

Інженерні рішення пасивного захисту об'єктів від безпілотних літальних апаратів

Engineering Solutions for Passive Protection of Objects from Unmanned Flying Machines

Василь Лоїк

канд. техн. наук, доцент, начальник кафедри цивільного захисту, e-mail: v.loik1984@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3772-1640

Ольга Бабаджанова

Corresponding author: канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, e-mail: babaganova.ol.52@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0607-4791

Олександр Синельніков

канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри цивільного захисту, e-mail: o.synelnikov@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0429-147X

Vasyl Loik

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: babaganova.ol.52@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0607-4791

Olga Babadzhanova

Corresponding author: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: babaganova.ol.52@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0607-4791

Alexander Sinelnikov

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: o.synelnikov@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0429-147X

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

Received: October 11, 2025 | Revised: October 26, 2025 | Accepted: October 31, 2025

DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.5.14>

Мета роботи. Дослідження сучасних підходів до організації пасивного захисту об'єктів критичної інфраструктури у сфері забезпечення логістики.

Метод дослідження. Методи системного аналізу, моделювання та синтезу.

Результати дослідження: Доведено, що різні способи захисту дозволяють мінімізувати ризики пошкодження об'єктів безпілотними літальними апаратами. Підтверджено практичну ефективність використання протидронових сіток для захисту транспортної критичної інфраструктури. Встановлено, що багаторівневий підхід до безпеки, коли кілька контрзаходів працюють узгоджено, може забезпечити більш комплексний та стійкий захист від різноманітних загроз безпілотників.

Теоретична цінність дослідження. Робота розширює теоретичні основи пасивного захисту об'єктів критичної інфраструктури від безпілотних літальних апаратів, зокрема шляхом влаштування протидронових сіток.

Практична цінність дослідження. Результати дослідження корисні для розробки нових заходів фізичного захисту від безпілотників. Обмін інформацією про успішні розгортання, нові загрози та технологічні інновації матиме важливе значення для оптимізації використання протидронових сіток та інших контрзаходів.

Тип статті. Теоретичний, описовий, з практичними рекомендаціями.

Purpose. Research into modern approaches to organizing passive protection of critical infrastructure facilities in the field of logistics.

Method. Methods of system analysis, modeling and synthesis.

Findings: It is proven that various methods of protection can minimize the risks of damage to objects by unmanned aerial vehicles. The practical effectiveness of using anti-drone nets to protect critical transport infrastructure has been confirmed. It is found that a multi-layered approach to security, where multiple countermeasures work in concert, can provide more comprehensive and resilient protection against a variety of drone threats.

Theoretical implications. The work expands the theoretical foundations of passive protection of critical infrastructure facilities from unmanned aerial vehicles, in particular by installing anti-drone nets.

Practical implications. The results of the study are useful for developing new physical protection measures against drones. Sharing information about successful deployments, new threats, and technological innovations will be essential to optimizing the use of anti-drone nets and other countermeasures.

Paper type. Theoretical, descriptive, with practical recommendations.

Ключові слова: об'єкти критичної інфраструктури, безпілотний літальний апарат, транспортна інфраструктура, система захисту, протидронові сітки.

Key words: critical infrastructure facilities, unmanned aerial vehicle, transport infrastructure, protection system, anti-drone nets.

Вступ

Питання захисту об'єктів завжди мало першочергове значення (Кодекс цивільного захисту України, 2012). Якщо раніше основну увагу приділяли захисту об'єктів від стороннього втручання, терористичних актів та надзвичайних ситуацій, то після російського вторгнення 2022 року актуалізувалися проблеми забезпечення захисту від безпілотних літальних апаратів (БпЛА), насамперед об'єктів критичної інфраструктури.

Упродовж останніх років прийнято низку нормативно-правових актів, що регулюють питання безпеки об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ), зокрема Закон України "Про критичну інфраструктуру", розпорядження Кабінету Міністрів України № 825-р, постанови

КМУ № 821 і № 471 та інші. У цих документах передбачено розроблення оптимальних методів забезпечення безпечного середовища та мінімізації наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах критичної інфраструктури; розвиток спроможностей суб'єктів національної системи захисту критичної інфраструктури реагувати на загрози, що виникають; реалізацію планів захисту об'єктів критичної інфраструктури відповідно до проектних загроз національного рівня, зокрема “ударів засобами повітряного нападу та ракетно-артилерійських обстрілів”.

Використання безпілотних літальних апаратів терористичними угрупованнями виявило новий тип уразливості системи захисту критичної інфраструктури. Від електростанцій, нафтобаз, об'єктів зв'язку, критично важливих підприємств і атомних електростанцій до гідротехнічних споруд та урядових установ — усі ці об'єкти піддаються дедалі більшому ризику атак, що потенційно можуть мати руйнівні наслідки. З огляду на зростання масштабів використання безпілотників, надзвичайно важливим є впровадження ефективних заходів із захисту критичної інфраструктури від загроз, пов'язаних із БПЛА.

Безпілотні літальні апарати становлять складну багатовимірну загрозу завдяки своїм унікальним характеристикам. На відміну від традиційних засобів ураження, БПЛА забезпечують безпрецедентні можливості фізичного та кібердоступу, оскільки здатні обминати стандартні системи безпеки для ведення спостереження, завдання ураження та отримання доступу до незахищених мереж або критично важливих елементів операційних систем.

Теоретичні основи дослідження

В умовах війни захист об'єктів критичної інфраструктури набуває додаткової актуальності, оскільки уразливість таких об'єктів негативно впливає на стійкість держави та її здатність до опору. Особливо це стосується транспортної інфраструктури, яка забезпечує логістику.

Транспортна інфраструктура є вкрай уразливим об'єктом щодо обстрілів і терористичних акцій. Руйнування доріг і мостів ускладнює або робить неможливим рух транспорту, перевезення вантажів і пасажирів; це впливає на забезпечення продовольством, паливом та іншими необхідними ресурсами як для цивільного населення, так і для потреб оборони. Ускладнюється пересування військ, що може знизити оборонні можливості країни.

Безпілотні літальні апарати (БПЛА, або дрони) — новий і, як показав досвід України, вельми ефективний тип озброєнь на полі бою. Як зазначають дослідники (Туранський М. О., 2021), перші БПЛА у складі озброєння провідних країн почали офіційно застосовувати ще з 1980-х років; загалом бойовими дронами озброєно вже понад 30 країн світу. Бурхливий розвиток БПЛА спричинив появу численних різновидів — від розвідувальних апаратів до ударних “камікадзе”, які суттєво відрізняються за розмірами та призначенням.

БПЛА є одним із найперспективніших напрямів розвитку сучасної військової авіації. Уже сьогодні їхнє застосування змінило тактику ведення бойових дій; нерідко говорять, що сучасна війна частково перетворюється на “війну дронів”. Залежно від розмірів і максимальної злітної маси (за класифікацією А. А. Саковського, С. М. Науменка, 2022), безпілотники поділяють на: малі — зі злітною масою до 100 кг; середні — до 300 кг; важкі — до 1000 кг; надважкі — понад 1000 кг.

У статтях (Таран М. В., Шулежко В. В., 2021; Мосов С. П., 2018) висвітлено тенденції бойового застосування безпілотних авіаційних комплексів у локальних війнах та сучасних збройних конфліктах. У низці публікацій (Чумаченко С. М., Кутовий О. П., 2023; Коваль М. В., Коваль В. В., 2022; Білик А. С., Коцюруба В. І., 2023; Гаврись А. П., Філіппова В. В., Тур Н. Ю., 2024; Білик А., Кашуба Я., 2024) запропоновано технічні рішення для протидії БПЛА.

Зростаюче застосування безпілотників трансформує сучасні стратегії безпеки й оборони та спричинило розробку систем протидії — “C-UAS” (Counter-Unmanned Aircraft Systems). Ці технології призначені для виявлення, відстеження й нейтралізації

несанкціонованих або зловмисних безпілотників у безпосередній близькості від об'єктів критичної інфраструктури, місць масового скупчення людей або за участю високопосадовців. Системи протидії БПЛА — зокрема радіолокаційні комплекси, радіочастотні детектори, засоби заглушення (глушилки), методи захоплення апаратів, системи спрямованої енергії та аналітика протоколів зв'язку — пропонують різні механізми захисту від атак безпілотників.

Постановка проблеми

Об'єкти критичної інфраструктури стали пріоритетними цілями для атак ворога через їх стратегічне значення у забезпеченні військових операцій та підтримці національної економіки. Уразливість таких об'єктів зумовлює необхідність упровадження надійних і багаторівневих стратегій захисту, спрямованих на зменшення ризиків, пов'язаних із БПЛА. Забезпечення безпеки та безперебійного функціонування критичної інфраструктури значною мірою залежить від рівня захисту об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ).

Метою дослідження є аналіз сучасних підходів до організації пасивного захисту об'єктів критичної інфраструктури у сфері забезпечення логістики.

Результати дослідження

Однією з головних мішеней ворога під час повномасштабної війни є енергетична та транспортна інфраструктура. Лише протягом першого року війни внаслідок обстрілів Україна втратила близько 61% генеруючих потужностей.

Об'єкти транспортної інфраструктури також стали однією з ключових сфер, які зазнали найбільш інтенсивних атак з боку агресора після початку широкомасштабної війни проти України. Зокрема, у перші тижні війни російські війська здійснювали масовані обстріли об'єктів авіаційної інфраструктури, а згодом основними цілями атак стали об'єкти залізничної мережі. Найбільших руйнувань — як в абсолютному, так і у вартісному вимірі — зазнали об'єкти дорожньої інфраструктури (за даними звіту громадської організації “Інститут Київська школа економіки”).

Загалом пошкоджено понад 26 тис. км автомобільних доріг і 344 мости та мостові переходи державного, місцевого або комунального значення. Найбільших руйнувань зазнали транспортні шляхи північних, східних і південних регіонів України (рис. 1).

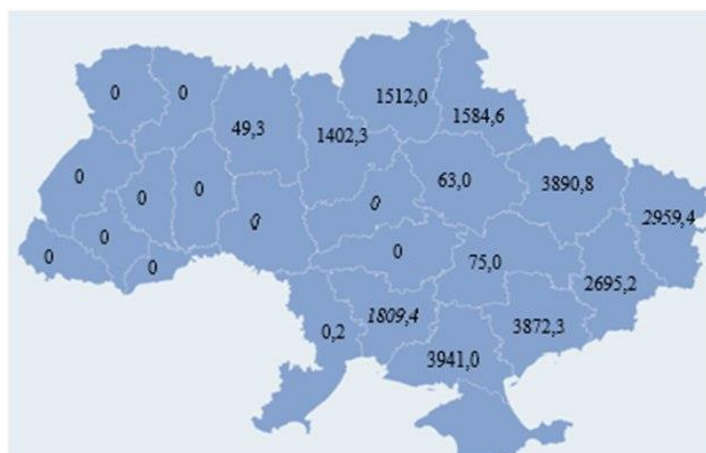


Рисунок 1 – Руйнування доріг (км) по областях
Джерело: сформовано авторами на основі (План відновлення України)

За попередніми оцінками (згідно зі звітом Київської школи економіки), загальний обсяг прямих збитків об'єктів транспортної інфраструктури в Україні становить близько 38,5 млрд

доларів США.

Триваюча війна в Україні характеризується інтенсивним застосуванням безпілотних літальних апаратів (БПЛА), відомих як дрони, обома сторонами конфлікту для ведення розвідки, здійснення цілеспрямованих атак і збору розвідувальної інформації. Масове використання дронів поширило спектр загроз на раніше відносно безпечні райони. Нафтобази, об'єкти енергетичної та транспортної інфраструктури стали пріоритетними цілями для таких атак через їх стратегічне значення у забезпеченні військових операцій та підтримці національної економіки.

Українська протиповітряна оборона — це система заходів, спрямованих на захист держави від усіх повітряних цілей, що порушують повітряний простір країни. Вона охоплює зенітно-ракетні комплекси, зенітно-артилерійські та радіотехнічні війська. Українська система ППО вже має на озброєнні одні з найсучасніших іноземних зенітних ракетних комплексів у світі — “IRIS-T”, “NASAMS”, “Crotale”, “Aspid”, “Avenger”, “Gepard”, “Patriot” та “SAMP/T”.

Проте, як зазначається у дослідженні (Чумаченко С. М., 2023), ефективна боротьба з малорозмірними БПЛА за допомогою сучасних зенітно-ракетних систем залишається надзвичайно складною.

За останні місяці противник суттєво збільшив кількість БПЛА, застосованих для атак по території України. Лише у вересні 2025 року було випущено понад 5500 БПЛА (рис. 2). А згідно із заявою Президента України, лише протягом одного тижня жовтня армія РФ застосувала проти України понад 3270 ударних дронів.

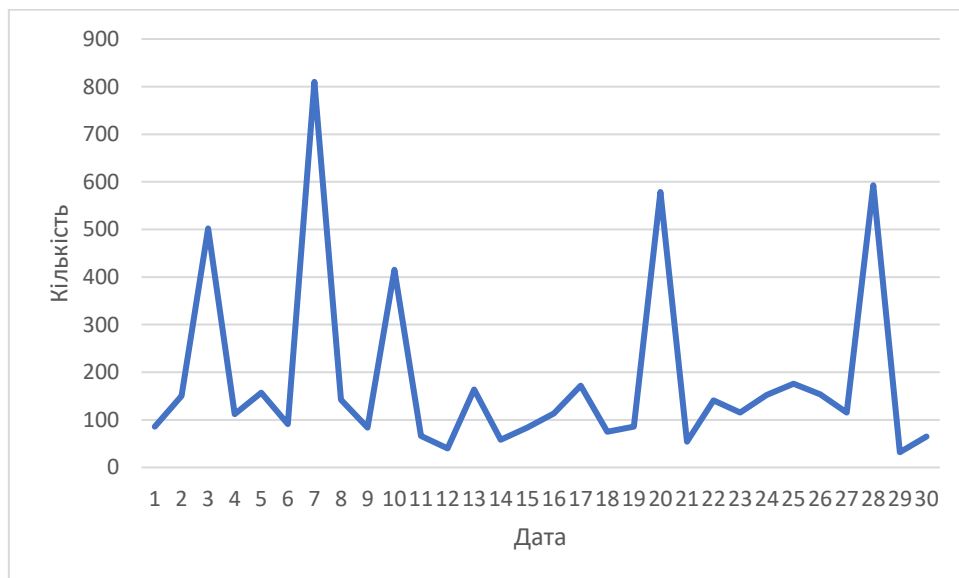


Рисунок 2 – Кількість ударів безпілотниками по території України у вересні 2025 р.

Джерело: сформовано авторами на основі <https://armyinform.com.ua>

Заходи протидії БПЛА поділяються на активний і пасивний захист. Системи активного захисту призначені для ураження безпілотних літальних апаратів шляхом їх прямого глушіння або знищення. Системи пасивного захисту реагують на загрози, створювані безпілотниками, шляхом виявлення та раннього попередження, а не прямої атаки. Такі системи включають радари, фотодетектори, акустичні датчики та обладнання для моніторингу сигналів.

Згідно з розробленим авторами (Коваль М. В., Коваль В. В., 2022; Білик А. С., Коцюрба В. І., 2023) принципом “Країна-фортеця”, запропоновано три типи інженерного захисту об'єктів та етапи їх поступової реалізації: спорудження тимчасових захисних споруд для первинного, часткового укриття елементів ОКІ (з габіонів, біг-бегів, мішків, залізобетонних

збірних елементів тощо); будівництво укриттів типу “шелтер” із зовнішнім захисним екраном, який витримує прямі влучання БПЛА, та внутрішньої захисної оболонки, що забезпечує захист від ударної хвилі й уламків; підземну урбанізацію ключових елементів ОКІ, яка має на меті захист від прямого влучання ракет і БПЛА противника. У частині інженерного захисту концепцією передбачено насамперед захист ОКІ. Концепція “Країна-фортеця” вже схвалена постановою Кабінету Міністрів України від 26 квітня 2024 року № 471.

Протидронові сітки, як форма пасивного захисту, набули популярності як потенційний контрзахід, особливо завдяки їх здатності фізично перешкоджати або захоплювати БПЛА, які наближаються, без використання електронних перешкод або кінетичного знищення. Їхня простота та потенційна ефективність роблять такі рішення привабливими в умовах обмежених ресурсів.

Протидронові сітки функціонують переважно шляхом фізичного перехоплення БПЛА у польоті, що призводить до їх заплутування в сітці, втрати керування та падіння або контрольованого спуску. Цей фізичний бар’єр безпосередньо перешкоджає руху апарата. Сітка може пошкодити пропелери БПЛА, унеможлививлюючи подальший політ. Заплутування пропелерів є поширеним механізмом нейтралізації. У деяких випадках зіткнення з сіткою може призвести до детонації корисного навантаження БПЛА на безпечній відстані від передбачуваної цілі, що зменшує силу ураження основного об’єкта.

Вибір матеріалу для протидронових сіток повинен поєднувати міцність і довговічність зі стійкістю до специфічних умов навколишнього середовища, включаючи вплив екстремальних погодних факторів.

Зростання використання FPV (First-Person View) дронів у війні проти України підкреслює необхідність того, щоб протидронові сітки були ефективними проти цих маневрових і часто дистанційно підривних апаратів. FPV-дрони набули широкого поширення завдяки своїй низькій вартості, маневреності та здатності доставляти невеликі корисні навантаження з високою точністю. Їхня швидкість і маневреність, у поєднанні з можливістю дистанційного підриву оператором, який має пряму відеотрансляцію, створюють значні проблеми для захисту об’єктів. Тому будь-яка стратегія захисту, включаючи використання сіток, повинна враховувати специфічні характеристики FPV-дронів, такі як їх розмір, швидкість і траєкторія польоту, для забезпечення ефективного перехоплення.

Україна почала розгортати протидронові сітчасті конструкції над ключовими дорогами для захисту військових конвоїв від атак FPV-дронів. Такі тунелі дозволяють безпечніше переміщувати особовий склад, спорядження та здійснювати евакуацію поранених. Події останніх місяців, коли ворог цілеспрямовано атакує цивільні автомобілі й людей на прифронтових територіях, прискорили рішення військових адміністрацій цих регіонів закривати сітками навіть другорядні дороги (рис. 3). Практика антидронного захисту вже виправдала себе на Херсонщині, де планується захистити сітками 264 км автомобільних шляхів. Успішна адаптація рішень, таких як “протидронові тунелі” для доріг, свідчить про їх практичну ефективність. Уряд України вже розпочав реалізацію програми з укриття основних транспортних артерій у прифронтових районах. Такі тунелі, виготовлені здебільшого з рибальських сіток, спрямовані на заплутування FPV-дронів. Система захисту зазвичай має тришарову структуру і складається з сіток із різним діаметром клітинок, що дозволяє ефективно протидіяти дронам різних типів. Простота конструкції, швидкість монтажу та ефективність роблять такі рішення оптимальними в умовах дефіциту ресурсів і високої динаміки бойових дій.



Рисунок 3 – Антидронові сітки у Херсонській та Донецькій областях.

Джерело: Кадри з відео Суспільне

Стационарні сітки після розгортання забезпечують безперервний захист і не потребують постійного моніторингу чи споживання електричної енергії. Це робить їх економічно ефективним довгостроковим рішенням. Матеріали для сіток та основних опорних конструкцій можуть бути менш витратними, ніж складні електронні або кінетичні системи протидії БПЛА, що особливо важливо при покритті великих площ. Сітки здатні захоплювати БПЛА цілими, що дозволяє зберігати їх для криміналістичного аналізу з метою ідентифікації походження, оператора та потенційного корисного навантаження; це може бути цінним для збору розвідувальних даних та судового переслідування.

Аналогічний підхід, із застосуванням міцніших матеріалів і конструкцій, може бути розроблений для захисту резервуарів або інших критичних зон на об'єкті. Великі відкриті резервуари, що містять легкозаймисті матеріали, є привабливими цілями для атак; успішний удар може спричинити пожежі й вибухи, завдаючи значних збитків і порушуючи роботу об'єкта. Критична інфраструктура, така як трубопроводи, насосні станції та системи управління, також уразлива до пошкоджень або порушень функціонування внаслідок ударів БПЛА. Пошкодження цих компонентів може призвести до зупинки виробничих процесів і суттєво вплинути на ланцюги постачання.

Захист резервуарів може здійснюватися шляхом зведення сітчастих конструкцій безпосередньо над або навколо окремих резервуарів для створення фізичного бар'єра проти прямих влучань. Це може включати конструкції типу "клітки", виготовлені з міцних металевих сіток або мережі тросів підвищеної міцності (рис. 4).



Рисунок 4 – Використання протидронових сіток на ОКІ

З відкритих джерел

На відміну від кінетичних методів знищення, сітки мінімізують ризик вибухів, осколкових уражень або пожеж, які можуть завдати додаткової шкоди об'єкту чи поранити персонал. Сітки не випромінюють жодних електромагнітних сигналів, тому не створюють перешкод для систем зв'язку, навігаційного обладнання чи іншої електронної інфраструктури.

Варто зазначити, що дуже малі та маневрені БПЛА, особливо FPV-дрони, можуть проникати крізь більші сітки або бути занадто швидкими для ефективного перехоплення розгорнутими сітчастими системами. Покриття великих площ ОКІ сітками для захисту від численних одночасних атак БПЛА може бути складним і дорогим із логістичної точки зору. Крім того, сітки можуть зазнавати пошкоджень унаслідок суворих погодних умов (зокрема сильного вітру, снігу, ожеледі) або ударів уламків.

Різні типи БПЛА мають різні характеристики та можливості. Малий комерційно доступний дрон має інші льотні параметри та уразливості, ніж більший ударний БПЛА або високошвидкісний FPV-дрон. Тому сітчасті рішення повинні бути ретельно підібрані й розгорнуті відповідно до типу передбачуваних загроз.

Поєднання протидронових сіток з іншими технологіями може зменшити частину їхніх недоліків. Наприклад, інтеграція з радарними або радіочастотними системами виявлення, які забезпечують раннє попередження про наближення дронів, здатна істотно підвищити ефективність розгорнутих сітчастих систем, надаючи персоналу служби безпеки більше часу для реагування й нейтралізації загрози.

Так само сітки можуть виступати базовим рівнем фізичного захисту від певних типів БПЛА, тоді як інші технології доповнюють їх, усуваючи додаткові уразливості. Багаторівневий підхід до безпеки, коли кілька контрзаходів функціонують узгоджено, забезпечує комплексний і стійкий захист від різних типів загроз БПЛА. Слабкі сторони однієї технології можуть бути компенсовані сильними сторонами іншої, формуючи більш ефективну загальну систему протидії безпілотним загрозам.

Висновки

Протидронові сітки пропонують цінний та відносно недорогий пасивний рівень захисту для українських доріг і ОКІ від атак БПЛА. Їхня здатність фізично захоплювати дрони без спричинення значних супутніх збитків або створення радіоперешкод робить їх важливою складовою ширшої стратегії безпеки.

Зважаючи на динамічний характер війни та швидку еволюцію технологій БПЛА, безперервний цикл оцінки загроз, оцінки технологій і адаптації стратегії захисту від БПЛА — включно зі стратегічним розгортанням та технічними характеристиками сіток — матиме вирішальне значення для підтримання ефективного довгострокового захисту критичної інфраструктури в Україні.

Необхідно розробити багаторівневу стратегію захисту, яка інтегрує протидронові сітки з системами виявлення БПЛА (зокрема радарями, РЧ-сканерами та акустичними датчиками) з метою забезпечення раннього попередження та відстеження. Слід впровадити надійну програму технічного обслуговування та періодичних оглядів усіх розгорнутих сітчастих систем для гарантування їхньої постійної ефективності та своєчасного усунення пошкоджень.

Потрібно постійно відстежувати еволюцію загроз БПЛА та відповідно адаптувати розгортання протидронових сіток і специфікацію матеріалів для протидії новим технологіям і тактикам застосування дронів.

Для розроблення та впровадження найефективніших стратегій захисту від БПЛА, включно з оптимальним використанням протидронових сіток, необхідна тісніша співпраця й обмін інформацією між українськими службами безпеки, операторами ОКІ та вітчизняними й міжнародними постачальниками технологій у сфері C-UAS. Така співпраця сприятиме обміну найкращими практиками, розвідувальними даними про загрози та технологічними інноваціями.

Обмін інформацією про успішні розгортання, нові загрози та технічні вдосконалення матиме ключове значення для подальшої оптимізації використання протидронових сіток та інших контрзаходів.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Білик А., Кашуба Я. (2024). Фактори загроз від БПЛА противника типу «Ланцет» та засоби інженерного захисту від них, у тому числі із використанням предетонаційних екранів. Військово-технічний збірник, (31), 71–82. URL: <http://vtz.asv.gov.ua/article/view/318722>
2. Білик А.С. Коцюруба В.І. (2023) Концепція національної безпеки України “Країна-фортеця” в ракурсі захисту критичної інфраструктури. IV Міжнародна науково-практична конференція «Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції», Київ, 16-17. URL: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/31/IV_2023_26.04.23.pdf
3. Гаврись А. П., Філіппова В. В., Тур Н. Ю. (2024). Інформаційний аналіз систем захисту об’єктів критичної інфраструктури в період дії воєнного стану. Вісник ЛДУБЖД, (30), 173-187. URL: <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/15330>
4. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України станом на листопад 2024 року. Громадська організація «Інститут Київська Школа Економіки». Лютий 2025. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/02/KSE_Damages_Report-November-2024-UA.pdf
5. Коваль М.В., Коваль В.В., Коцюруба В.І., Білик А.С. (2022) Організаційно-технічні засади побудови системи інженерного захисту об’єктів критичної інфраструктури енергетичної галузі України. Наука і оборона (3-4), 11-16. URL: <http://nio.nuou.org.ua/issue/view/278411>
6. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012 р. № 5403-VI. Дата оновлення: 12.09.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
7. Методика оцінки стану захищеності об’єктів критичної інфраструктури. Наказ Адміністрації Державної служби спеціального зв’язку та захисту інформації України від 14 січня 2025 року №17. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0376-25#Text>
8. Мосов С.П. (2018) Особливості застосування стратегічної безпілотної розвідувальної авіації у воєнних конфліктах XXI століття / С.П. Мосов, С.Й. Хорошилова // Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України ім. І. Черняхівського, (3 (64), 97-102. URL: <http://znp-cvsvd.nuou.org.ua/article/view/178003>
9. Національний план захисту та забезпечення безпеки та стійкості критичної інфраструктури. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2023 р. № 825-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/825-2023-p#Text>
10. Особливості застосування безпілотних літальних апаратів органами та підрозділами поліції: метод. рек. / А. А. Саковський, С. М. Науменко, С. І. Кравченко, І. М. Єфіменко та ін. Київ: Нац. акад. внутр. справ. 2022. 72 с. URL: https://www.navs.edu.ua/files/naukova-diyalnist/naukovi-laborator/lab_nni2/2023/metod_bpia.pdf
11. План відновлення України URL: <https://recovery.gov.ua/>
12. Порядок проведення моніторингу рівня безпеки об’єктів критичної інфраструктури. Постанова Кабінету Міністрів України від 22 липня 2022 р. № 821. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/821-2022-n#Text>

13. Постанова Кабінету Міністрів України від 26 квітня 2024 року № 471 (Для службового користування).
14. Про критичну інфраструктуру: Закон України від 16.11.2021 р. №1882-IX. Дата оновлення: 21.09.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>
15. Таран [М.В.](#), Шулежко В.В. (2021) Визначення способів протидії та зниження ефективності застосування безпілотних авіаційних комплексів із врахуванням аналізу локальних війн і збройних конфліктів сучасності. Збройна боротьба: теорія, забезпечення, досвід. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил, 1(67), 32-37. URL: <https://journal-hnups.com.ua/index.php/zhups/article/view/515>
16. Туранський М. О., Пулим О. В., Корольова О. В. (2021) Історія розвитку та застосування розвідувальних і розвідувально-ударних безпілотних комплексів у збройних конфліктах сучасності. Військово-науковий вісник, (35), 252-267. URL: <http://vnn.asv.gov.ua/issue/view/14285>
17. Чумаченко С.М., Кутувий О.П., Попель В.А., Гуйда О.Г., Заїка Н.В., Мурасов Р.К. (2023) Науково-методичний підхід щодо безпеки інфраструктури на основі комплексу засобів захисту її об'єктів від БПЛА і крилатих ракет. Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, Том 34 (73 (1), 144-154.

References

1. Bilyk A., Kashuba Y. (2024). Threat factors from enemy UAVs of the “Lancet” type and means of engineering protection against them, including the use of pre-detonation screens. *Military-Technical Collection*, (31), 71–82. <http://vtz.asv.gov.ua/article/view/318722>
2. Bilyk A.S. Kotsiuruba V.I. (2023) The Concept of National Security of Ukraine “Fortress Country” from the Perspective of Critical Infrastructure Protection. IV International Scientific and Practical Conference “Buildings and Structures for Special Purposes: Modern Materials and Structures”, Kyiv, 16-17. https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/31/IV_2023_26.04.23.pdf
3. Gavrys, A.P., Filippova, V. V., Tur, N. Yu. (2024). Information analysis of critical infrastructure protection systems during martial law. *Bulletin of the Ukrainian State University of Railways*, (30), 173-187. <https://sci.ldubgd.edu.ua/jspui/handle/123456789/15330>
4. Report on direct damage to infrastructure from destruction as a result of russia’s military aggression against Ukraine as of November 2024. Public organization “Institute Kyiv School of Economics”. February 2025. https://kse.ua/wp-content/uploads/2025/02/KSE_Damages_Report-November-2024-UA.pdf
5. Koval M.V., Koval V.V., Kotsiuruba V.I., Bilyk A.S. (2022). Organizational and technical principles of building a system of engineering protection of critical infrastructure facilities of the energy sector of Ukraine. *Science and Defense* (3-4), 11-16. <http://nio.nuou.org.ua/issue/view/278411>
6. Law of Ukraine “Code of Civil Protection of Ukraine” from October 02, 2012, No 5403-VI. (n.d.). zakon.rada.gov. ua. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
7. Methodology for assessing the security status of critical infrastructure facilities. Order of the Administration of the State Service for Special Communications and Information Protection of Ukraine dated January 14, 2025 No. 17. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0376-25#Text>
8. Mosov S.P. (2018). Peculiarities of the use of strategic unmanned reconnaissance aircraft in military conflicts of the 21st century / S.P. Mosov, S.Yu. Khoroshilova // Collection of scientific papers of the Center for Military-Strategic Research of the National Defense University of Ukraine named after I. Chernyakhovsky, 3 (64), 97-102. <http://znp-cvsd.nuou.org.ua/article/view/178003>

9. National Plan for the Protection and Ensuring the Security and Resilience of Critical Infrastructure. Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine from September 19, 2023 No. 825-r. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/825-2023-p#Text>
10. Peculiarities of the use of unmanned aerial vehicles by police agencies and units: methodical recommendations / A. A. Sakovsky, S. M. Naumenko, S. I. Kravchenko, I. M. Yefimenko and others. Kyiv: National Academy of Internal Affairs. 2022. 72 p.
11. Ukraine recovery plan. <https://recovery.gov.ua/>
12. Procedure for monitoring the security level of critical infrastructure facilities. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 22, 2022 No. 821. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/821-2022-n#Text>
13. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 26, 2024 No. 471 (For official use).
14. Law of Ukraine “About critical infrastructure” from September 21, 2024, No 1882-IX. (n.d.). zakon.rada.gov. ua. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text>
15. Taran M.V., Shulezhko V.V. (2021). Determining ways to counteract and reduce the effectiveness of the use of unmanned aircraft systems taking into account the analysis of local wars and armed conflicts of today. Armed struggle: theory, support, experience. *Collection of scientific works of the Kharkiv National University of the Air Force*, 1(67), 32-37. <https://journal-hnups.com.ua/index.php/zhups/article/view/515>
16. Turanskyi M. O., Pulym O. V., & Koroleva O. V. (2021). History of the development and application of reconnaissance and reconnaissance-strike unmanned systems in modern armed conflicts. *Military-scientific bulletin*. (35), 252-267. <http://vnm.asv.gov.ua/issue/view/14285>
17. Chumachenko S.M., Kutovyi O.P., Popel V.A., Huyda O.G., Zaika N.V., & Murasov R.K. (2023). Scientific and methodological approach to infrastructure security based on a complex of means of protecting its objects from UAVs and cruise missiles. *Scientific notes of the V.I. Vernadsky TNU. Series: Technical Sciences*, Volume 34 (73 (1), 144-154.