної оборони, можуть використовуватися шляхом швидкого перерозподілу за наявними маршрутами руху повітряних суден.

Повітряна оборона у Другій світовій війні мала й інші засоби, хоча більшість з них вже зникла з використання, серед яких:

– аеростати загородження на прив'язі, задля стримування та загрози літакам, що пролітали нижче висоти повітряних куль, де на них чекало руйнівне зіткнення зі сталевими тросами;

– прожектори для освітлення літаків вночі, як для гарматних розрахунків, так і для операторів оптичних приладів. Під час Другої світової війни, прожектори були керованими радаром;

– великі димові завіси, задля загороджувальної дії та завади точному прицілюванню літаків.

залишається життєво важливою діяльністю сухопутних військ і передбачає дії щодо уникнення виявлень, розвідувальними й атакувальними літаками противника. Такі заходи, як маскування важливих будівель було поширено під час Другої світової війни і в подальшому. Наприклад, за холодної війни, злітно-посадкові смуги та рульові доріжки деяких аеродромів, було пофарбовано у зелений колір.

У цей час артилерійську зброю в основному, замінили ефективними зенітно-ракетними системами, які було введено у 1950-х роках. Розробка ракет класу «земля-повітря», почалася у нацистській Німеччині наприкінці Другої світової війни, з таких ракет, як «Wasserfall» (хоча до закінчення війни, жодну робочу систему не було розгорнуто) і представляла нові спроби підвищення дієвості систем протиповітряної оборони, що зіткнулися із зростаючою загрозою з боку бомбардувальників. Наземні ракетні системи може бути розгорнуто з нерухомих чи пересувних установок, колісних або гусеничних пускових установок. Гусеничні машини, як правило, є броньованими транспортними засобами, спеціально призначеними для перевезення зенітних керованих ракет (далі – ЗКР).

ЗКР, які запускаються окремими особами, відомі, наприклад у Сполучених Штатах Америки (далі – США), як переносні зенітні ракетні комплекси (ПЗРК). ПЗРК колишнього Радянського Союзу, експортуються по всьому світу і можуть бути знайденими у використанні багатьма збройними силами. Цілі для непереносних зенітних систем, зазвичай, визначаються радіолокатором стеження повітря, а потім ним супроводжуються, у той час, коли ПЗРК «заблокований», а відтак, запускається. Перш, ніж застосовувати зброю, потенційні цілі, якщо вони є військовими літаками, повинно бути визначено як «друзі або вороги».

Наприклад, Есмінець Royal Navy Type 45 – це протиповітряне судно. Його система ППО RAAMS, може відстежувати більше 2000 цілей разом, та водночас скеровувати й узгоджувати дії багатьох ракет в повітрі, що дозволяє перехопити та знищити велику кількість цілей будь-якої миті [26].

У цій ролі автоматичні гармати стали замінювати останніми розробками відносно дешевих ракет малої дальності.⁷

Радіолокаційні системи використовують електромагнітні хвилі для визначення дальності, висоти, напрямку або швидкості повітряних суден і метеорологічних явищ задля надання тактичних і оперативних попереджень та напрямків, перш за все, у ході оборонних операцій. Своїми можливостями, вони забезпечують цільовий пошук загроз, керування, розвідку, навігацію, інструментарій та підтримку погодних повідомлень для ведення бойових дій.

Важливим завданням ППО у сучасних умовах є знищення некерованих ракет, снарядів та мін під час їхнього польоту [8]. Як правило, для цього використовують вогневі системи малої дальності та ближньої дії.⁸

Злочинне використання БПЛА призвело до розробки технологій протидії безпілотним повітряним системам (C-UAS), таких як Aagonia AARTOS, які були встановлені у великих міжнародних аеропортах [16]. Зенітні ракетні системи, такі як Залізний купол, також покращуються застосуванням технологій C-UAS.

⁷ **Довідково:** Літак-перехоплювач (або просто перехоплювач) – це тип винищувачів, призначених спеціально для перехоплення і знищення літаків противника, зокрема бомбардувальників, котрі, як правило, покладаються на високу швидкість і висоту. Низка реактивних перехоплювачів, таких як F-102 Delta Dagger, F-106 Delta Dart і MiG-25, було побудовано у період, що почався по закінченню Другої Світової війни і завершився наприкінці 1960-х років, коли вони стали менш важливими, оскільки стратегічне бомбардування було покладено на МБР. Цей вид літаків, відрізняється від інших будов винищувачів, більш високими швидкостями та коротшими робочими відстанями, а також, значно зменшеними корисними навантаженнями боєприпасів.

⁸ **Довідково:** Система захисту від БПЛА (AUDS) – це система оборони від військових безпілотних літальних апаратів. БПЛА можуть бути завантажені небезпечним вантажем та врізатися у вразливі цілі. Такими покладами можуть бути вибухові речовини, хімічні, радіологічні чи біологічні небезпеки. БПЛА із зазвичай нелетальним корисним навантаженням можуть бути зламані та використані зі зловмисною метою. Держави розробляють системи протидії БПЛА для усунення цих загроз. Однак, це виявляється важким завданням. Як заявив д-р Дж. Роджерс в інтерв'ю A&T: «В даний час точаться великі суперечки про те, як найкраще протистояти цим маленьким БПЛА, незалежно від того, чи використовуються вони аматорами, які завдають трохи незручностей або, більшою мірою, в зловісний спосіб із боку терориста» [23].

Розроблено різні конструкції з використанням лазерів, електромагнітної зброї, мережних гармат і авіаційних сіток для переймання, придушення сигналів та захоплення дрона у польоті, шляхом перехоплення і перекодування управлінського сигналу. Системи захисту від БПЛА, наприклад, було розгорнуто проти безпілотних літальних апаратів ІДІЛ під час битви при Мосулі (2016-2017 рр.).

Додаткові підходи до боротьби з безпілотними літальними апаратами передбачають застосування дробовика з близької відстані, а для дрібніших дронів – навчання орлів, задля усунення БПЛА з повітря. Досить ефективними для боротьби з БПЛА є системи C-RAM [8]. Крім того, останнім часом для вирішення таких завдань використовують зброю нелетальної дії.

Наявна зброя дуже часто втягується у вузькі ролі, так, як наприклад, голландський зенітно-артилерійський комплекс Goalkeeper CIWS, у якому застосовується семиствольна авіаційна гармата Gatling GAU-8 Avenger 30 мм для останньої версії протиракетної і протиповітряної оборони.

Але навіть ця колишня передова зброя може замінюватися новими ракетними системами, такими як ракета RIM-116 Rolling Airframe Missile, яка менша, швидша та дозволяє виправляти курс (наведення) у середині польоту, щоб забезпечити точність влучання. Для усунення розриву між гарматами та ракетами російська федерація, зокрема, випускає зенітний ракетно-артилерійський комплекс (CIWS) Kashtan (експортна назва «Кортик»), який має як гармати, так і ракети для остаточного захисту. Два шестиствольних 30-міліметрових кулемети Gsh-6-30 Gatling і ракети класу «земля-повітря» 9M311 забезпечують його оборонні можливості.

Поточне використання літаків-невидимок порушує такий розвиток для усіх ракетних систем. Влучність ракет далекої дії залежить від відстані виявлення цілі, щоб завдати їй значної шкоди. Конструкції Stealth настільки скорочують дальність виявлення, що літаків часто, навіть не видно, а коли це так, то стає занадто пізно їх перехоплювати. Недосконалість систем виявлення та відстеження прихованих повітряних суден є серйозною перешкодою для розвитку зенітних засобів.

Однак, наскільки зростає технологія «стелс», настільки ж розвиваються й технології «анти-стелс». Вважається, що кілька видів радарів, таких як бістатичні та низькочастотні радари, мають здатність виявляти «невидимі» літаки. Вдосконалені форми термографічних камер, такі, які мають QWIP, могли б оптично бачити літак Stealth, незалежно від RCS літака. Крім того, радари Side look, високопродуктивні оптичні супутники і сканувальні радіолокатори з високою апертурою та великою чутливістю, такі як радіотелескопи, зможуть звузити межу виявлення стелс-літака за певних параметрів. Новітні зенітно-ракетні комплекси мають заявлену здатність виявляти і знешкоджувати приховані цілі, найбільш помітним з яких є C-400, який, як стверджують, здатний бачити ціль з квадратичним RCS – 0,05 метра, на відстані 90 км.

Ще однією вдалою системою зброї для використання із зенітною метою є лазер. Хоча авіатори уявляли собі лазери у бою вже з кінця 1960-х років, лише найсучасніші лазерні системи досягають того, що можна вважати «дослідною корисністю». Зокрема, тактичний лазер з високою енергією може використовуватися як зенітний, протичовновий і протиракетний. У листопаді 2014 року США вдало випробували розроблену ВМС лазерну систему AN/SEQ-3, яка може успішно пошкодити, зокрема, БПЛА, двигун патрульного катера тощо та має дуже низьку вартість пострілу.

Майбутнє зброї, заснованої на балістичних пострілах, можна побачити у рейкотроні (електромагнітній гарматі). У лютому 2008 року ВМС США випробували рейкотрон; він вистрілив снаряд на 5600 миль (9000 км) за допомогою використання 10 мегаджоулів енергії. Його очікувана швидкість польоту становить понад 13 000 миль (21 000 км) на годину і він є досить точним, щоб уразити ціль розміром 5 метрів з відстані 200 морських миль (370 км) за стрільби зі швидкістю 10 пострілів на хвилину.

Більшість збройних сил Заходу та Європейської Співдружності об'єднують протиповітряну оборону винятково з традиційними військами (тобто армією, флотом і військово-повітряними силами), як окреме крило, або як частину артилерії. У британській армії, наприклад, ППО є частиною артилерійського підрозділу, натомість, у пакистанській армії ППО було відокремлено від артилерії 1990 року, щоб створити окрему армію. Це, на відміну від деяких (насамперед, комуністичних або колишніх комуністичних) країн, де існують не лише положення про ППО в армії, на флоті і у військово-повітряних силах, але й є окремі підрозділи захисту, які опікуються суто протиповітряною обороною земель, наприклад, радянська ППО країни. У СРСР також були окремі стратегічні ракетні сили, що відповідали за ядерні міжконтинентальні балістичні ракети.

Для організації ППО успішно використовується військово-морський флот. У суден і кораблів, зазвичай, є кулемети або швидкострільні гармати, які часто можуть бути смертельно небезпечними для літаків на низькій висоті, якщо їх прив'язано до керованої радаром гармати з радіолокаційною системою керування вогнем задля точкового захисту. Деякі судна, такі як крейсери Aegis, є такою ж серйозною загрозою для повітряних суден, як і будь-яка наземна система ППО. Загалом, військово-морські судна повинні з повагою ставитися до літаків, проте, правильно і зворотне. Особливо добре захищені авіаносні групи, оскільки вони не лише, здебільшого, складаються з багатьох суден з важким озброєнням ППО, але також можуть запускати винищувачі для бойового повітряного патрулювання над головою, щоб перехоплювати вхідні повітряні загрози.

Такі держави, як Японія, використовують свої судна, оснащені SAM (ППО оборони та радіолокаційного дозору для захисту власних домашніх островів, а США також використовують наявні кораблі, оснащені системою Aegis, у межах власної системи протиракетної оборони для захисту американської землі.

Деякі сучасні підводні човни оснащені зенітно-ракетними системами, оскільки вертольоти і протичовнові бойові літаки є для них серйозною загрозою. Підземні пускові установки протиповітряних ракет були вперше запропоновані контр-адміралом ВМС США Чарльзом Б. Момсеном у статті 1953 року.

ППО у морській тактиці, особливо в авіаносній групі, часто будується як система кругових шарів з авіаносцем у центрі. Зовнішній шар, зазвичай, контролюється літаками авіаносця, зокрема, літаком радіолокаційного виявлення та керування AEW&C у поєднанні з літаком бойового повітряного патруля (CAP). Якщо нападник спромігся пройти у цей шар, то наступні шари будуть захищатися ракетами «земля-повітря», що є на кораблях супроводження авіаносця: ракети зонального захисту, такі як RIM-67 Standard з дальністю до 100 морських миль і ракети з точковим захистом, такі як RMS-162 ESSM з дальністю до 30 морських миль. Нарешті, практично кожен сучасний військовий корабель оснащено малокаліберними гарматами, у тому числі CIWS, які, зазвичай, є керованими радаром, кулеметами Gatling від 20 до 30 мм калібру, здатними робити кілька тисяч пострілів за хвилину.

У підрозділах сухопутних військ, як правило, є глибинна ППО – від інтегральних ПЗРК, таких як, наприклад, RBS 70, Stinger або Iгла за менших силових рівнів, до систем протиракетної оборони армійського рівня, таких як C-300, C-400, Angara і Patriot. Нерідко висотні ракети далекого радіуса дії змушують літальні апарати противника літати на низькій висоті, де їх можуть збивати зенітні гармати. Для дієвої протиповітряної оборони, поряд з малими і великими системами ППО, повинні існувати проміжні системи. Вони можуть бути розгорнуті на рівні полку та складатися зі взводів самохідних зенітних платформ: самохідних зенітних гармат (SPAAGs); інтегрованих систем ППО типу Тунгуска; або «все-в-одному», зенітно-ракетних платформ «поверхня-повітря», таких як Roland або «Оса» 9K33 (згідно класифікації НАТО – SA-8 Gecko («Гекон»).

Далекосяжним напрямком розвитку ППО сухопутних військ є використання безекіпажних платформ чи бойових роботів, оснащених зенітними керованими ракетами або іншими вогневими засобами, які поєднані у мережу і отримують цілевказування від РЛС [10].

Крім того, потреба ефективної боротьби з безпілотними літальними апаратами й іншими низько-висотними, малорозмірними та малорухомими цілями (Low, Small, Slow, LSS) спонукає до створення змішаної системи ППО з використанням не лише озброєння і військової техніки штатних підрозділів ППО, а й засобів виявлення та ураження усіх родів військ, залучених до певної операції, у тому числі стрілецької зброї, вогневих засобів танків, БМП, БТР тощо [9].

ППО військово-повітряних сил, зазвичай, забезпечують винищувачі, що несуть ракети класу «повітря-повітря». Проте більшість військово-повітряних сил вважають за краще посилити оборону власних авіабаз за допомогою ракетних комплексів «земля-повітря», оскільки вони самі є дуже важливими цілями і можуть піддаватися атакам ворожої авіації. Крім того, країни без спеціальних сил ППО часто перекладають ці обов'язки на військово-повітряні сили.

Зональна ППО – це оборона окремого району або місця розташування (на відміну від точкової оборони), яка історично використовувалася деякими арміями, наприклад, Командуванням протиповітряної оборони британської армії і ВПС (Повітряні сили США з ракетами перехоплювачами CIM-10 Bomarc). Зональна оборона має системи захисту району від середньої до великої відстані, які можуть складатися з різних інших систем або об'єднуватися у суцільну систему оборони району (у цьому разі вона може складатися з декількох систем короткого радіусу дії, з'єднаних для ефективного прикриття території). Прикладами районної оборони є захист Саудівської Аравії та Ізраїлю ракетними батареями MIM-104 Patriot під час першої війни у Перській затоці, де метою було убезпечити населені пункти.

Більшість сучасних систем ППО досить рухливі. Навіть великі системи, здебільшого, розміщуються на причепах і розраховані на швидке розгорнення та налаштування. Раніше це було не завжди так. Ранні ракетні системи були громіздкими й вимагали великої розбудови; багато з них не могли бути переміщені взагалі. З розширенням завдань ППО набагато більше уваги було приділено їх динамічності. Загалом, нерухому систему може бути визначено, атаковано і знищено, тоді як пересувна система може з'являтися у місцях, де її не очікують. Радянські системи особливо почали тяжіти до мобільності після уроків, отриманих під час війни у В'єтнамі між США та В'єтнамом.

Ізраїль і ВПС США, спільно з членами НАТО, розробили показову тактику для зміцнення протиповітряної оборони. Окрема зброя, така як протирадарні ракети та вдосконалені електронні засоби розвідки і електронної протидії, прагне придушити або звести нанівець ефективність системи ППО противника. Завдяки перегонам у озброєнні розробляються більш дієві електронні завади, протизаходи і протирадарна зброя, тому краще використовувати SAM-системи з можливостями радіоелектронного захисту (ЕССМ) і здатністю збивати протирадарні ракети та інші боєприпаси, наведені на них або цілі, які вони захищають.

В умовах об'єднаних територіальних громад (загонах територіальної самооборони) може використовуватися, так звана, загальновідома «повстанська» тактика. Реактивні гранатомети можуть і доволі часто використовуються проти завислих вертольотів (наприклад, сомалійськими ополченцями під час битви при Могадішо 1993 року).

Для повстанців найбільш доступним способом боротьби з повітряними суднами противника є завдання знищити їх на землі або спроба потрапити на периметр авіабази і завдати шкоди літакам окремо чи пошук місця, де повітряні судна може бути

пошкоджено непрямым вогнем, наприклад, мінометами.

В Україні до 2004 року завдання ППО виконували Війська протиповітряної оборони України – вид Збройних Сил. З 2004 року протиповітряну оборону нашої держави здійснюють Повітряні сили Збройних сил України.

З практичної точки зору Україні, можливо, найбільше потрібна наземна протиповітряна оборона, а не авіація (завдання бомбардувальної авіації, в тому числі, здатні виконувати ударні БЛА, наприклад Bayraktar TB2 або далека артилерія) [6]. За словами командувача повітряними силами ЗСУ генерал-полковника Сергія Дроздова, для більшості військових літаків України, після їх останньої модернізації, залишилося ще 10-15 років експлуатації, тому це питання (перехід на сучасну військову техніку) потрібно буде вирішувати не пізніше 2035 року. «Цей рік для нас критичний, але якщо з'являться якісь нові варіанти модернізації, ці терміни може бути переглянуто», – відзначив С. Дроздов. Зараз більшість оновлень літаків ВПС пов'язані з новими прицільними й навігаційними системами та ракетами. Як відзначив американський чиновник на прикладі переозброєння Польщі сучасними американськими зразками ВПС, для переходу на новіші американські літаки F-16 може знадобитися 5-10 років.

У травні 2016 року було проведено кінцевий етап державних випробувань АСК «Ореанда». Рішення державної комісії, до складу якої входило понад 100 військових фахівців, було позитивним, то ж станом на вересень 2018 року, новітні мобільні автоматизовані системи керування (АСК) силами та засобами авіації, протиповітряної оборони ЗСУ «Ореанда» були взяті на озброєння.

До того ж, в Україні до 2019 року розроблено надсучасні, цілком твердотілові радары для раннього виявлення повітряних цілей противника. Ця РЛС здатна виявляти цілі, які залишаються невидимими на інших смугах частот. Водночас робота таких радарів однаково ефективна за різних погодних умов.

Вадою попередніх радіолокаторів перед радаром ультракоротких хвиль була низька точність визначення цілі. У новому радарі ця хиба успішно вирішується за допомогою новітніх методів обробки сигналів і координат. Таким чином, новий сучасний радар здатний забезпечити точне націлювання для союзних систем ППО. Разом з тим, дана РЛС залишається майже невразливою для протирадіолокаційних ракет.

Відомо, що у липні 2021 року 41-ий навчально-тренувальний центр зенітних ракетних військ ПС ЗСУ, отримав комплексний тренажер від ТОВ «Конструкторське бюро «Логіка» для підготовки розрахунків зенітно-ракетних комплексів «Бук-М1», що дозволяє відпрацьовувати стрільбу по високоманевровим повітряним цілям типу балістичної ракети або ж крилатої ракети. До цього часу для зенітно-ракетних комплексів «Бук-М1» спроможність ураження крилатих ракет противника не була «базовою» [7].

Водночас триває робота над створенням сучасних вітчизняних ЗРК. За словами генерального конструктора ДККБ «Луч» Олега Коростельова: «Ми вже маємо все потрібне для того, щоб розпочати макетне виробництво чотирьох типів ЗРК з найбільшими дальностями ураження повітряних цілей – відповідно в 7, 30, 50 і до 100 км. За належних і розумних фінансових ресурсів, які Міноборони виділить під ракетні програми й проекти, а також за умов чіткої взаємодії всіх державних структур і підприємств, це завдання може бути розв'язано вже за два роки». Під час роботи виставки «Зброя та безпека-2021», ДККБ «Луч» оприлюднило повнорозмірний макет уніфікованої модульної зенітної керованої ракети середньої дальності «Корал», яку створюють з 2016 року як базову уніфіковану ракету для наземних і корабельних ЗРК та Повітряних Сил ЗСУ [4].

«Українська ППО зараз одна з найкращих в Європі, як би це парадоксально не звучало. Але якщо ви зараз подивитесь на стан протиповітряної оборони Польщі, Чехії, Словаччини, Румунії чи інших країн колишнього Варшавського договору, ви будете

вражені – фактично протиповітряної оборони взагалі немає. Навіть протиповітряна оборона західноєвропейських країн НАТО є не надто новішою, ніж те, що ви бачили довкола Києва», – сказав заступник директора Центру досліджень армії, конверсії та роззброєння Михайло Самусь. Ці обставини закликають не зупинятися на досягнутому, активізувати науковий пошук економічних сучасних систем ППО, заснованих на науково-технічному прогресі.

Прогресивний досвід протиповітряного захисту населення.

1. Розкриття особливостей функціонування «Залізного куполу»: позитиви та негативи (англ. *Iron Dome*, івр. קַרָּת הַבַּרְזֶלֶת, *Kinam Barzel*) – пересувна всепогодна система ППО, розроблена ізраїльським підприємством Rafael Advanced Defense Systems (Рафаель).

Система здатна перехоплювати та знищувати тактичні некеровані ракети та артилерійські снаряди, випущені з відстані від 4 до 70 км з траєкторією, що може загрожувати населеним пунктам. У 2015 році система отримала можливість знищувати рухливі БЛА.

Основне призначення системи «Залізний купол» – захист цивільного населення. «Залізний купол» був взятий на озброєння та вперше розгорнутий 27 березня 2011 року поблизу міста Беер-Шева, а 7 квітня 2011 року система успішно знищила ракету Град, випущену з Сектору Гази.

10 березня 2012 року *The Jerusalem Post* повідомила, що система знищила 90 % ракет, випущених з сектора Гази і які мали влучити в населену місцевість [22]. Станом на листопад 2012 року, система загалом перехопила та знищила понад 400 ракет.⁹

«Залізний купол» є складовою багатошарової ізраїльської системи протиракетної оборони та призначений для знищення тактичних ракет, якими користується Хамас та Хезболла. Для знешкодження ракет з великим радіусом дії слугує система «Стріла», а для знищення ракет короткого та середнього радіусів дії призначена система «Праця Давида», які мали бути прийняті на озброєння в 2014 р. Обидві системи були потрібні для знищення ракет Шахаб-3 та досконаліших Саджіл-2, які розробляв Іран (випробування завершено 2009 року). Американське підприємство Рейтеон уклало угоду про співпрацю з Рафаель 2011 року, сподіваючись, що «Залізний купол» стане гарним доповненням для системи захисту військових баз збройних сил США. Рейтеон та Рафаель також співпрацюють над створенням Праці Давида. Система Стріла (*Arrow*) розроблялася спільно компаніями Боїнг та Israel Aerospace Industries [12].

У 2010 році Президент США Барак Обама подав до конгресу запит на \$205 млн допомоги Ізраїлю для придбання двох батарей «Залізний купол». Закон (англ. – *Iron Dome Support Act*), який набрав чинності в березні 2012 р., дає повноваження Президенту США надавати допомогу уряду Ізраїлю в придбанні та експлуатації системи «Залізний купол». Конгрес виділив \$675 млн. на три роки [12].

У травні 2012 р. Конгрес США виділив \$680 млн. для проєкту «Залізний купол» до 2015 року. Пояснювальна доповідь закликала агентство з протиракетної оборони США (US MDA) розпочати тривалу співпрацю з Ізраїлем над програмою до виділення грошей [12].

Після року випробувань наприкінці листопаду 2017 року система була визнана придатною для використання з військових кораблів. Одна батарея була встановлена на корабель INS Lahav типу Sa'ar 5. Система керування батареєю морського базування повністю інтегрована в систему управління наземними батареями «Залізного куполу». «Залізний купол» морського базування призначений для захисту морських газових

⁹ **Довідково:** Міністерство оборони Ізраїлю уклало з підприємством Рафаель контракт на створення системи в 2007 році (після завершення другої війни в Лівані в 2006 р.) та виділило 811 мільйонів шекелів на створення двох систем для перехоплення ракет Кассам. У березні 2009 р. система була готова для випробувань, а в березні 2011 р. система вже була розгорнута поблизу міст поблизу Сектору Гази. Система весь час опрацьовується та вдосконалюється для поліпшення можливостей пристосування до нових викликів, особливо у випадку, якщо в арсеналі Хамас з'являться потужніші ракети власного виробництва [12].

родовищ і морських торговельних шляхів Ізраїлю [21].

У лютому 2021 року стало відомо, що оновлена версія системи успішно пройшла черговий етап випробувань. Під час випробувань була перевірена здатність системи захищати від атак із застосуванням розвинених засобів ураження, з якими доведеться зіштовхнутись під час реального конфлікту на суходолі або на морі. Більш докладно про характеристики оновленої системи повідомлено не було.

Нова модифікація призначена для використання ізраїльськими ВПС, а також буде встановлена на корвети типу Sa'ar 6.

Система призначена для знищення тактичних некерованих ракет і артилерійських снарядів калібру 155 мм на відстані до 70 км. За словами виробника, «Залізний купол» може працювати вдень і вночі, при несприятливих погодних умовах, і може водночас реагувати на декілька ворожих ракет. У липні 2015 року проведені виробником випробування підтвердили, що модернізована система здатна перехоплювати та знищувати БПЛА. Згодом, «Залізний купол» мав стати дешевшим та ефективнішим засобом протидії БПЛА супротивника, аніж системи ЗРК «Петріот» та винищувачі.¹⁰

Радар виявляє запуск некерованої ракети і відстежує її траєкторію. Тоді командний центр обчислює очікувану точку удару за отриманими даними і використовує цю інформацію для визначення того, чи загрожує виявлена ракета певній території і лише у цьому разі запускає ракету-перехоплювач для її знищення перед тим, як вона досягне своєї цілі.

Типова батарея «Залізний купол» складається з РЛС і трьох пускових установок, по 20 ракет-перехоплювачів у кожній, що дорівнює 60 ракет на батарею [13]. Повідомляється, що одна батарея здатна захистити територію площею близько 150 км².

Хоча «Залізний купол» довів свою дієвість проти ракетного обстрілу некерованими ракетами, представники Міністерства оборони стурбовані тим, що у разі виникнення широкого конфлікту він не зможе впоратися з більшими арсеналами, якими володіє «Хезболла» в Лівані. Хоча в операції «Захисний край» він мав 90% ймовірність влучання тільки по ракетах, спрямованих у населені пункти, було скоєно 735 перехоплень за ціною 70-100 000 доларів за перехоплювач; із приблизно 100 000 ракет, якими володіє Хезболла, системи «Залізний купол» можуть бути фінансово та фізично перевантажені десятками вхідних залпів. З 2014 року зброя спрямованої енергії з нижчою вартістю системи та меншою ціною за постріл, досліджувалася як доповнення до Iron Dome. Твердотілові лазери в усьому світі мають рівні потужності – від 10 до 40 кВт; щоб безпечно знищити ракету на відстані 15-20 км кілька малопотужних променів могли б узгоджуватися та сходитися в одному місці, щоб пропалити її зовнішню оболонку і знищити її. Оскільки лазерні промені стають викривленими та недієвими в умовах туману або великої хмарності, будь-яка лазерна зброя повинна бути доповнена «Залізним куполом» (зенітними ракетами) [11].

У 1996 році ізраїльтяни розробили прототип лазера Nautilus і згодом розгорнули його в Кір'ят-Шмона, найпівнічнішому місті Ізраїлю, вздовж кордону з Ліваном. Він використовував набір складників з інших систем і зумів утримувати промінь в одній точці протягом двох безперервних секунд, використовуючи ранній прототип радара Green Pine. Nautilus вдалося довести, що цей задум життєздатний, але система так і не

¹⁰ Довідково: «Залізний Купол» має три основні складові:

- радар виявлення та відстеження (англ. – Detection & Tracking Radar) – виробництва ізраїльської оборонної компанії Elta;
- командний центр батареї (англ. – Battle Management & Weapon Control, BMC) – створений ізраїльським виробником програмного забезпечення Prest Systems на замовлення Рафаель;
- пускова установка (англ. – Missile Firing Unit) – запускає ракети-перехоплювачі Tamir (її бойова частина має неконтактний підрильник), оснащені електро-оптичними давачами і декількома крилами стернового керування для високої маневровості. Ракети виробляє Рафаель.

була розгорнута в оперативних масштабах, оскільки уряд вважав, що відправлення наземних військ задля зупинення ракетного обстрілу безпосередньо у джерелі, була економічно вигіднішою [11].

На авіашоу в Сінгапурі 2014 року Рафаель представив власну лазерну систему ППО Iron Beam. Iron Beam – це зброя спрямованої енергії, створена для доповнення системи ППО «Залізний купол» за допомогою високоенергетичного лазера для знищення ракет, мінометних мін та інших повітряних загроз. Розробка системи почалася за деякий час після завершення спільної програми розвитку лазера Nautilus США та Ізраїлю.

У грудні 2014 року колишній начальник ВПС Ізраїлю і глава Boeing Israel Девід Іврі виявив інтерес до американської системи лазерної зброї (LaWS). Раніше того місяця ВМС США повідомили, що зброю LaWS було встановлено на десантний вертольотоносець USS Ponce та зосереджено на призначених цілях – із майже миттєвою руйнівністю, причому кожен лазерний постріл коштував менше, ніж 1 долар [11].

У лютому 2022 року прем'єр-міністр Ізраїлю Нафталі Бенет оголосив, що наземна лазерна система почне розгортатися протягом року спочатку як дослідна, а згодом в оперативному режимі. Система спершу буде розташована на півдні країни у місцях, яким найбільше загрожують ракети, випущені з Сектору Газа; кінцева мета полягає у тому, щоб Ізраїль був оточений «лазерною стіною» для захисту від снарядів, ракет і БПЛА [14]. Хоча лазери мають дешевшу ціну за один постріл, на них може впливати погода, вони мають низьку швидкострільність та меншу дальність стрільби. Через це вони будуть використовуватися разом із Iron Dome у становищах, коли зможуть зменшити загальні витрати на перехоплення. Контракт на закупівлю системи Iron Beam був підписаний наступного місяця, однак виявилось, що графік запуску затягується на кілька років.

Водночас, Управління Конгресу США з бюджету 2021 року не розглядало інфрачервоні датчики і/або нові типи ураження, такі як лазери чи іншу зброю спрямованої енергії, через те, що ці системи, ймовірно, будуть мати дальність дії, яка надто невелика для створення загального захисту, наприклад, проти крилатих ракет.

2. В оборонній системі має місце оборона морської зони держави, для якої використовується «М-купол».

У жовтні 2014 року Рафаель представив морську версію Iron Dome під назвою C-Dome. Він призначений для захисту суден у прибережних водах від загроз із балістичною траєкторією та зброї прямого нападу, випущеної під час атак насичення. C-Dome містить контейнер на 10 пострілів, завантажений перехоплювачами Tamir із вертикальним запуском для охоплення на 360 градусів, що не підтримується наземною системою Iron Dome; власний корабельний радар спостереження використовується, щоб відкинути потребу в окремому радарі керування вогнем. Система посідає невелику площу, що дозволяє встановлювати її на невеликих кораблях, таких як морські патрульні кораблі, корвети і навіть стаціонарні нафтові вишки. Зрештою, на дуже ранніх етапах розробки концепції, Рафаель підрахував, що на створення прототипу системи C-Dome може знадобитися менше року. Попередні обговорення з потенційними користувачами вже розпочато. C-Dome буде використовуватися на корветах 6 класу Sa'ar ВМС Ізраїлю. 18 травня 2016 року полковник Аріель Шир, керівник операційних систем Військово-морських сил Ізраїлю, оголосив, що система успішно перехопила та знищила залп ракет малої дальності під час розгортання на морському судні в морі. 27 листопада 2017 року ізраїльські військові повідомили про початкову оперативну спроможність C-Dome, завершивши понад 18 місяців інтеграції та проектування.

3. Економічна характеристика ППО з використанням протиракетних установок.

Розгляд економічної проблематики використання системи «Залізний купол»

зобов'язує проаналізувати витратну частину організації цього ефективного захисту.¹¹

Деякі системи Iron Dome було експортовано. Слабкість таких систем ППО для більшості ймовірних ринків полягає у тому, що кожна система Iron Dome захищає не більше 100...150 квадратних кілометрів; це дієво в такій маленькій країні, як Ізраїль, але не для великих держав, таких як Україна. Навіть в Ізраїлі батареї доводиться переміщувати відповідно до ймовірного ризику нападу. Повідомляється, що Сінгапур, суверенне острівне місто-держава, придбав «Залізний купол», а армія США купила дві батареї для захисту власних закордонних баз [18].

На початку січня 2019 року стало відомо про укладену угоду на придбання двох батарей «Залізний купол» за 373 мільйони доларів. Друга батарея була передана наприкінці 2020 – початку 2021 року.

Батареї мали бути розгорнуті для захисту Збройних сил США у ворожих районах дій. Замовлення стосувалося двох командних пунктів і радарів, 12 пускових установок та 480 ракет, і було завершено в серпні 2019 року. Rafael оголосив про постачання першої батареї 30 вересня 2020 року. 13 листопада 2020 року Iron Dome було розгорнуто у форті Блісс, щоби перевірити чи можна приєднати його до мережі протиповітряної та протиракетної оборони армії задля застосування у ролі тимчасового засобу для перехоплення крилатих ракет.

Для перевірки можливостей «Залізного купола», а також для отримання практичних навичок персоналом, командування повітряної та протиракетної оборони 94-ї армії у жовтні 2021 року оголосило про тимчасове дослідне розгортання однієї з батарей «Залізного купола» на теренах авіабази Андерсен на Гуамі [5].

4. Потуги отримання власного досвіду. У середині червня 2021 року заступник міського голови Маріуполя Сергій Захаров у коментарі сайту mprl.city повідомив, що система «Залізний купол» може з'явитись і в Україні: «Якщо казати про захисну систему «Залізний купол» – це близько 50 млн євро. Місто вже зв'язалося з ізраїльською компанією, котра займається безпекою, фахівці мають приїхати наприкінці червня та ми обговоримо можливість встановлення системи у Маріуполі. Ми детально вивчаємо це питання та перебуваємо в тісному діалозі», – розказав заступник міського голови Маріуполя відповідаючи на запитання журналістів.

Необхідність наявності такої системи були зумовлені бажаннями відновити роботу аеропорту в Маріуполі, що розташований за 40 км від лінії зіткнення. На даний час Маріуполь знищений і розгляд цієї проблематики втратив сенс.

Тим часом, як досвід можливості роботи авіатранспортного сполучення у зонах бойових дій, Сергій Захаров навів приклад Ізраїлю, де аеропорт діє у 8 км від буферної зони.

2 лютого 2022 року міністр оборони України О. Резніков заявив, що ізраїльський «Залізний купол» не вирішить питання захисту стратегічних об'єктів в Україні і що Україна відновить власні розробки.

Проте 15 лютого 2022 року стало відомо, що саме Ізраїль заблокував Україні

¹¹ **Довідково:** Наприклад, протягом операції «Хмарний стовп» системою «Залізний купол» було знищено 426 ракет з коефіцієнтом успішних перехоплень 84 %. Системі не вдалось перехопити 81 ракету [25]. Витрати на використані ракети-перехоплювачі склали \$27 млн [22]. Всього протягом операції з Сектору Газа в бік Ізраїлю було запущено понад 1500 ракет. За даними видання IHS Jane's, збройні угруповання намагались перевантажити окремі батареї, запускаючи водночас якнайбільше ракет з різних пускових установок по одній місцевості [25].

Під час ізраїльсько-палестинської кризи 2021 року Хамас випустив по Ізраїлю за період з 11 по 21 травня понад 4300 ракет із Гази. За перші 24 години конфлікту було випущено 470 ракет, що значно більше, ніж у попередніх конфліктах. З цих ракет, 17% були далекими ударами по Тель-Авіву, знову ж таки це більше, ніж раніше [17]. Близько 680 ракет, випущених під час бойових дій, не впоралися і впали в Секторі Газа; система «Залізний купол» перехопила близько 90% ракет, які прямували до населених пунктів Ізраїлю. Під час операції «Залізний купол» збив завантажений бомбою безпілотною.

15 травня 2021 року Ізраїль завдав повітряного удару по 12-поверховій будівлі – вежі Джала, в якій розміщувалися офіси Associated Press (AP) і Аль-Джазіра в Газі, попередивши про евакуацію за годину. Ізраїль наголосив, що Хамас здійснював операції з радіотехнічної розвідки (SIGINT), розвідки електронних сигналів (ELINT) та радіоелектронної боротьби (EW), в тому числі розгортання електронної системи для придушення «Залізного купола» із середини споруди.

перепродаж із США двох раніше придбаних ними ізраїльських комплексів.

Йоав Фромер, написавши в *The Washington Post*, похвалив Iron Dome за відсутність смертей та відносно низький рівень втрат серед ізраїльського цивільного населення, і сказав, що ця технологія, схоже, забезпечує «...як фізичну, так і психологічну розраду, та дозволяє ізраїльтянам виконувати власні обов'язки і вести бізнес».

Однак, на його думку, з часом «Залізний купол» може завдати ізраїльському суспільству більше шкоди, ніж користі, оскільки, попри те, що це «тактичне диво», він може допомогти створити серйозну стратегічну проблему для довгострокової безпеки ізраїльтян, оскільки, тимчасово зменшуючи небезпеку, яку являють ракетні напади, це відвертає ізраїльтян від пошуку більш широкого регіонального політичного рішення» [28], яке нарешті може зробити такі системи, як «Залізний купол», непотрібними. На думку Фромера, ізраїльський уряд «...не дуже сповнений творчих ідей, щоб відновити мирний процес із палестинцями. А з «Залізним куполом» – навіщо? Приймаючи технологію, це не вимагатиме, щоб її політичні очільники вели дипломатію для покладання краю насильству, яке, насамперед, вимагало Iron Dome. Оскільки «Залізний купол» перетворив похмуру реальність на досить терпиме випробування, ізраїльтяни втратили відчуття невідкладності та обурення, які могли би підштовхнути їхній уряд піти на потрібні поступки в обмін на мир».

На думку Фромера, ізраїльтяни ризикують сплутати короткострокову військову перевагу, яку надає Iron Dome, з довгостроковою потребою в оригінальному та всеосяжному дипломатичному рішенні. Амір Пертц, міністр оборони Ізраїлю у 2006-2007 роках, який прощтовхував впровадження Iron Dome, сказав *The Washington Post*, що система – це не більше, ніж зупинка, і що «Зрештою, єдине, що принесе справжню тишу – дипломатичне рішення».

Після розгортання системи у квітні 2011 року «Залізний купол» було використано для успішного перехоплення ракет «Катюша», випущених палестинськими бойовиками. У серпні того ж року «Залізний купол» перехопив 20 ракет, випущених по Ізраїлю. Однак в одному випадку система, знищивши чотири ракети, випущені по місту Беер-Шева, таки не змогла зупинити п'яту, внаслідок чого одна людина загинула, а декілька отримали поранення.

Порівняно з іншими системами ППО показник ефективності Iron Dome дуже високий. Консультант з оборони Стівен Залого заявив, що знищення «Залізним куполом» 90 відсотків ракет, на які він націлювся, є «надзвичайно високим рівнем», котрий перевищує той, який зазвичай очікується для систем ППО. *Slate* повідомив, що показник ефективності є «небаченим» порівняно з попередніми системами, такими як система протиракетної оборони Patriot.

Репортер з оборони Марк Томпсон написав, що «відсутність ізраїльських втрат свідчить про те, що «Залізний купол» є найдієвішим і найвипробуванишим протиракетним щитом, який коли-небудь бачив світ» [27].

Під час операції Protective Edge, як стверджується, перехоплювачі Iron Dome вразили 87-90% своїх цілей [19], здійснивши загалом 735 успішних перехоплень.

У війні 2006 року з Хезболлою, до розроблення «Залізного купола», протягом 34 днів бойових дій, ними було випущено 4000 ракет і 53-оє ізраїльтян було вбито. Однак у війні 2014 року з Сектором Газа 50-денний конфлікт і 3360 ракет призвели лише до двох смертей, пов'язаних із ракетами. 2006 року було подано близько 30 000 страхових позовів щодо відшкодувань за пошкодження, зумовлені ракетними обстрілами, тоді як у 2014 році їх було вже лише 2 400.

25 березня 2019 року ракета J-80, випущена з Сектора Газа, влучила в будинок у Мішмереті, Ізраїль. За словами представників Хамас, J-80 рухається нелінійним шляхом і не може бути перехоплена «Залізним куполом».

Загалом, за розрахунками військових, лише 25 % ракет, випущених по Ізраїлю,

становили справжню загрозу людям чи цивільним об'єктам – через низьку точність і нестабільну траєкторію неякісних конструкцій снарядів [20].

5. У своїх висновках «Протиракетний комплекс «Залізний купол»: чи дійсно він потрібен Україні», Олег Огнєв відзначив, що «Залізний купол», Iron Dome – це найнижчий рівень системи протиракетної оборони Ізраїлю.

Про бажання України купити в Ізраїля систему протиракетної оборони «Залізний купол» мова йде більш, ніж давно і почалась задовго до 24 лютого. Першу згадку про намір отримати систему протиракетної оборони озвучив вже колишній міністр оборони Андрій Таран понад рік тому у травні 2021 року, коли писав: «Ще минулого року ми розпочали певні дії щодо створення протиракетної оборони України. Розглядаємо можливості придбання чогось на кшталт «Залізного купола», – заявив тоді посадовець під час візиту на одне з оборонних підприємств України.

Вже у вересні 2021 року з'явилась інформація про нібито плани США оформити реекспорт в Україну комплексів «Залізний купол», які Пентагон закупив для оборони своїх баз у зоні конфліктів. Але кількість наявних комплексів у американській армії вкрай обмежена – лише дві батареї. Склад батареї: три пускові у кожній 10-20 протиракет, радіолокаційна станція та пункт управління.

Вже на початку лютого 2022 року чинний міністр оборони України Олексій Резніков повідомив, що «Залізний купол» не може повноцінно захистити стратегічні об'єкти на кшталт атомної електростанції, аеродрому або оборонного підприємства. А призначення «Залізного купола» у захисті «від ракет, які летять повільно на маленьку відстань і зроблені в гаражах на територіях сусідніх країн».

Насправді Олексій Резніков абсолютно правий, бо цей комплекс лише один з найнижчих рівнів протиракетної оборони Ізраїля і його призначення – перехоплення некерованих реактивних снарядів, в першу чергу, типу Qassam, які дійсно збираються у підпільних цехах у Палестині. Такі некеровані ракети мають лише приблизну точність та надійність. Але вартість таких боєприпасів на порядки нижча за протиракету «Залізного купола» Таміг, яка коштує, за різними даними, від 20 до 40 тисяч доларів. Проте ефективність «Залізного купола» проти таких снарядів доволі висока та наразі оцінюється у здатність перехоплювати 9 з 10 некерованих реактивних снарядів.

Це пов'язано із можливостями радара «Залізного купола» виявляти такі малорозмірні цілі, за доли секунди вибудовувати їх траєкторію та автоматично видавати команду на пуск протиракет, яка попри невеликі габарити та вагу близько 90 кг має власну радіолокаційну головку самонаведення та вкрай високу маневреність. Декларується, що одна батарея забезпечує протиракетну оборону на площі до 150 кв. км. Для розуміння, площа Києва без передмість – 847 кв. км, Харкова – 350 кв. км.

«Залізний купол» може знищувати й звичайні повітряні цілі, наприклад, літаки. Декларується перехоплення цілей на дальності до 70 км та на висотах до 7 км. Але реальне бойове використання проти літаків було лише один раз, коли через помилку був обстріляний власний F-15 повітряних сил Ізраїлю. Повідомлялось, що ракета була завчасно підірвана оператором, але все одно літак отримав незначні пошкодження та повернувся на базу.

6. Які ж особливості «Залізного купола»? Як і будь-яку іншу зброю, «Залізний купол» не слід розглядати, як окрему одиницю, бо вся військова техніка та озброєння працює у єдиній системі. Зокрема «Залізний купол» – це лише один з рівнів протиракетної оборони Ізраїлю.

Зокрема, на найвищому рівні для перехоплення балістичних ракет середньої дальності, розгорнута система Arrow. На середньому рівні працює «Праща Давида», яка призначена для перехоплення балістичних ракет оперативно-тактичних комплексів, таких як «Іскандер» чи «Точка-У». Нижче знаходиться «Залізний купол», який бере на себе боротьбу з некерованими реактивними снарядами, а для боротьби з

артилерійськими снарядами та мінами розгортається лазерний комплекс Iron Beam, який забезпечує покриття на відстані до 7 км.

Паралельно в Ізраїлі розгорнута потужна мережа радіолокаційних станцій, які ведуть постійний моніторинг загроз та діє автоматизована система управління всією протиповітряною та протиракетною обороною.

Також важливим аспектом є і ціна «Залізного купола», який розроблений компанією Rafael. Бо це недешева система та, за різними даними, одна батарея коштує від 50 до 170 млн доларів. Така велика розбіжність даних, пов'язана як із закритістю ізраїльського оборонно-промислового комплексу, так і методологією розрахунку.

Тим часом Олена Зеленіна у своїй статті «Ракетний терор проти Харкова. Хто захистить місто?», з неймовірним боєм описує як цинічно, методично і педантично росія здійснює руйнації міста за містом, населений пункт за населеним пунктом. Як смертоносні ракети з «Смерчів», «Ураганів», інших сатанинських пристроїв забирають життя безвинних людей. Як песиголовці від ЗМІ мерзенної держави провокують міжрегіональні та міжнаціональні конфлікти і т.п. Вона аналізує, як безсовісно, на очах наших недалекоглядних державних лідерів нас роззброювали (а наші сусіди з Прибалтики, Польщі, Кавказу зберегли засоби захисту і..., а ми... виявились наївними миролюбцями, та в кінцевому результаті жертвою мерзенного азіатського канібала Путіна і його ненаситної орди.

Небайдужа авторка пише, що з перших днів війни уявляла, як на шляху кожної ракети, випущеної агресором по Харкову, встає захисна стіна: з потужними радіохвильовими випромінювачами і дезінформують ворога, а наші сили ППО успішно збивають ворожі снаряди. Вона має свій проєкт «Залізного оборонного купола». Ми впевнені, що більшість українців з кожного героїського міста і села мають аналогічні думки і настрої та ми, поки що, не спішимо скористатись цією ініціативою.

4. Висновки та перспективи подальших досліджень в даному напрямку.

Таким чином, враховуючи складну воєнну, політичну та соціально-економічну ситуацію у Європі, зруйновану економіку України, проблеми протиповітряної та протиракетної оборони не зникли і, на даний час, є актуальними і своєчасними. Тим часом її утримання є надзвичайно дорогавартісним заходом. Крім того, наслідки як агресивної, так і оборонної дії мають великий негативний вплив на навколишнє середовище.

Як передає «Цензор.НЕТ», Президент України Володимир Зеленський під час вечірнього відеозвернення (5 липня 2022 р.) сказав: «...Завдання-максимум для нашої держави – вже цього року дати українцям базовий захист від ракетних ударів». Насправді, придбання протиракетних пристроїв типу «Залізний купол» є на даний час хоч і непосильним заходом навіть для такої держави як Україна, та в умовах воєнного часу вкрай необхідним». В цьому зв'язку виникає нагальна необхідність розробити систему матеріальної та моральної зацікавленості військових і цивільних учених у наукових розробках основоположних засад побудови новітніх, економічних оборонних протиракетних систем в противагу вогнепальними, ракетним, артилерійським та іншим засобам, як нераціональним, антигуманним, нелюдським в сучасних бойових умовах України. Рада Національної безпеки України влаштувати Всеукраїнські та Міжнародні конкурси вирішення цієї актуальної проблематики.

Науковці України мають інтелектуальний ресурс, щоб вирішити цю проблему. І, таким чином, зменшити негативний вплив ракетних ударів на економіку, безпекові чинники, посилити гермінативну та природоохоронну позицію України у світі. В свою чергу, міжнародній спільноті на засіданнях ООН, його безпекових структур варто невідкладно розглянути можливість заборони на використання ракет підвищеної токсичності і масштабної руйнівної дії, добитись дієвості санкцій на порушення цих заборон.

Author details (in English)**ENCOURAGEMENT OF SCIENTIFIC DEVELOPMENT OF MODERN, ECONOMICAL ANTI-MISSILE DEFENSE SYSTEMS PRINCIPLES AGAINST EXPENSIVE IGNITION-ARTILLERY AND OTHER MEANS AS A DIRECTION IN THE MODERN MILITARY CONDITIONS OF UKRAINE (INFORMATION-COGNITIVE AND SCIENTIFIC-ENCOURAGING ASPECTS OF IMPROVING THE DEFENSE DOCTRINE OF UKRAINE IN THE CONDITIONS OF RUSSIAN AGGRESSION)****Bohdan ANDRUSHKIV** | **Liliya MELNYK**Ternopil Ivan Puluj National Technical University
56 Ruska str., 46001 Ternopil, Ukrainee-mail: andrushkiv.bohdan@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4897-5539>e-mail: liliana.mel0512@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8844-5490>| **Vadym RATYNSKYI**e-mail: ratvadim@gmail.com
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9283-6371>| **Vitalii VYSOTSKYI**Saliy Oles Vasyliovych, private
notary of the Ternopil notary
district 2 Petliury str., 46023,
Ternopil, Ukrainee-mail: vitalii_vysotskyi@ukr.net
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5626-7802>

Abstract. The article, based on the primary analysis, revealed high cost and low efficiency and contradictions in the functioning of the anti-aircraft, especially anti-missile defence of Ukraine during hostilities. It is suggested to clarify the terminological apparatus in this specific sphere of defence activity of society. The problem is considered both in the global and international, as well as regional, branch military conditions of the functioning of the voluntary association of territorial communities of Ukraine, territorial defence, etc. It is noted that air defence is carried out by air defence troops of land units and fighter aircraft in cooperation with air defence troops of the country, and in the case of hostilities in the area of the sea coast – with air defence units of the navy.

It is established that most Western and European Commonwealth armed combine air defence exclusively with conventional forces (i.e., army, navy and air force), as a separate wing, or as part of the artillery. It is assumed that from a practical point of view, Ukraine may need ground air defence more than aviation.

In the paper the interrelationships of the development of the air defence system within the framework of the development of the European Commonwealth in the interstate context are revealed. On this basis, the trends of this process are established and offered to use of modern economic European approaches to the organization of anti-missile defence on the latest economic and environmental principles and the implementation of reforms in Ukraine in accordance with the modern requirements of European standards.

The progressive experience of anti-aircraft protection of the population, the peculiarities of the operation of the "Iron Dome" and the issues of defence of the state maritime zone, for which the "M-dome" is used, are described. The economic characteristics of air defence with the use of anti-missile installations are given. It was emphasized that, like any other weapon, "Iron Dome" should not be considered as a separate unit, because all military equipment and weapons work in a single system.

Key words: war, anti-aircraft defense, missiles, TSO, iron dome, social (germinative) development, unification of territorial communities, territorial defense, science, European standards, state.

Appendix A. Supplementary material

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2022/22abmura.pdf>

Funding

The authors received no direct funding for this research.

Citation information

Andrushkiv, B., Melnyk, L., Ratynskyi, V. & Vysotskyi, V. (2022) Encouragement of scientific development of modern, economical anti-missile defense systems principles against expensive ignition-artillery and other means as a direction in the modern military conditions of Ukraine (*information-cognitive and scientific-encouraging aspects of improving the defense doctrine of Ukraine in the conditions of russian aggression*). Socio-Economic Problems and the State (electronic journal), Vol. 26, no. 1, pp. 77-97. URL: <http://sepd.tntu.edu.ua/images/stories/pdf/2022/22abmura.pdf>

Використана література:

1. Зенітний ракетний комплекс С-200В «Бера» URL: <https://web.archive.org/web/20211209150009/https://uos.ua/produksiya/tehnika-pvo/76-zenitny-raketny-kompleks-s-200>

2. Зенітний гарматно-ракетний комплекс «Тунгуска» (SA-19 Grison) URL: <https://web.archive.org/web/20210511200338/https://uos.ua/produksiya/tehnika-rvo/68-zenitniy-pushechno-raketniy-kompleks-tunguska-sa-19-grison>.
3. ЗСУ провели перші в цьому році бойові стрільби ЗРК С-125 та «Оса-АКМ». *Defence Express*: веб-сайт. URL: https://web.archive.org/web/20211213191009/https://defence-ua.com/news/zsu_proveli_pershi_v_tsomu_rotsi_bojovi_strilbi_zrk_s_125_ta_osa_akm-4852.html
4. Ключі від українського неба URL: <https://web.archive.org/web/20211212083919/https://tyzhden.ua/Society/252408>.
5. Козацький Саня. США розгортають «Залізний купол» на Гуамі. *Український мілітарний портал*. 10 жовтня 2021 р.
6. На Донеччині артилеристи ООС знищували цілі за допомогою аеророзвідки URL: <https://web.archive.org/web/20211209144447/https://armyinform.com.ua/2020/05/15/na-donechchyni-artylerysty-oos-znyshhuvaly-czili-za-dopomogoyu-aerorozvidky/>.
7. Повітряні Сили України «навчили» ЗРК «Бук» як збивати «Іскандери» та «Калібри» *Defence Express* : веб-сайт. URL: https://web.archive.org/web/20211207121336/https://defence-ua.com/news/povitrjani_sili_ukrajini_navchili_zrk_buk_jak_zbivati_iskanderi_ta_kalibri-4876.html.
8. Слюсар В. І. Нове завдання ППО сухопутних військ. *Камуфляж*. 2009. №4. С. 12-13.
9. Слюсар В. І. Комбінована протиповітряна оборона із залученням засобів виявлення та ураження усіх видів і родів військ. *Проблеми координації воєнно-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки* : Міжнародна наукова конференція, 11-12 жовтня 2016 р. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ. С. 255-257.
10. Слюсар В. И. Концептуальные аспекты системы ПВО 21-го века. *Новітні технології – для захисту повітряного простору* : Тези доповідей 14-ї наукової конференції, 11-12 квітня 2018 р. Харків: ХНУПС. С. 55.
11. Allgemeiner The. Boeing Israel Chief Touts Laser Weapon as Alternative to Iron Dome Anti-missile Defense System (VIDEO) URL: <https://web.archive.org/web/20220222122029/http://www.algemeiner.com/2014/12/14/boeing-israel-chief-touts-laser-as-alternative-to-iron-dome-anti-missile-defense-system-video/> (дата звернення: 22.02.2022).
12. Avnish Patel. Beyond the Iron Dome: Placing Missile Defense in its Regional Context. *RUSI Analysis*. November, 23, 2012.
13. Ballistic Missile Defense: Effectiveness of Israel's Iron Dome System (19.07.2012). URL: <http://mostlymissiledefense.com/2012/07/19/ballistic-missile-defense-effectiveness-of-israels-iron-dome-system-july-19-2012/>
14. Berman Lazar; Gross Judah Ari. Laser-based defense array to be deployed within year, Bennett says, speeding rollout URL: <https://www.timesofisrael.com/laser-based-defense-system-to-be-deployed-within-year-bennett-says-speeding-rollout/> (дата звернення: 12.05.2022)
15. Cox Matthew. Army Activates Two Israeli Iron Dome Missile Defense Batteries at Fort Bliss. URL: <https://web.archive.org/web/20210127070418/https://www.military.com/daily-news/2020/11/13/army-activates-two-israeli-iron-dome-missile-defense-batteries-fort-bliss.html>.

16. Cureton, Paul. Drone mapping and AI. Drone Futures. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, 2020. P. 71-107. <https://doi.org/10.4324/9781351212991-3>
17. El-Naggar, Mona Gaza's Rockets: A Replenished Arsenal That Vexes Israel. *The New York Times*. June, 13, 2021.
18. Israel's missile defences blunt Palestinian attacks from Gaza. *The Economist*. June, 13, 2022. URL: <https://www.economist.com/middle-east-and-africa/2021/05/12/israels-missile-defences-blunt-palestinian-attacks-from-gaza>
19. How Israel's «Iron Dome» works. *The Economist*. June, 13, 2022.
20. Iron Dome Blunts 90% of Enemy Rockets. *Aviation Week Network*. URL: <https://aviationweek.com/defense-space/iron-dome-blunts-90-enemy-rockets> (дата звернення: 21.04.2022)
21. Judah Ari Gross. Navy says ship-based Iron Dome ready to knock down missiles on high seas. *The Times of Israel*. November, 27, 2017.
22. Katz Yaakov. Iron Dome ups its interception rate to over 90%. *The Jerusalem Post*, March 23, 2012.
23. Leob J. News Briefing: Exclusive – Anti-drone technology to be tested in UK amid terror fears. *Engineering & Technology*, 2017. N12 (3). P. 9. <https://doi.org/10.1049/et.2017.0311>
24. Layton Peter. AI-Enabled War-in-the-Air. URL: <https://www.airuniversity.af.edu/>
25. Mohammed Najib. Iron Dome raises game for 'Pillar of Defence'. *Jane's Defense Weekly*. November, 28, 2012. P. 4.
26. Navy Matters (2014). Type 45 Section. URL: web.archive.org.
27. Thompson Mark. Iron Dome: A Missile Shield That Works. *Time*. November, 19, 2012.
28. Welle Deutsche. Чи може ідея «двох держав» стати вирішенням ізраїльсько-палестинського конфлікту? URL: <https://www.dw.com/uk/chy-mozhe-ideia-dvokh-derzhav-staty-vyrishenniam-blyzkoskhidnoho-konfliktu/a-57585218>.

References

1. Zenitnyi raketnyi kompleks S-200V «Veha» [S-200V "Vega" anti-aircraft missile complex]. URL: <https://web.archive.org/web/20211209150009/https://uos.ua/produksiya/tehnika-pvo/76-zenitny-raketny-kompleks-s-200>.
2. Zenitnyi harmatno-raketnyi kompleks «Tunhuska» (SA-19 Grison) [Anti-aircraft gun and missile complex "Tunguska" (SA-19 Grison)]. URL: <https://web.archive.org/web/20210511200338/https://uos.ua/produksiya/tehnika-pvo/68-zenitny-pushechno-raketny-kompleks-tunguska-sa-19-grison>.
3. ZSU provely pershi v tsomu rotsi boiovi strilby ZRK S-125 ta «Osa-AKM» [The Armed Forces of Ukraine conducted the first combat firings of the S-125 and Osa-AKM air defense systems this year]. URL: https://web.archive.org/web/20211213191009/https://defence-ua.com/news/zsu_proveli_pershi_v_tsomu_rotsi_bojovi_strilbi_zrk_s_125_ta_osa_akm-4852.html.
4. Kliuchi vid ukrainskoho neba [Keys to the Ukrainian sky]. URL: <https://web.archive.org/web/20211212083919/https://tyzhden.ua/Society/252408>.
5. Kozatskyi, S. (2021) USA rozghortaiut «Zaliznyi kupol» na Huami [The US deploys "Iron Dome" on Guam]. *Ukrainskyi military portal*.

6. Na Donechchyni artylerysty OOS znyshchuvaly tsili za dopomohoiu aerorozvidky [In Donetsk, artillerymen of the Ukrainian Armed Forces destroyed targets with the help of aerial reconnaissance]. URL: <https://web.archive.org/web/20211209144447/https://armyinform.com.ua/2020/05/15/na-donechchyni-artylerysty-oos-znyshhuvaly-czili-za-dopomogoyu-aerorozvidky/>.
7. Povitriani Syly Ukrainy «navchyly» ZRK «Buk» yak zbyvaty «Iskandery» ta «Kalibry» [The Air Force of Ukraine "taught" the Buk air defense system how to shoot down "Iskanders" and "Calibers"]. Defence Express URL: https://web.archive.org/web/20211207121336/https://defence-ua.com/news/povitrjani_sili_ukrajini_navchili_zrk_buk_jak_zbivati_iskanderi_ta_kalibri-4876.html.
8. Sliusar V. I. (2009) Nove zavdannya PPO sukhoputnykh viisk. [A new task of air defense of the ground forces]. *Kamufliazh*. vol. 4. pp. 12-13.
9. Sliusar V. I. (2016) Kombinovana protypovitriana oborona iz zaluchenniam zasobiv vyjavlennia ta urazhennia usikh vydiv i rodiv viisk. [Combined air defense with the involvement of means of detection and destruction of all types and types of troops]. Proceedings of the *Problemy koordynatsii voienno-tekhnichnoi ta oboronno-promyslovoi polityky v Ukraini. Perspektyvy rozvytku ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki: Mizhnarodna naukova konferentsiia* (Ukraine, Kyiv, October 11-12, 2016), Kyiv: TsNDI OVT ZSU. pp. 255-257.
10. Sliusar V. I. (2018) Kontseptualnyie aspektyi sistemyi PVO 21-go veka [Conceptual aspects of the air defense system of the 21st century]. Proceedings of the *Novitni tekhnologii – dlia zakhystu povitrianoho prostoru : Tezy dopovidei 14-yi naukovoii konferentsii* (Ukraine, Kharkiv, April 11-12, 2018), Kharkiv: KhNUPS. p. 55.
11. Allgemeiner The (2014) Boeing Israel Chief Touts Laser Weapon as Alternative to Iron Dome Anti-missile Defense System (VIDEO). URL: <https://web.archive.org/web/20220222122029/http://www.algemeiner.com/2014/12/14/boeing-israel-chief-touts-laser-as-alternative-to-iron-dome-anti-missile-defense-system-video/>.
12. Avnish, Patel (2012) Beyond the Iron Dome: Placing Missile Defense in its Regional Context. *RUSI Analysis*.
13. Ballistic Missile Defense: Effectiveness of Israel's Iron Dome System. URL: <http://mostlymissiledefense.com/2012/07/19/ballistic-missile-defense-effectiveness-of-israels-iron-dome-system-july-19-2012/>.
14. Berman Lazar; Gross Judah Ari (2022) Laser-based defense array to be deployed within year, Bennett says, speeding rollout. URL: <https://www.timesofisrael.com/laser-based-defense-system-to-be-deployed-within-year-bennett-says-speeding-rollout/>
15. Cox Matthew (2021) Army Activates Two Israeli Iron Dome Missile Defense Batteries at Fort Bliss. URL: <https://web.archive.org/web/20210127070418/https://www.military.com/daily-news/2020/11/13/army-activates-two-israeli-iron-dome-missile-defense-batteries-fort-bliss.html>.
16. Cureton, Paul (2020) Drone mapping and AI. *Drone Futures*. Abingdon, Oxon; New York, NY: Routledge, pp. 71-107. <https://doi.org/10.4324/9781351212991-3>
17. El-Naggar, Mona (2021) Gaza's Rockets: A Replenished Arsenal That Vexes Israel. *The New York Times*.

18. Israel's missile defences blunt Palestinian attacks from Gaza. *The Economist*. URL: <https://www.economist.com/middle-east-and-africa/2021/05/12/israels-missile-defences-blunt-palestinian-attacks-from-gaza>.
19. How Israel's «Iron Dome» works. *The Economist*.
20. Iron Dome Blunts 90% of Enemy Rockets. *Aviation Week Network*. URL: <https://aviationweek.com/defense-space/iron-dome-blunts-90-enemy-rockets>
21. Judah Ari Gross (2017) Navy says ship-based Iron Dome ready to knock down missiles on high seas. *The Times of Israel*.
22. Katz, Yaakov (2012) Iron Dome ups its interception rate to over 90%. *The Jerusalem Post*.
23. Leob, J. (2017) News Briefing: Exclusive – Anti-drone technology to be tested in UK amid terror fears. *Engineering & Technology*, vol. 12 (3), P. 9. <https://doi.org/10.1049/et.2017.0311>
24. Layton, Peter (2021). AI-Enabled War-in-the-Air. URL: <https://www.airuniversity.af.edu/>.
25. Mohammed, Najib (2012) Iron Dome raises game for 'Pillar of Defence'. *Jane's Defense Weekly*. P. 4.
26. Navy, Matters (2014) Type 45 Section. URL: web.archive.org.
27. Thompson, Mark (2012) Iron Dome: A Missile Shield That Works. *Time*.
28. Welle Deutsche. Chy mozhe ideia «dvokh derzhav» staty vyrishenniam izrailsko-palestynskoho konfliktu? [Can the idea of "two states" become a solution to the Israeli-Palestinian conflict?]. URL: <https://www.dw.com/uk/chy-mozhe-ideia-dvokh-derzhav-staty-vyrishenniam-blyzskohidnoho-konfliktu/a-57585218>



© 2022 Socio-Economic Problems and the State. All rights reserved.
 This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 license.
 You are free to:
 Share — copy and redistribute the material in any medium or format
 Adapt — remix, transform, and build upon the material for any purpose, even commercially.
 The licensor cannot revoke these freedoms as long as you follow the license terms.
 Under the following terms:
 Attribution — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made.
 You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use.
 No additional restrictions
 You may not apply legal terms or technological measures that legally restrict others from doing anything the license permits.

Socio-Economic Problems and the State (ISSN: 2223-3822) is published by Academy of Social Management (ASM) and Ternopil Ivan Puluj National Technical University (TNTU), Ukraine, Europe.

Publishing with SEPS ensures:

- Immediate, universal access to your article on publication
- High visibility and discoverability via the SEPS website
- Rapid publication
- Guaranteed legacy preservation of your article
- Discounts and waivers for authors in developing regions

Submit your manuscript to a SEPS journal at <http://sepd.tntu.edu.ua>

