

УДК 623.1:351.746.1:004

DOI: 10.30838/UJCEA.2312.270425.138.1184

ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ КОРДОНУ І ЛІНІЙ РОЗМЕЖУВАННЯ УКРАЇНИ З РОСІЄЮ

САВИЦЬКИЙ М. В.^{1*}, *докт. техн. наук, проф.*,

РАДКЕВИЧ А. В.², *докт. техн. наук, проф.*,

БЕВЗ М. В.³, *докт. арх., проф.*,

БОРДУН М. В.^{4*}, *докт. філос., доц.*

САВИЦЬКИЙ О. М.⁵, *канд. техн. наук,*

ІВАНЧЕНКО В. І.⁶, *інж., офіцер*

^{1*} Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Український державний університет науки і технологій, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: ms@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-3325-4675

² Кафедра будівельного виробництва та геодезії, ННІ «Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, e-mail: a.v.radkevich@ust.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-6325-8517

³ Кафедра реставрації пам'яток, Люблінська політехніка, вул. Надбистшицька 40, 20-618, Люблін, Польща; Кафедра архітектури та реставрації, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, 79000, Львів, Україна, e-mail: bevmist@polynet.lviv.ua, ORCID ID: 0000-0003-1513-7045

^{4*} Кафедра залізобетонних і кам'яних конструкцій, ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», Український державний університет науки і технологій, вул. Архітектора Олега Петрова, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, e-mail: bordun.maryna@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-8539-2423

⁵ Кафедра будівельного виробництва та геодезії, ННІ «Дніпровський інститут інфраструктури і транспорту», Український державний університет науки і технологій, вул. Лазаряна, 2, 49010, Дніпро, Україна, e-mail: san.stroitel@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-7032-295X

⁶ Відділ досліджень проблем у сфері технічного прикриття ЄТСУ та КІ, Центр досліджень, Державна спеціальна служба транспорту, Дніпро, Україна, e-mail: konoplpeople@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-2913-4965

Анотація. Постановка проблеми. Держкордон з Росією має протяжність 2 295 км при загальній протяжності українського кордону майже 6 993 км, включаючи 1 355 км морської ділянки. Розвиток системи охорони та захисту державного кордону, як складової частини національної системи безпеки, зумовлений різноплановими загрозами, що виникають у прикордонному просторі. Основні виклики спричинені війною росії проти України, яка призвела до тимчасової окупації частини територій, активних бойових дій, терористичних атак, а також зростання рівня контрабанди зброї, боєприпасів та інших засобів ведення війни. Сьогодні забезпечення належного рівня безпеки та захисту кордонів вимагає вдосконалення інженерно-технічної інфраструктури вздовж державного кордону України та ліній розмежування, що утворилися внаслідок окупації частин країни. **Мета статті** – аналіз історичного досвіду облаштування захисту кордонів української держави, сучасного вітчизняного і міжнародного досвіду інженерно-технічного облаштування кордонів, розробка концепції майбутнього повоєнного облаштування українського кордону та лінії розмежування. **Висновок.** Війна росії проти України, яка розпочалася в 2014 році з окупації Криму, Донецької і Луганської областей обумовила необхідність інженерно-технічного облаштування кордонів України з нових позицій. Зважаючи на те, що в Україна межує з агресивним сусідом – Росією, а також її сателітом – Білоруссю, військова загроза вторгнення залишиться і в повоєнний час. Україна в результаті досвіду повномасштабної війни потребує комплексного, багаторівневого захисту кордонів і ліній розмежування, який поєднує: фізичні бар'єри (загородження, мінні поля); цифрові технології (радары, тепловізійні камери, розумні сенсори, дрони, кіберзахист); активну оборону (протиракетні системи, «стіна дронів»). Український кордон має бути: гібридним, поєднуючи фізичні бар'єри і цифрові технології, що попереджають загрози; глибоким – з трьома лініями оборони (передова, резерв, тил); мобільним за рахунок застосування дронів і ракет. Саме за такою концепцією має розвиватись інженерно-технічне облаштування кордонів і ліній розмежування України з Росією.

Ключові слова: держкордон; лінії розмежування; девелопмент; інженерно-технічне облаштування; фізичні бар'єри; цифрові технології; глибина оборони

ENGINEERING AND TECHNICAL EQUIPMENT OF THE BORDER AND DEMARCATION LINES BETWEEN UKRAINE AND RUSSIA

SAVYTSKYI M.V.^{1*}, Dr. Sc. (Tech.), Prof.,
RADKEVYCH A.V.², Dr. Sc. (Tech.), Prof.,
BEVZ M.V.³, Dr. Arch., Prof.,
BORDUN M.V.^{4*}, PhD, Assoc. Prof.,
SAVYTSKYI O.M.⁵, Cand. Sc. (Tech.),
IVANCHENKO V.I.⁶, Eng., Officer

^{1*} Department of Reinforced-Concrete and Masonry Structures, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Ukrainian State University of Science and Technologies, 24-a Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: ms@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-3325-4675

² Department of Construction Production and Geodesy, ESI "Dnipro Institute of Infrastructure and Transport", Ukrainian State University of Science and Technologies, 2, Lazariana St., Dnipro, 49010, Ukraine, e-mail: a.v.radkevich@ust.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-6325-8517

³ Department of Conservation of Monuments, Lublin University of Technology, 40, Nadbystrzycka St., Lublin, 20-618, Poland; Department of Architecture and Conservation, Lviv Polytechnic National University, 12, Bandery St., Lviv, 79000, Ukraine, e-mail: bevzmist@polynet.lviv.ua, ORCID ID: 0000-0003-1513-7045

^{4*} Department of Reinforced-Concrete and Masonry Structures, ESI "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", Ukrainian State University of Science and Technologies, 24-a, Architect Oleh Petrov St., Dnipro, 49005, Ukraine, e-mail: bordun.maryna@pdaba.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-8539-2423

⁵ Department of Construction Production and Geodesy, ESI "Dnipro Institute of Infrastructure and Transport", Ukrainian State University of Science and Technologies, 2, Lazariana St., Dnipro, 49010, Ukraine, e-mail: san.stroitel@p@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-7032-295X

⁶ Research Department of Technical Cover Issues in ETCU and CI, Research Center, State Special Transport Service, Dnipro, Ukraine, e-mail: konoplpeople@gmail.com, ORCID ID: 0009-0008-2913-4965

Abstract. Problem Statement. The state border with Russia spans 2,295 km out of Ukraine's total border length of nearly 6,993 km, which includes 1,355 km of maritime boundaries. The development of the State Border Guard and Protection System as a Component of National Security is driven by diverse threats emerging in the border area. The main challenges were caused by Russia's war against Ukraine, which has led to the temporary occupation of parts of Ukraine's territory, active hostilities, terrorist attacks, and an increase in the smuggling of weapons, ammunition, and other means of warfare. Today, ensuring an adequate level of border security and protection requires the enhancement of engineering and technical infrastructure along Ukraine's state border and the demarcation lines resulting from occupying parts of the country. **The purpose of the article** is to analyze the historical experience of organizing the protection of Ukraine's state borders, modern domestic and international practices of border engineering and technical arrangements, and to develop a concept for the future post-war design of Ukraine's border and demarcation line. **Conclusion.** Russia's war against Ukraine, launched in 2014 with the occupation of Crimea, Donetsk, and Luhansk regions, has necessitated a fundamental rethinking of Ukraine's engineering and technical border arrangements. Given that Ukraine borders an aggressive neighbor, Russia, and its satellite state, Belarus, the military threat of invasion will remain into the post-war period. Drawing on lessons from full-scale warfare, Ukraine now requires a comprehensive, multi-layered defense system for its borders and demarcation lines, integrating: physical barriers (fortifications, minefields), digital technologies (radars, thermal cameras, smart sensors, drones, cyber defenses), and active deterrence (missile defense systems, "drone walls"). This concept should be used to develop the engineering and technical arrangement of the border and demarcation line between Ukraine and Russia.

Keywords: state border; demarcation line; development; engineering and technical infrastructure; physical barriers; digital technologies; defense-in-depth

Постановка проблеми. Держкордон з Росією має протяжність 2 295 км при загальній протяжності українського кордону майже 6 993 км, включаючи 1 355 км морської ділянки. Розвиток системи охорони та захисту державного кордону, як складової частини національної системи безпеки, зумовлений різноплановими

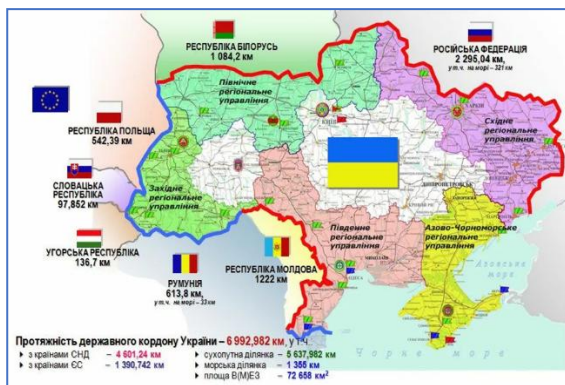
загрозами, що виникають у прикордонному просторі. Основні виклики спричинені війною росії проти України, яка призвела до тимчасової окупації частини територій, активних бойових дій, терористичних атак, а також зростання рівня контрабанди зброї, боєприпасів та інших засобів ведення війни. Сьогодні забезпечення належного рівня

безпеки та захисту кордонів вимагає вдосконалення інженерно-технічної інфраструктури вздовж державного кордону України та ліній розмежування, що утворилися внаслідок окупації частин країни (рис. 1).

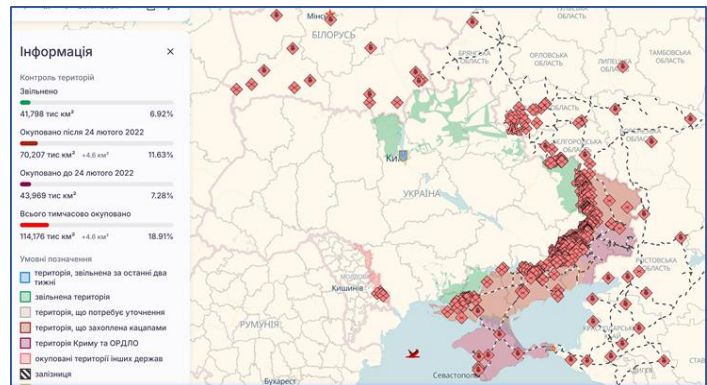
Питання будівництва, облаштування та утримання інженерно-технічних і фортифікаційних споруд, огорож, прикордонних знаків, прикордонних просік, комунікацій регулюються Законом України [1], а також Розпорядженням Кабміну України [2]. Оскільки ці норми були прийняті в 2019 році до повномасштабної війни, то їх положення дещо застаріли і потребують оновлення.

З метою розробки концепції облаштування кордонів України і ліній розмежування в умовах війни і повоєнного періоду корисно звернутися до минулого і сучасного вітчизняного і закордонного досвіду створення засобів оборони на потенційно небезпечних напрямках.

А досвід, набутий Україною у війні з Росією, зумовлює формування унікального підходу до створення фортифікаційних оборонних ліній, перетворивши країну на своєрідну лабораторію сучасної фортифікації, що вже змінює військову науку всього світу.



а



б

Рис. 1. Кордони і лінії розмежування України: а – до війни; б – станом на 29.07.2025 [49]

Мета статті. Провести аналіз історичного досвіду облаштування захисту кордонів української держави, сучасного вітчизняного і міжнародного досвіду інженерно-технічного облаштування кордонів і на їх основі розробити концепцію майбутнього повоєнного облаштування українського кордону та лінії розмежування.

Результати досліджень.

Історія облаштування захисту кордонів України. Захист кордонів України має давню історію. Формування перших оборонних споруд на території сучасної України розпочалося ще до початку першого тисячоліття нашої ери. У прибережних регіонах Чорного моря грецькі колоністи споруджували укріплені міста, оточені масивними стінами. Згодом ці території були укріплені римськими фортифікаційними об'єктами. Мистецтво

захисту поселень також освоїли давні слов'яни й осілі скіфські племена, які споруджували навколо своїх поселень прості, але необхідні для тогочасної безпеки укріплення. [3].

В кінці IX–X ст. на східноєвропейському просторі сформувалась Київська Русь. Для періоду X–XIII ст. для Русі характерною є постійна боротьба за збереження і захист своєї територіальної цілісності від зовнішніх загроз. Основне суперництво зі степовими народами зосереджувалося на взаєминах з печенігами, торками та половцями, які активно діяли на території східноєвропейських степів. Масштабна посуха, що охопила азійську степову зону і перетворила її на пустелю, змусила кочові племена просуватись у західному напрямку в пошуках нових пасовищ [4].

В середині IX ст. печеніги, які входили до складу племінного об'єднання тюрко-огузів, були витіснені гузами із заволзьких степів, і розпочали експансію в руські землі.

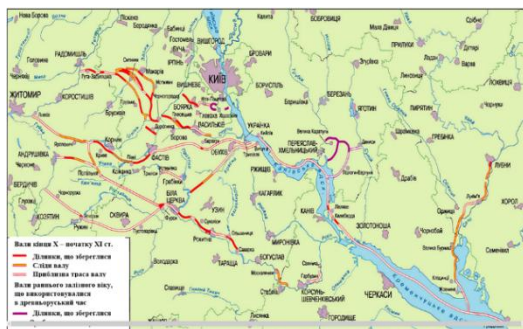
У відповідь на зростаючу загрозу постійних нападів печенізьких орд князь Володимир здійснив низку стратегічних кроків із посилення обороноздатності держави. Насамперед було укріплено Київ – столицю Давньої Русі, навколо якого створено оборонне кільце нових міст-фортець.

Крім того, у південному напрямку, звідки надходили основні загрози, формувалася система різноманітних оборонних споруд, відома як Змієві вали – одна з наймасштабніших військово-інженерних конструкцій середньовічної Європи (рис. 2). Згідно з дослідженнями, будівництво валів розпочалося приблизно в середині X ст., основна частина робіт по улаштуванню останніх була виконана в часи правління князя Володимира, хоча на окремих ділянках роботи тривали і надалі.

Змієві вали, які перетинали середньодніпровський регіон, як у поздовжньому, так і в поперечному

напрямах, утворювали три оборонні рубежі на підступах до Києва загальною довжиною близько 500 км. Їх зовнішня лінія в основному збігалася з тодішньою природною межею між лісовою та степовою зонами. Конструктивно вали вирізнялися високою міцністю та довговічністю: утрамбований земляний насип укріплювався ззовні горизонтальними рядами колод, встановленими на хрестоподібних опорах, а зсередини – дерев'яними клітками, що забезпечували додаткову стійкість конструкції. [40].

Крім того, у південному та південно-східному степовому напрямках від Києва функціонували стаціонарні сторожові пости, укомплектовані загонами київських дружинників. Таким чином, необхідність протидії постійній загрозі з боку степових кочовиків стимулювала державну владу до створення системи укріплених рубежів, які розгортались поетапно, з урахуванням природно-географічних особливостей території. Найважливішими серед них були Пороська, Посульська та Подніпровська укріплені лінії.



а



б



в



г

Рис. 2. Змієві вали Середньої Наддніпряниці: а – розташування [50]; б – реконструкція [40]; в) – сучасний вигляд в околицях Переяслава [50]; г – сучасний вигляд - Змієві вали біля села Іванковичі на Київщині [40]

Формування порубіжних оборонних ліній у Давній Русі здійснювалося як планомірний, послідовний і системний процес, започаткований київськими князями Володимиром Великим, Ярославом Мудрим і продовжений їхніми наступниками. Такий підхід відображав стратегічно виважену політику руської державної влади в галузі оборони.

Фортифікаційні споруди зводилися переважно вздовж берегів річок, що дозволяло максимально ефективно використовувати природні бар'єри як елементи оборонної системи. Первинно оборонні лінії проходили вздовж річки Стугна, а з просуванням кордону Русі на південь – по річках Рось, Дніпро, а також Сула на Лівобережжі.

Південні оборонні укріплення Київської Русі вирізнялися «ешелонованою» структурою: вище основних річкових рубежів існувала система другорядних фортець на притоках Дніпра, Росі та інших річок, що формували так званий «другий ешелон» оборони.

Упродовж XV–XVI століть в Україні сформувалася нова соціальна верства — козацтво, яке згодом перетворилося на провідну силу суспільно-політичного розвитку України. Рушійною силою цього процесу став ряд об'єктивних чинників: посилення феодалного тиску на селянство, освоєння нових малозаселених земель і необхідність їх захисту від регулярних нападів з боку турецько-татарських сил.

Українське козацтво формувалося як окремий соціальний стан переважно на прикордонних землях. Масовий відтік населення з центральних регіонів до південних порубіжних степів – зокрема на Брацлавщину, Уманщину, Канівщину та Черкащину – сприяв заселенню і освоєнню цих територій. Південна Україна, яка на той час виконувала функцію буферної зони між Кримським ханством та польсько-литовськими володіннями, стала осередком формування козацтва [5].

Відсутність централізованого державного захисту на цих землях

змушувала переселенців самостійно організовувати оборону, що, у свою чергу, сприяло мілітаризації місцевого населення і становленню козацьких структур.

Історичні джерела засвідчують, що однією з ключових функцій діяльності запорозького козацтва була охорона прикордонних територій [6]. Саме запорізьке козацтво становило ядро збройних формувань українських військово-політичних утворень XVII–XVIII століть, які протягом усього періоду свого існування перебували на перетині військово-політичних інтересів держав Південно-Східної Європи і виконували функцію охорони південного оборонного рубежу в межах різних державних формацій. Усвідомивши потенціал українського козацтва як важливого військового ресурсу, уряди держав почали активно залучати його до охорони кордонів уже на початку XVI століття.

У 1572 році польський король Сигізмунд II Август видав універсал про формування з-поміж запорожців загону чисельністю 300 осіб, який офіційно залучався до державної військової служби. Цей акт започаткував інституційну форму організації – реєстрове козацьке військо, одним із головних завдань якого була охорона державних кордонів. Саме тому цей крок можна розглядати як початок формування офіційної прикордонної служби на основі козацьких структур.

Українські козаки відіграли значну роль у захисті південних кордонів Литви та Польщі, а згодом – ще активніше – у прикордонній політиці Московського царства. Перші згадки про організовану прикордонну службу в Московії датуються 1512 роком, коли князь Василь III створив систему прикордонних застав і станиць. До складу цієї мережі входили сторожі та кінні дозори, які виконували функції розвідки, спостереження і охорони підступів до державної території.

Формування централізованої системи сторожової служби на південних рубежах Московської держави розпочалося лише в

1520-х роках, після трагічних подій 1521 року, коли кримський хан Мухаммед-Гірей організував масштабний напад на Московщину. Через відсутність належного попередження з боку прикордонної служби, напад виявився несподіваним: значні території зазнали спустошення, тисячі мешканців були захоплені в полон. У відповідь на ці події по всій лінії степового кордону було створено систему оборони, яка включала сторожі, станиці та застави з метою раннього виявлення та попередження нападів.

Оскільки власних кадрових та військових ресурсів не вистачало Московська влада активно залучала українське козацтво до прикордонної служби. Вже наприкінці XVI століття значна частина прикордонних застав Московії була укомплектована переважно українцями. У XVII столітті українське козацтво масово використовується для охорони південних кордонів як досвідчена, добре підготовлена військова сила, що мала значний бойовий досвід у прикордонних умовах.

Починаючи з другої половини XVII століття, відповідальність за безпеку південного прикордоння Московського царства поступово переходить до українських військово-державних утворень: Української козацької держави, Гетьманщини, Запорожжя та Слобожанщини. Після укладення Березневих статей 1654 року гетьман Богдан Хмельницький, вступаючи в союз із Московським царством, фактично прийняв на себе зобов'язання із забезпечення оборони південного кордону Московського царства.

Однак, у період існування Нової Січі характер відносин між запорожцями та Московською державою суттєво змінюється. Території, заселені козаками, розташовувалися перед так званою Українською лінією – важливим оборонним рубежем Російської імперії. Відповідно до нових геополітичних умов запорозьке козацтво створює власну прикордонну службу. З метою контролю та охорони

кордонів Вольностей Війська Запорозького, вздовж рубежів виставляються застави (бекети), що виконували функцію постійної охорони.

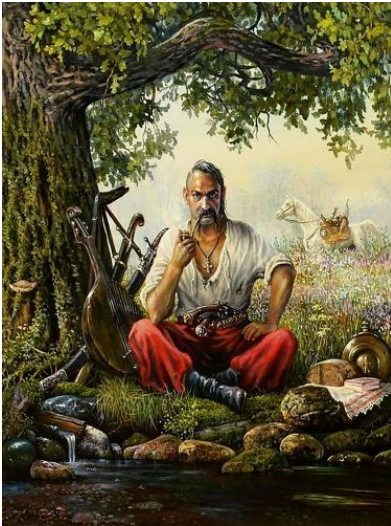
Особливе значення мала оборонна інфраструктура, розташована вздовж лівого берега Дніпра – від гирла річки Орель до гирла річки Кінські Води. Тут, на відстані 10–30 верст одна від одної, залежно від рельєфу місцевості, будувалися фортифіковані пункти – радуги (форпости), які забезпечували оборону, зв'язок та швидке реагування на загрози. При кожній радугі утримувалася застава з 50 козаків та стайня для забезпечення мобільності.

Козацька прикордонна система вирізнялася високою ефективністю, особливо в аспекті раннього виявлення небезпеки. Її ключовими елементами були спостережно-сигнальні споруди – вежі, могили, спеціальні сигнальні точки (так звані фігури або хвигури) (рис. 3) [8]. Останні являли собою конструкції з 19 просмолених бочок, що використовувалися для передачі сигналів тривоги. У випадку ворожого наближення сигнальні вежі спалахували, миттєво передаючи інформацію козацьким гарнізонам та місцевому населенню, що дозволяло організувати оборону та уникнути раптових нападів.

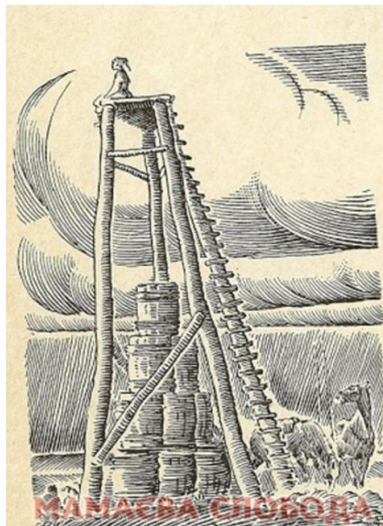
Упродовж XVII століття мешканці Правобережної України, рятуючись від соціально-економічної експлуатації, воєнних дій і наслідків Руїни, масово переселялися на незаселені великоросійські території, аж до Дону. На цих землях виникла значна кількість нових поселень — міст і слобід, які в другій половині століття стали основою для формування п'яти Слобідських козацьких полків: Харківського, Охтирського, Сумського, Острогозького та Ізюмського. Основною метою заснування цих військово-адміністративних одиниць було забезпечення оборони кордонів від можливих нападів з боку кочовиків-степовиків, а також запобігання їх проникненню до московських земель. Захист забезпечували переважно міста-

фортеці, які в XVII–XVIII століттях існували майже у всіх полкових і сотенних центрах, а також у слободах і навіть деяких приватних маєтках. У цих фортецях розміщувалися вартові підрозділи – станичники, дозорні, охоронці воріт, валів, острожок і переправ. Із південних міст полків вирушали кінні роз'їзди для спостереження за пересуванням татарських

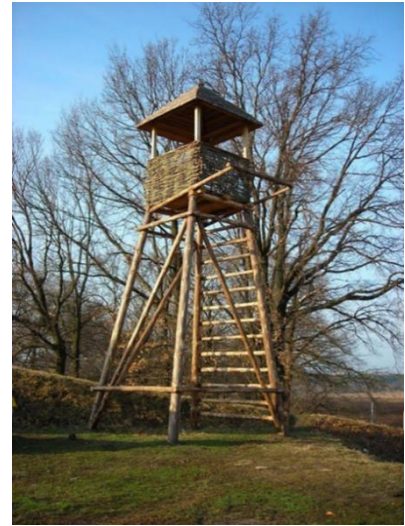
загонів у степах. Для них споруджувалися острожки з оборонними вежами-калавурнями, що слугували як тимчасові укріплення і притулки. Біля них зводили маяки – дерев'яні сигнальні піраміди, які виконували функції спостереження та оперативного попередження населення про загрози за допомогою димових сигналів.



а



б



в

Рис. 3. «Хвігури» і вежі: а – козак – характерник, б – «хвігура», в – вежа [8; 9]

Заселення територій Слобожанщини козаками (крім Сумського полку) здійснювалося на передовій лінії Білгородського оборонного укріплення. Перші його елементи з'явилися ще у 1587 році, а в 1658 році було здійснено перенесення адміністративного центру до Білгорода, де утворився прикордонний військовий округ – Білгородський розряд [7]. У 1678 році було розпочато спорудження Нової оборонної лінії (Ізюмської або Цареборисівської), що тяглася приблизно на 200 верст уздовж Сіверського Дінця та річки Мжа до Коломака. Проте вже з 1680-х років перед цією лінією почали виникати нові поселення, внаслідок чого вона втратила статус передового оборонного рубежу. Відтак у 1731–1735 роках було збудовано нову – Українську лінію. Вона простягалася на близько 300 км і проходила від Дніпра вздовж річки Орелі, її притоки Берестової,

далі через Береку до Сіверського Дінця (рис. 4) [41; 42].

До кінця 1730-х років у межах лінії було зведено 409 редутів і 16 фортець. Окрім основних укріплень, у ряді міст додатково споруджувалися оборонні вали. Вартову службу вздовж ліній здійснювали переважно українські козаки. Захист кордонів, комунікацію між підрозділами забезпечували роз'їзди, а для спостереження за степами висилилися спеціальні дозорні загони.

На початку XVIII століття на базі слобідських козацьких полків Петро I започаткував нову прикордонну структуру – Українську ландміліцію. Поразка Росії у війні з Османською імперією (1710–1713) перекреслила її здобутки у Приазов'ї наприкінці XVII ст. і відсунула південний кордон на північ – у район між річками Оріллю та Самарою [43].

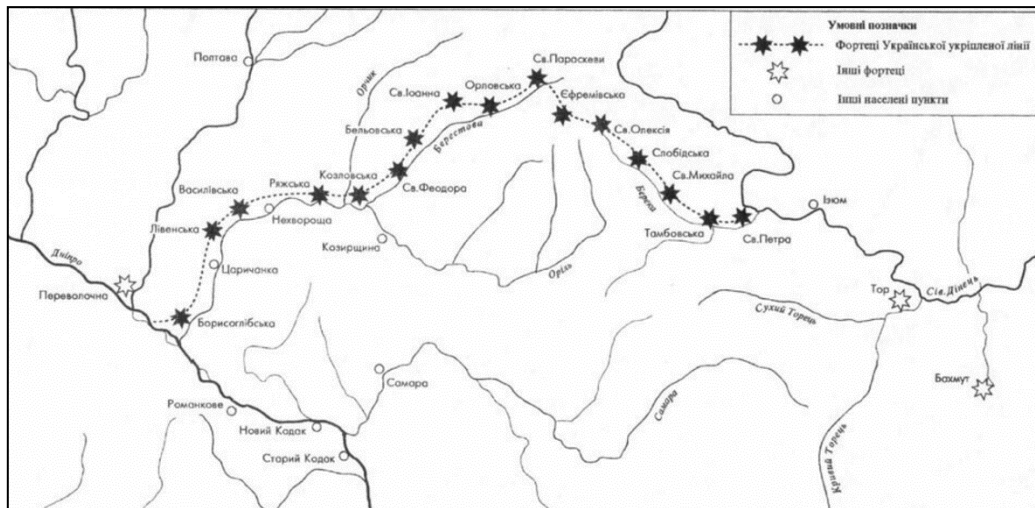


Рис. 3. Українська укріплена лінія [51]

Для захисту нових рубежів від кримських татар і їхніх союзників, у 1713 р. було створено Українську ландміліцію як систему військових поселень, призначених для прикордонної служби. Ландміліція виконувала завдання охорони південного кордону, стримування татарських набігів і швидкого реагування на загрози. В її складі було організовано п'ять полків: Сумський, Ізюмський, Охтирський, Острогозький і Харківський. Ця структура стала важливим елементом оборонної системи Російської імперії на території Слобожанщини [43].

Щовесні підрозділи ландміліції висувалися до кордону та дислокувалися у фортецях і форпостах прикордонних (засічних) ліній.

Значну реформу прикордонної охорони здійснив генерал-фельдмаршал П. О. Румянцев, який із 1764 року обіймав посаду генерал-губернатора Малоросії. Він значно посилив оборону південних кордонів, залишивши мінімальну кількість прикордонних військ безпосередньо на ключових пунктах лінії, водночас сформувавши три мобільні загони, розміщені в глибині, за центральною частиною та флангами Української лінії. Ці загони підтримували оперативний зв'язок із гарнізонами завдяки летючій пошті. У разі прориву супротивника в проміжках між укріпленнями, мобільні сили оперативно

здійснювали охоплення та знищення противника.

Зі зниженням рівня зовнішньої загрози прикордонна структура втратила свою актуальність, і в 1775 році Українська ландміліція була ліквідована. Упродовж усієї своєї історії українське козацтво виконувало функції прикордонної охорони, адаптуючи засоби і форми організації до умов часу. Це сприяло підвищенню мобільності та боєздатності, забезпечуючи ефективний захист державного кордону.

У міжвоєнний період, між двома світовими війнами, у межах західних і південно-західних кордонів СРСР було споруджено систему укріплень, яка будувалась у три етапи: перший (1929–1936 рр.), другий (1938–1939 рр.) і третій (1940–1941 рр.). Укріплені райони перших двох етапів утворили так звану «лінію Сталіна» (рис. 5), а третій етап пов'язаний із формуванням «лінії Молотова» [10].

Після завершення Першої світової та Громадянської воєн стратегічна конфігурація західного кордону СРСР значно погіршилася порівняно з оборонною системою, що існувала на західних рубежах Російської імперії. Територіальні зміни внаслідок утворення нових союзних республік спричинили втрату багатьох фортець та елементів військової інфраструктури, що опинилися за межами СРСР – у складі сусідніх держав.



а



б

Рис. 5. Лінія Сталіна : а – на карті; б – артилерійський капонір [52]

У зв'язку з цим виникла нагальна потреба у спорудженні нових укріплень уздовж кордону, здатних забезпечити реалізацію первинних оборонних завдань у разі збройного конфлікту, а також зміцнити загальний оборонний потенціал збройних сил. У цей період розпочинаються активні теоретичні напрацювання щодо створення укріплених смуг, укріплених районів і довготривалих фортифікаційних споруд (ДФС).

Укріплена смуга – це комплексна система укріплених районів, оборонних позицій, вузлів опору та опорних пунктів, оснащених довготривалими фортифікаційними спорудами і загородами, що формувалася вздовж державного кордону з метою прикриття стратегічно важливих напрямків [11].

Укріплений район (УР) – це ділянка місцевості (рубіж або смуга), спеціально обладнана для довготривалої оборони. Вона включала систему довготривалих і польових вогневих точок, інженерних загороджень та інших фортифікаційних елементів, що використовувались спеціально призначеними військовими підрозділами самостійно або у взаємодії з польовими військами. УР створювались для захисту ділянок державного кордону, стратегічно

важливих напрямків, об'єктів промислових або політичних центрів [12].

Залежно від функціонального призначення, фортифікаційні споруди поділяються на довготривалі – зведені завчасно для захисту ключових пунктів та напрямків, і польові – тимчасові оборонні укріплення, що споруджуються безпосередньо перед або під час бойових дій.

У період 1928–1939 рр. перший етап інженерного облаштування кордонів СРСР передбачав будівництво укріплених районів (УР) насамперед на західних рубежах із Фінляндією, Естонією, Латвією, Польщею, Румунією, а також на Далекому Сході. УР мали вигляд заздалегідь підготовлених оборонних ділянок протяжністю 80–120 км по фронту та глибиною 1–3, 2–4 км. Їх структура включала батальйонні опорні пункти, розташовані на відстані 5–8 км один від одного.

Основу інженерного обладнання становили довготривалі деревоземляні вогневі споруди (ДЗВС), які зводилися на відстані 10–15 км від лінії державного кордону. Крім того, споруджувалися поодинокі залізобетонні кулеметні вогневі точки типу «М» (одноповерхові) та «Б» (двоповерхові), а також поодинокі артилерійські півкапоніри з 76-мм

гарматами [13]. Передній край укріплень обладнувався інженерними загородженнями – дротяними перепонами, ровами, протитанковими надобнями, а за сприятливих умов – штучними заболочуваннями або затопленнями.

У 1928–1937 рр. в Україні за цією схемою були зведені Київський, Коростенський, Летичівський, Могилів-Подільський–Ямпільський, Рибницький, Тираспольський та Новоград-Волинський УР південного комплексу. Однак ці оборонні рубежі ще не відзначались високим рівнем технічної досконалості [14].

Із загостренням військово-політичної ситуації в Європі в середині 1930-х років було ухвалено рішення щодо модернізації наявних УР та створення нових. Із 1938 року почалося посилене будівництво нових укріплень, зокрема в Україні: Остропільського, Шепетівсько-Ізяславського, Старокостянтинівського, Проскурівського, Кам'янець-Подільського УР та Дідовичського вузла оборони. Ці об'єкти утворили новий оборонний рубіж.

Нова система відрізнялася збільшеною кількістю ДЗВС для ведення флангового вогню, що дозволяло створити ефективні опорні пункти з розвинутою обороною. Удосконалення стосувалося також рівня захисту, озброєння та внутрішнього облаштування фортифікаційних споруд.

У результаті територіального розширення СРСР у 1939–1940 рр. раніше побудовані УР опинилися у глибокому тилу,

що призвело до припинення всіх робіт на старому кордоні з осені 1939 року.

Сучасний вітчизняний і міжнародний досвід інженерно-технічного облаштування кордонів.

Війна росії проти України, яка розпочалася в 2014 році з окупації Криму, Донецької і Луганської областей обумовила необхідність інженерно-технічного облаштування кордонів України з нових позицій [15; 16]. Проект інженерно-технічного облаштування українсько-російського кордону «Стіна» був затверджений урядом України в 2015 році (рис. 6). Вже на момент її зведення існувала думка, що за умов серйозного вторгнення «Стіна» не відіграватиме більш-менш серйозної ролі. Ця споруда має захищати від вторгнення, наприклад, диверсійних груп [17]. Розпочата повномасштабна війна Росії проти України підтвердила цю думку.

В умовах повномасштабної війни росії проти України більш ефективною виявилася зведена російська «Лінія Суровікіна». Суровікін на момент її спорудження був командувачем всього окупаційного контингенту в Україні. «Лінія Суровікіна» це частина російських фортифікаційних споруд, які розташовані вздовж кордону з Україною в Курській і Белгородській областях, та вздовж лінії фронту в Харківській, Донецькій, Луганській та Херсонській областях України станом на осінь 2023-го року [18] (рис. 7).



Рис. 6. Облаштування українського кордону за проектом «Стіна» [53]



Рис. 7. Лінія Суровікіна [18]

За оцінкою Американського центру стратегічних і міжнародних досліджень (CSIS), оборонні укріплення, зведені Росією на тимчасово окупованих територіях України, є найбільш масштабними фортифікаційними спорудами в Європі з часів Другої світової війни. Їхнє зведення розпочалося в жовтні 2022 року у відповідь на успішний контрнаступ Збройних Сил України у Харківській та Херсонській областях. Упродовж приблизно пів року на півдні України було сформовано протяжну оборонну смугу довжиною в сотні кілометрів.

На тлі триваючих наступальних дій з боку РФ постає питання ефективної організації системи фортифікацій. Загальна протяжність лінії української оборони станом на травень 2023 року становила близько 3 750 км, охоплюючи як державний кордон із Росією на півночі, так і кордон з Республікою Білорусь. Активна лінія бойових зіткнень станом на липень 2023 року перевищувала 1 200 км. В умовах високої інтенсивності бойових дій потреба у фортифікаційних спорудах зберігається по всій лінії фронту, а також у прикордонних районах [32].

Набутий досвід у війні і наступ росії змусив створювати власні фортифікаційні оборонні лінії [19–22]. Аналіз, як мають виглядати ефективні фортифікації виконаний військовими експертами, які мають бойовий досвід, наведено в [19].

Фахівці з військової інженерії підкреслюють, що проєктування та спорудження оборонних укріплень має враховувати специфіку рельєфу,

ландшафтні особливості, наявність водойм і природних перешкод. Система фортифікацій повинна органічно вписуватись у навколишнє середовище з урахуванням його тактичних переваг. Протяжність оборонної інфраструктури, необхідної для України, охоплює всю активну лінію бойового зіткнення, за винятком південної частини Херсонської області, де природною оборонною перешкодою виступає річка Дніпро.

Фортифікаційні системи являють собою складний інженерний комплекс, до складу якого входить сукупність різнотипних споруд і елементів оборонного призначення. На думку військових експертів, мінімально необхідна структура фортифікацій передбачає щонайменше три оборонні лінії, між якими мають бути організовані комунікаційні маршрути, функціональний розподіл задач і можливість оперативного маневрування військовими підрозділами між лініями.

На сьогодні Україна стала лабораторією сучасної фортифікації, досвід якої змінює військову науку всього світу. Українські фортифікації – це перший приклад у ХХІ столітті, коли оборона: формується в умовах постійного бою; інтегрує інженерію + технології + живу адаптацію; реально завдає значних втрат армії противника, що має чисельну і технічну перевагу.

Для вирішення питання облаштування кордонів України в умовах війни і повоєнного періоду потрібно звернутися до сучасного досвіду країн Європи які створюють оборонні інженерні споруди і засоби оборони на потужно небезпечних

напрямах на основі концепції контрмобільності.

У червні 2024 р. польський уряд прийняв постанову про створення «Національної програми стримування й оборони «Щит Схід» (Tarcza Wschód, Shield East). Вона передбачає, серед іншого, підготовку до оборони прикордонних районів шляхом будівництва системи виявлення, попередження і стеження на основі мережі базових станцій, передових оперативних баз, мережі бункерів, сховищ для ракетних систем і розвитку інфраструктури для систем протидії безпілотникам. Програма спрямована на розвиток комплексної оборонної інфраструктури на східному фланзі НАТО для протидії загрозам з боку Білорусі та

Росії [23–25]. Нею передбачено використання новітніх технологій безпеки та будівництво нової інфраструктури на сході Польщі. Протяжність мережі складе близько 800 км. Програма передбачає обмеження пересування противника і забезпечення мобільності польських військ.

Проект передбачає будівництво мережі укріплень, загороджень, бункерів і розвідувальних систем. У їх числі добре відомі бетонні надовби «зуби дракона». Крім різних типів загороджень, будуть застосовані найсучасніші системи моніторингу повітряного простору по кожному параметру, на будь-якій висоті. Сапери підготують поля для мінування (рис. 8).



Рис. 8. «Щит Схід» на кордоні Польщі з Білорусією та Росією [23; 54]

Щит Схід оснастять розвідувальною системою «Барбара». До неї входять чотири аеростати, супутникова складова, а також новітні безпілотні і протидронові системи.

В рамках проекту будуть організовані передові оперативні бази, що дозволить швидко перекидати сили. Будуть посилені логістичні вузли з метою безперебійного постачання армії, а також створена інфраструктура протидії дронам.

У 2025 році до цієї системи буде підключено угруповання польських космічних супутників. Їх доповнить мережа щогл. Датчики на основі високочутливих спрямованих мікрофонів будуть передавати інформацію в оперативні центри аналізу, які будуть використовувати рішення штучного інтелекту. «Східний щит» буде побудований за 2024–2028 роки.

З метою забезпечення більшої готовності Литви до потенційних загроз на кордоні з РФ і Білоруссю пропонується створити на кордоні лінію оборони імені Вітаутаса Великого [26–33]. Лінія оборони імені Вітаутаса Великого буде складатися з чотирьох частин (рис. 9).

Перша лінія буде являти собою зону, контрольовану прикордонниками, з «зубами дракона», протипіхотними і протитанковими мінами, колючим дротом і протитанковими ровами (рис. 10).

Друга лінія, крім колючого дроту, міститиме вибухові пристрої та військові позиції. Потрапити в другу можна за допомогою проритого під землею тунелю (рис. 11).

Третя лінія оборони складатиметься з мобільних бронетанкових груп, до складу яких увійдуть литовські бойові машини

піхоти Vilkas і гусеничні бронемашини союзників. Свої функції також будуть виконувати броньовані машини радіоелектронної боротьби (рис. 12).

Четверта лінія включатиме системи ППО NASAMS і самохідну артилерію великої дальності (рис. 13).

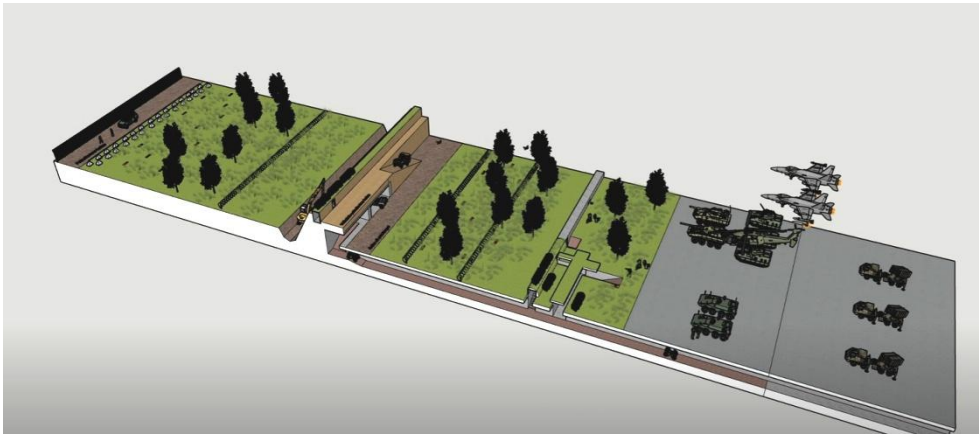


Рис. 9. Лінія оборони імені Вітаутаса Великого [27]

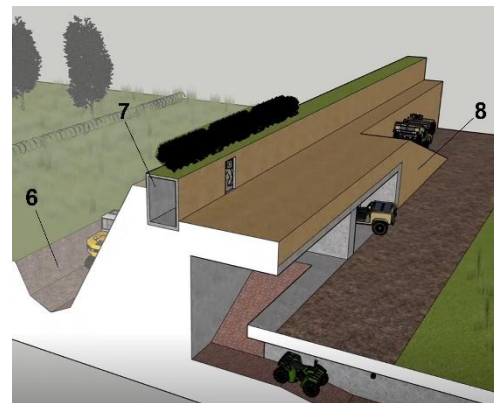
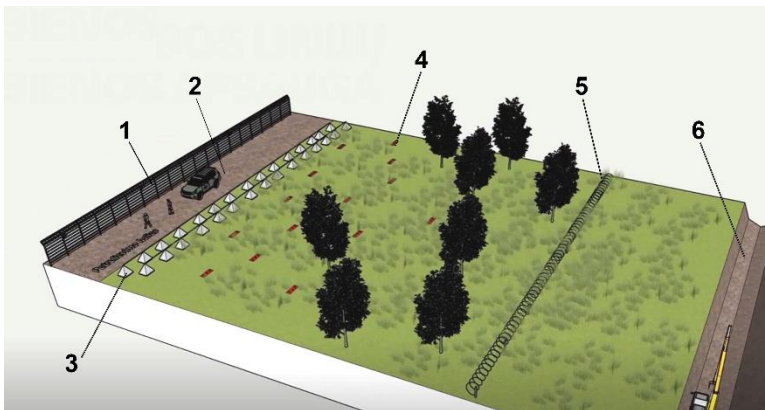


Рис. 10. Перша оборонна лінія [27]: 1 – фізичний бар'єр з камерами, 2 – маршрут прикордонного патруля, 3 – зуби дракона, 4 – протитанкові та протипіхотні міни, 5 – колючий дріт, 6 – протитанкові рови, 7 – криті окопи, 8 – позиції мінних тральщиків



Рис. 11. Друга оборонна лінія [27]: 1 – міни, саморобні вибухові пристрої, розтяжки, 2 – тунель для квадроциклів, 3 – криті окопи, 4 – місце запуску безпілотників ближнього бою, 5 – позиції мінних тральщиків

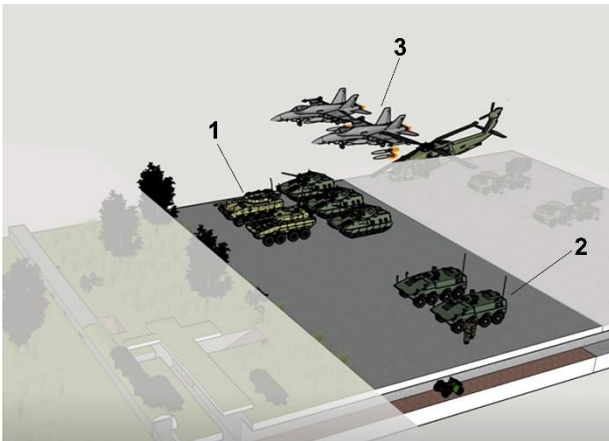


Рис. 12. Третя оборонна лінія [27]: 1 – мобільні ройові групи; 2 – групи радіоелектронної протидії; 3 – військово-повітряні сили країн-партнерів НАТО

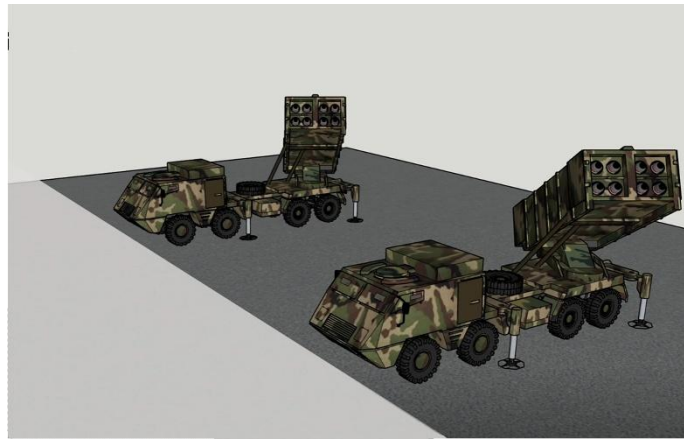


Рис. 13. Четверта оборонна лінія для систем в межах 30–40 км [27]

Електризовані загородження – протипіхотні дротяні загородження (мережі, паркани), посилені періодичним пропуском по дроті змінного електричного струму високої напруги. Торкання до дроту викликає замикання ланцюга і вражає того, хто доторкнувся [34].

Наступними елементами штучних фізичних загороджень можуть бути інженерні загородження: протитанкові їжаки [35], «іспанські коні» (рогатки) [36], «зуби дракона» [37], надовби і т. п. (рис. 14).

Вперше протитанкові їжаки застосували 1938 року на чесько-німецькому кордоні. Незважаючи на появу сучасних засобів захисту у воєнний час, їжаки використовують і сьогодні. Одні з ключових переваг їжака – мобільність, простота виробництва. Крім того, їх можна розставити багато. Для ефективності приблизно на 1 км можна встановити 1 200 штук [35]. Головна їх функція – не лише зупинити, а й пошкодити танк. При спробі відштовхнути перешкоду він повинен перевернутися, потрапити під днище машини, вивівши її з ладу. Їжак може пошкодити броню на дні танка, зламати трансмісію (рис. 14, з).

«Іспанські коні» [36] («Фризські коні», рогатки, «кактуси») елементи протипіхотних загороджень, що складаються зазвичай з трьох хрестовин (дерев'яних або металевих кілків довжиною

до 150 см кожен), скріплених поздовжньої жердиною і обплетених по ребрах і навхрест колючим дротом. Використовуються як самостійні загородження або для закриття проходів в інших протипіхотних загородженнях (рис. 14, д, е).

«Зуби дракона» (Dragon's teeth) [37] – пірамідальні укріплення із залізобетону, висота одного «зуба» – від 90 до 120 см (рис. 14, є, ж, з, и). Конструкція була запатентована німецьким інженером Августом Роммеденом (August Rommeden) в 1930-х роках [38]. Принцип дії пірамідального бетонного захисту наступний. При наїзді на бетонну піраміду важка броньована техніка рухає її з місця. В результаті кути піраміди проникають в ґрунт і переміщення припиняється. Танк починає буксувати і проїхати вперед вже не зможе. Головне завдання протитанкових бетонних пірамід уповільнити бронетехніку, щоб за цей час вжити заходів з протидії противнику, або направити танки в зони ураження, де від них можна було б позбутися за допомогою протитанкової зброї. Ефективність таких захисних споруд безпосередньо залежить від маси виробів. Крім цього їх можна встановити в 2 або 3 ряди і з'єднувати між собою ланцюгом або сталевим тросом.

Протитанкові рви відривають на рівній місцевості і на пологих скатах з нахилом до ± 15 градусів (рис. 12, к, л).



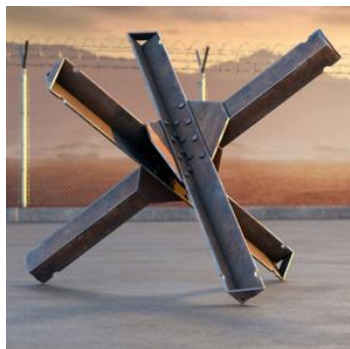
а



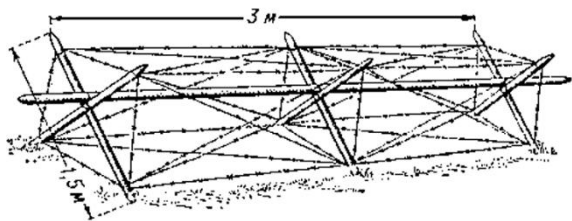
б



в



г



д



е



є



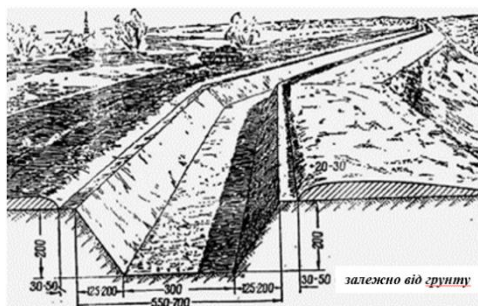
ж



з



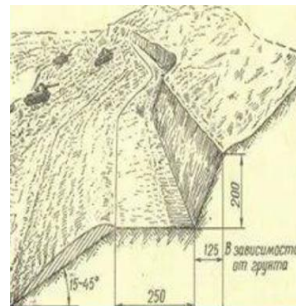
и



к



л



м

Рис. 14. Штучні фізичні загорождення і їх елементи [34–39]: а – 3д паркан зі спіральним захисним бар'єром, б – колючий дріт і стрічка, в – спіральний бар'єр безпеки, г – протитанкові їжаки, д – «іспанські коні», е – «кактуси», «зуби дракона», є – надовби, ж – тетраедр, з, и – тетрапод, к, л – протитанкові рви, м – ескарп

Глибину їх роблять не менше 2 м, ширину по дну 2,5–3 м, по верху – 5,5–7 м. На скатах, звернених до противника влаштовують ескарпи (рис. 14, м), а на скатах, звернених в сторону своїх військ – контрескарпи, крутизна скатів становить 15–45 градусів [39].

Воєнно-технологічна революція, яка вже розпочалася, полягає у формуванні системи «життестійкості» країни на основі технологічних рішень. Сучасна російсько-українська війна – війна нового типу з використанням технологічних досягнень і цифровізації [44; 45]. Одним із найважливіших компонентів війни є

безпілотні літальні системи (БПЛА) [46]. Безпілотний літальний апарат (БПЛА) – повітряне судно, кероване пілотом на відстані (без фізичної присутності на борту), часто використовуються синоніми – дрон, безпілотник.

БПЛА ділять за: типом управління, типом конструкції, сферою застосування, льотними характеристиками.

Види БПЛА за типом конструкції: літакового (з нерухомим крилом), вертолїтного (коптерного), змішаного (гібридні), аеростатичного типу (аеростати) (рис. 15).

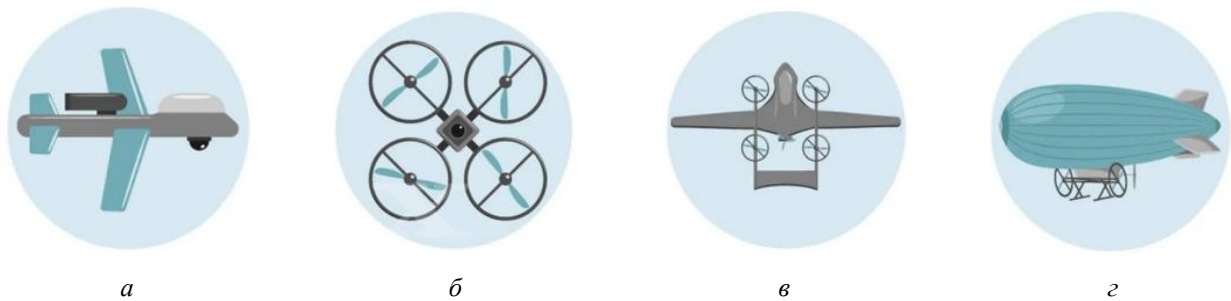


Рис. 15. Види БПЛА за типом конструкції: а – літакового типу (з нерухомим крилом), б – вертолїтного типу (коптерного), в – змішаного типу (гібридні), з – аеростатичного типу (аеростати) [47]

Міжнародною асоціацією по безпілотним літальним системам UVSI (Association for Unmanned Vehicle Systems International, до 2004 року вона називалася Європейською асоціацією по безпілотним системам – EURO UVS) була запропонована універсальна класифікація БПЛА (табл. 1) [55].

За типом управління БПЛА діляться на: дистанційні, автономні, гібридні.

Дистанційне керування польотом БПЛА – це робота фахівця (оператора) з пультом. Зв'язок між пілотом і дроном забезпечується передачею даних через радіоканал або оптичне волокно. Безпілотник отримує команди, а також передає інформацію пілоту в реальному часі.

Волоконно-оптичний безпілотник – це безпілотний літальний апарат (БПЛА), яким керують через тонкий волоконно-оптичний кабель, а не через радіоканали. Оптичне волокно використовують, щоб подолати вразливість дронів на радіоуправлінні, яке може бути придушене засобами радіоелектронної

боротьби (РЕБ). Основна ідея роботи FPV-дрона (англ. First Person View – з управлінням від першої особи) на оптоволокну полягає в передачі даних і команд по кабелю за допомогою світлових сигналів. На відміну від радіосигналів оптоволокну не випромінює електромагнітних хвиль, що робить дрон і його оператора невидимими для систем пеленгації. Такі БПЛА вирішують завдання в умовах, де радіозв'язок ненадійний [47].

БПЛА з автономною системою управління запрограмовані на виконання певного завдання. Працюють автоматично за рахунок вбудованого мікропроцесора, можливо застосуванням ШІ-алгоритмів. Безпілотники можуть самостійно діяти за наявності вбудованого навігаційного обладнання (GNSS-приймач) та/або інерційного вимірювального модуля (IMU).

Гібридна система управління дроном-оператор з пультом і функція автономності. Суміщений набір засобів дозволяє мінімізувати пошкодження БПЛА і успішно

виконати завдання в разі втрати зв'язку з оператором. Зазвичай гібридна система управління є у безпілотників з великою дальністю дії.

На сьогодні розроблено багато типів і видів БПЛА. Деякі з них приведені на

рис. 16. Mavic – це лінійка квадрокоптерів виробництва китайської приватної компанії Da-Jiang Innovations (DJI), орієнтована на масове і напівпрофесійне використання.

Таблиця 1

Класифікація безпілотних літальних апаратів [55]

Клас	Категорія	Позначення	Назва	Злітна вага, кг	Радіус дії, км	Стеля, м	Тривалість польоту, год
Малі	I	η	Нано	<0,025	<1	100	<1
		μ	Мікро	<5	<10	3 000	1
		Mini	Міні	<25	10–40	3 000	≤ 4
Легкі	II	CR	Ближньої дії класу 1	25–50	25–70	3 000	2–4
			Ближньої дії класу 2	50–150	50–100	3 000	≤ 6
Середні	III	SR	Малої дальності	≤ 200	≤ 150	4 000	6–8
		MR	Середньої дальності	≤ 500	200	5 000	10–12
	IV	MRE	Середньої дальності великої тривалості польоту	500	500	8 000	10–18
		LADP	Маловисотний великої дальності	≤ 250	>250	$\leq 4 000$	1.5–2
Важкі	V	LALE	Маловисотний великої тривалості польоту	≤ 250	>500	4 000	18
	V–VI	MALE	Середньовисотний великої тривалості польоту	$\leq 1 000$	>1 000	8 000	24
	VII	HALE	Висотний великої тривалості польоту	≤ 2500	>4 000	20 000	>24
Бойові	VIII	UCAV	Безпілотний ударний	>1 000	>500	12 000	1.5–2
		DEC	Оманлива ціль	150–500	0–500	50–5 000	<4
		TGT	Повітряна мішень	10–10 000	5–200	50–10 000	>0.5
Змішані	IX	OPA	Пілотуємий за вибором (опційно) ЛА	≤ 200			
		CMA	Переобладнаний пілотуємий ЛА				

Для виявлення безпілотників використовуються: системи радіопеленгації/радіомоніторингу випромінювання БПЛА (комплекси радіотехнічної розвідки – РТР); радіолокаційні станції – РЛС (в першу чергу активні РЛС); комплекси оптико-електронного спостереження; системи шумопеленгації.

Основними засобами придушення і знищення БПЛА є: кінетичне ураження цілі осколками зенітного снаряду або зенітної ракети; перехоплення БПЛА дронм-винищувачем; руйнування корпусу БПЛА лазерним випромінюванням; поразка електроніки БПЛА потужним мікрохвильовим випромінюванням; засоби радіоелектронного придушення; ураження

електроніки БПЛА електромагнітним імпульсом вибухового генератора; ураження електричних мереж систем управління «графітовими бомбами»; засоби

механічного перехоплення за допомогою сіток (з металевого дроту або полімерних ниток) (рис. 17).

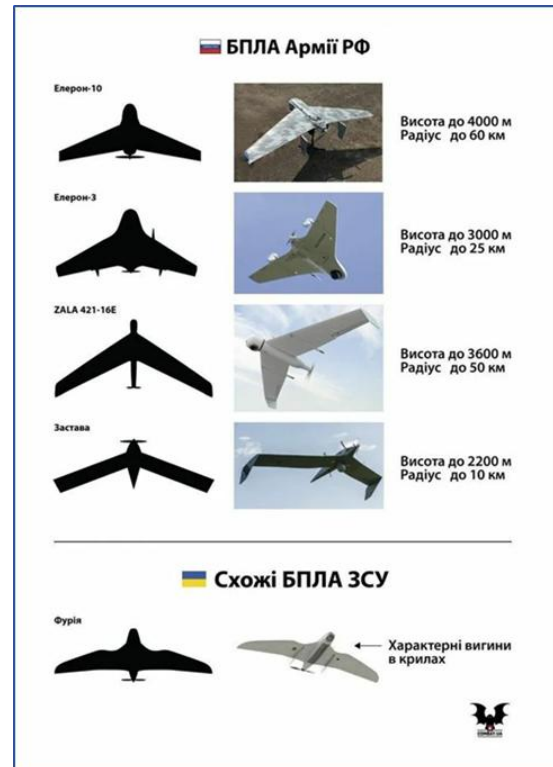
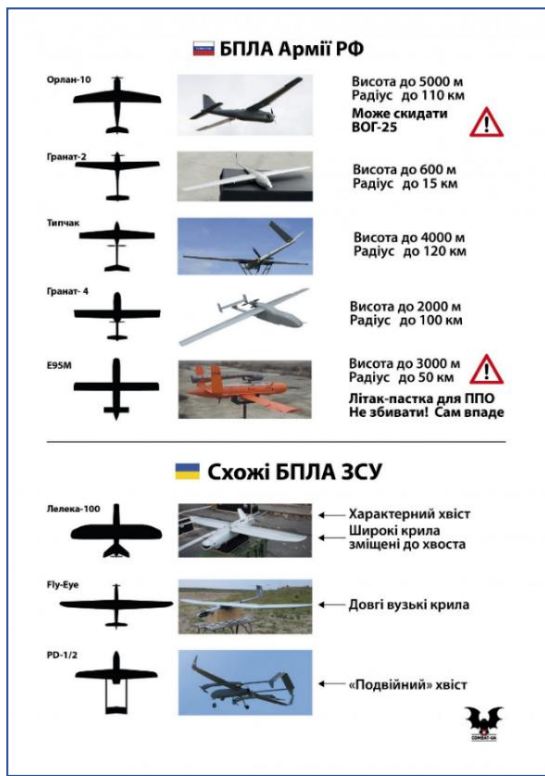
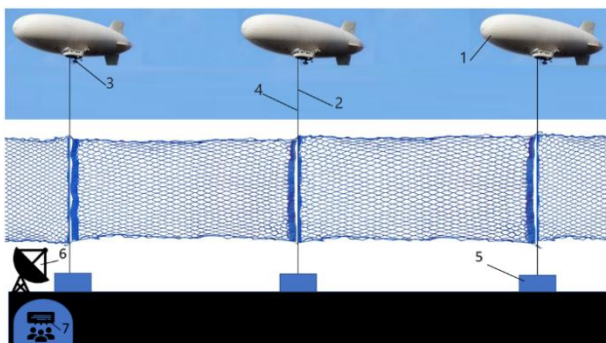


Рис. 16. Деякі безпілотні літальні апарати (БПЛА) в сучасній війні [47; 55]



а



б

Рис. 17. Засоби механічного перехоплення за допомогою сіток: а – повітряний простір: 1 – аеростат; 2 – трос; 3 – контейнер з апаратурою радіолокаційного, оптичного, тепловізійного виявлення; 4 – дровові (оптоволоконні, кабельні) лінії зв'язку; 5 – контейнер з редуктором; 6 – радіолінія управління; 7 – пункт обробки інформації і управління (ПОІУ); б – захист доріг [48; 55]

Облаштування українського кордону та лінії розмежування: концепція майбутнього.

Заглиблюючись в історію нашої держави, ми бачимо, як наші предки боролися за свою свободу, і черпаємо в цьому натхнення для сучасної боротьби за свободу і незалежність. Однією з

найважливіших задач славних лицарів вітчизни – запорозьких козаків був захист українських земель від численних нападів татарських і ногайських орд. Сьогодні на захист України уже від російської орди стали наші сучасники, які втілюють дух єдності, відваги та волелюбності (рис. 18).

Україна після досвіду повномасштабної війни потребує комплексного, багаторівневого захисту кордонів і ліній розмежування, який поєднує: фізичні бар'єри (загородження, мінні поля); цифрові технології (радары, тепловізійні камери, розумні сенсори, дрони, кіберзахист); активну оборону (протиракетні системи, «стіна дронів»).

Інженерні елементи: фізичні бар'єри.

Протитанкові загородження включають: протитанкові рови (глибина 4–6 м, ширина 8–10 м) – аналог лінії Суворовікіна, але з можливістю швидкого перекриття; «зуби дракона» (залізобетонні піраміди) – для уповільнення техніки; насипи з колючим дротом – посилені датчиками руху.

Мінні поля: дистанційно керовані мінні поля (з можливістю деактивації через RFID - Radio Frequency Identification); протипіхотні міни з «розумним» підривом (за досвідом Литви).

Сучасні цифрові технології.

Системи спостереження включають радары наземного сканування; тепловізійні камери і використання AI для автоматичного виявлення цілей; підземні сенсори (за досвідом Ізраїля) – для виявлення копання тунелів.

Система «Розумний кордон», яка включає електронні датчики на всій протяжності кордону та супутниковий моніторинг (Starlink + SAR-супутники).

Система безпілотної спостереження та протидії на кордоні «Стіна дронів» включає: безпілотники-патрулі (FPV, Bayraktar, автономні рої); дрони-перехоплювачі (для боротьби з ворожими БПЛА); аеростати (патрулювання, боротьба з ворожими дронами). Система розміщується на відстані 10–20 км від кордону. Інфраструктура системи включає також зарядні станції та AI-системи управління. Перевагами такої системи є її вартість порівняно з улаштуванням стаціонарних укріплень, а також можливість швидкого переміщення на загрозливі ділянки.

Система протиракетного захисту «Український купол».

В якості аналогів цієї системи можуть бути розглянуті наступні: Ізраїльський «Залізний купол» (Iron Dome) і польська протиракетна система «Aegis Ashore».

Система протиракетного захисту «Український купол» повинна складатися з комбінації систем: NASAMS (для дальніх ракет) та саморобних РЕБ-систем для глушіння «Ланцетів». Розташовуватися такі системи повинні в першу чергу в прикордонних містах, таких як, Харків, Суми, Чернігів, а також в районах з важливою критичною інфраструктурою (електростанції, мости).

Український кордон має бути гібридним, глибоко ешелонованим і мобільним. Його захист повинен поєднувати фізичні бар'єри, які затримують ворога (протитанкові рови, загородження, мінні поля) з сучасними цифровими технологіями, які попереджають загрози — системами спостереження, підземними сенсорами, «розумним кордоном» і безпілотною системою «Стіна дронів». Оборона має включати щонайменше три рівні: передову, резервну та тилу лінії. Мобільність забезпечується застосуванням дронів, перехоплювачів та протиракетних систем, таких як «Український купол», що дозволить оперативно реагувати на загрози та захищати населення та інфраструктуру.

Це перша війна в історії, де дрони — не просто інструмент, а повноцінна частина оборони, яка: забезпечує очі на полі бою 24/7; працює як високоточна зброя; допомагає захищати фортифікації від піхоти, техніки, штурмів.

Застосування безпілотної літальних апаратів (БПЛА) значно підвищує ефективність фортифікаційних систем. Вони здійснюють цілодобову аеророзвідку, включно з нічним моніторингом завдяки тепловізорам, виявляють рух техніки, вогневі позиції та інженерні роботи противника. Дані передаються в реальному часі, що забезпечує миттєве реагування артилерії та мінометів. Інтеграція штучного інтелекту дозволяє автоматизувати обробку відеоінформації без залучення оператора.

Атакуючі FPV-дрони відіграли ключову роль у забезпеченні оборони на найбільш напружених ділянках фронту, зокрема в районах Бахмута, Авдіївки та Часового Яру. Вони ефективно уражають укріплення, техніку і живу силу противника, забезпечуючи підтримку навіть за відсутності артилерійського вогню. Найбільшу ефективність ці платформи демонструють проти штурмових груп і броньованої техніки.

Дрони також активно використовуються для викриття ворожих снайперських і спостережних позицій, а також вогневих точок з ПТКР. На основі аерофотофіксації створюються макети інженерних споруд для дезорієнтації противника і відволікання його ударів від реальних укріплень.

Водночас, ефективність БПЛА в обороні обмежується низкою факторів: противник активно застосовує засоби радіоелектронної боротьби (РЕБ), які порушують GPS-навігацію, що ускладнює керування дронами; існують труднощі у нічних польотах без досвідчених операторів FPV; обмеження за дальністю дії, енергозабезпеченням та вразливістю до засобів протиповітряної оборони також знижують загальну ефективність застосування БПЛА в бойових умовах.

При формуванні українських фортифікацій на лініях розмежування слід включати:

1. Дронові вогневі капонири: малі автоматизовані укриття, з яких керуються FPV-дрони; захищені, з окремим зв'язком, системою живлення; можуть діяти навіть після евакуації основних військ.

2. Стаціонарні дрони-спостерігачі: дрони, які постійно висять над лінією оборони; живлення – з землі, тому не сідають; мають тепловізори, камери, системи сигналізації.

3. Мережі протидронових сіток: закривають траншеї, входи, бліндажі – нейтралізують FPV-дрони ворога; поєднані з електронними засобами подавлення [48].

4. Сенсорні пастки + штучний інтелект: розкидані по периметру датчики руху й тепла; коли ворог заходить – дрон сам

вилітає, або спрацьовує вогнева точка; все працює автономно, без людини.

5. Автономні дронові точки – це невеликий модуль, розгорнутий поблизу лінії розмежування, який: а) сам зберігає, заряджає і запускає дрони; б) приймає завдання або координати – і сам виконує їх; в) може діяти без оператора, або з оператором, який перебуває в глибині оборони.

Автономна точка управління дронами – це інтегрований комплекс для забезпечення безперервної роботи безпілотних систем в умовах бойових дій. Її основними складовими є:

- стартова платформа (летовище) – замаскований майданчик або контейнер, з якого відбувається запуск БПЛА, з можливістю функціонування з укриття;

- енергетичний модуль – автономна зарядна станція, часто на базі сонячної енергії, що забезпечує живлення дронів незалежно від стаціонарної електромережі;

- сектор технічного обслуговування – у сучасних умовах це оператор або механік, однак перспективним напрямом є використання обслуговуючих дронів-маніпуляторів;

- релейно-комунікаційний блок – супутниковий або наземний модуль для забезпечення зв'язку (Starlink, LTE, військові канали), з можливістю маршрутизації польотів у напіваавтоматичному режимі.

В Україні, сьогодні, дрони запускаються серіями з бліндажів, укриттів, «мурашників»; все ще переважно керуються людьми, але вже з'являються: автоматичні станції зарядки FPV; «вулики» для Mavic'ів, де безпілотник може сісти, підзарядитись і злетіти знову; деякі підрозділи тестують напіваавтономне ПЗ: дрон летить по координатах, виконує завдання, повертається.

Перспективи розвитку включають:

- повну автоматизацію – оператор лише задає координати або тип цілі, далі система виконує весь цикл автономно;

- використання штучного інтелекту для аналізу відеопотоків, розпізнавання цілей, їх

пріоритезації та автоматичного ухвалення рішень про вогневе ураження;

- використання високомобільних автономних пунктів: установка розгортається на пікапі/БТР – запуск дронів «з колес», що забезпечує оперативне переміщення, та гнучкість у тактичному маневруванні;

- улаштування повітряних доків для дронів – передбачає розміщення станцій підзарядки на дахах будівель або у повітрі (на платформах). Дрон підлітає, здійснює дозарядку, отримує нове завдання або продовжує виконання;

- використання автономної дрової точки – функціонального аналога вогневої точки, але з можливістю автономного прийняття рішень та дій. Такі системи мають перевагу над людиною: вони не втомлюються, не потребують ресурсів життєзабезпечення та не піддаються паніці.

Україна вже створила перше у світі поле бою, де дрони – частина фортифікації. Подальший етап розвитку – повна автоматизація та синхронізація дрових систем, що виконують оборонні функції нарівні з класичними інженерними засобами: вежами спостереження, кулеметними гніздами та мінними полями.

Висновки

Основні загрози для сучасної України породила війна Російської Федерації проти української держави, унаслідок якої окуповано частину території країни. Зважаючи на те, що в Україна межує з агресивним сусідом – Росією, а також її сателітом – Білоруссю військова загроза вторгнення залишиться і в повоєнний час. У зв'язку із цим важливим завданням з охорони та захисту державного кордону є вдосконалення інженерно-технічного оснащення кордону України і ліній розмежування в результаті окупації частини територій країни.

На основі аналізу історичного досвіду облаштування захисту кордонів української держави, сучасного вітчизняного і міжнародного досвіду інженерно-технічного облаштування кордонів розроблена концепція майбутнього повоєнного облаштування українського кордону та лінії розмежування.

Україна потребує комплексного, багаторівневого захисту кордонів і ліній розмежування, який поєднує: фізичні бар'єри (загородження, мінні поля); цифрові технології (радары, тепловізійні камери, розумні сенсори, дрони, кіберзахист); активну оборону (протиракетні системи, «стіна дронів»). Український кордон має бути: гібридним, поєднуючи фізичні бар'єри і цифрові технології, що попереджають загрози; глибоким – з трьома лініями оборони (передова, резерв, тил); мобільним за рахунок застосування дронів і ракет.

Насьогодні Україна стала лабораторією сучасної фортифікації, досвід якої змінює військову науку всього світу. Українські фортифікації – це перший приклад у ХХІ столітті, коли оборона: формується в умовах постійного бою; інтегрує інженерію + технології + живу адаптацію; реально завдає значних втрат армії противника, що має чисельну й технічну перевагу.

Фортифікація в Україні еволюціонувала від найграндіозніших військово-інженерних споруд середньовіччя, Змієвих валів, до комплексів зі штучним інтелектом. Усі етапи її розвитку – це не просто реакція на зброю ворога, а відображення світогляду доби. У ХХІ столітті фортифікація перестає бути лише обороною – вона стає комунікацією, алгоритмом, політичним сигналом. І найкращі укріплення – це ті, які не лише стримують, а й адаптуються.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Щодо забезпечення інженерно-технічного облаштування та утримання державного кордону. *Голос України* : газета Верховної Ради України. URL: <https://www.golos.com.ua/article/324274> (дата звернення: 03.08.2025).
2. Про схвалення Стратегії інтегрованого управління кордонами на період до 2025 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.07.2019 № 687-р. *Офіційний Вісник України*. 2019. № 70. С. 184. URL: <https://>

www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-integrovanogo-upravlinnya-kordonami-na-period-do-2025-rokum240719 (дата звернення: 03.08.2025).

3. Гуркіна Г. О., Сердюк О. В. Замки та фортеці України. Харків : Торсінг плюс, 2009. 95 с. URL: <https://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/UKR0001400> (дата звернення: 03.08.2025).

4. Kotlyar Y., Lymar M. Ukraine as a Shield for Europe : the Russian Invasion and the Reshaping of International Security. *Acta de Historia & Politica : Saeculum XXI*. 2025. № 10. Pp. 75–86. URL: <https://doi.org/10.26693/ahpsxxi2025.10.075> (дата звернення: 03.08.2025).

5. Щербак В. Українське козацтво : Формування соціального стану. Друга половина XV – середина XVIII. Київ : Видавничий дім «КМ «Academia», 2000. 300 с.

6. Кабачинський М. І. Козацтво на охороні кордонів України. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. Вип. 9. Серія : Історія. За заг. ред. проф. П. С. Григорчука. Вінниця, 2005. С. 13–19. URL: <https://dspace.vspu.edu.ua/items/c413e0d9-a555-4f06-9d92-a4a028974dec> (дата звернення: 03.08.2025).

7. Багалій Д. І. Історія Слобідської України. Харків : вид-во «Основа» при ХДУ, 1990. 256 с. URL: <http://resource.history.org.ua/item/0015594> (дата звернення: 03.08.2025).

8. Як козацькі фігури захищали українські землі : історія сигнальних веж. Міжнародний культурний портал Експеримент. URL: <https://md-eksperiment.org/post/20240926-yak-kozatski-fihury-zakhyshchaly-ukrayinski-zemli> (дата звернення: 03.08.2025).

9. Хвигура. Мамаєва Слобода. URL: <https://mamayeva-sloboda.kyiv.ua/publ/hvyhura/> (дата звернення: 03.08.2025).

10. Коваль М. В. Спорудження укріплених районів «лінії Сталіна» в Українській РСР. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського*. Серія : Історія. Вип. 22. 2014. С. 82–87. URL: <https://vspu.edu.ua/science/art/a122.pdf> (дата звернення: 03.08.2025).

11. Советская военная энциклопедия. Москва : Воениздат, 1980. Т. 8. 685 с.

12. Большая Советская Энциклопедия. Москва : Политиздат, 1956. Т. 44. 176 с.

13. Ленский А. Г. Сухопутные силы РККА в предвоенные годы : справочник. Санкт-Петербург : Б&К, 2000. 325 с.

14. Коваль М. В. Довготривала фортифікація на теренах України напередодні та під час Другої світової війни. Міфи і реалії. Ч. 1. Хмельницький : Вид-во Нац. акад. Держ. прикордонної служби України ім. Б. Хмельницького, 2012. 516 с.

15. Титорова А. План інженерного облаштування кордону буде готовий протягом 2 тижнів. *Дзеркало тижня*. URL: <https://zn.ua/ukr/UKRAINE/plan-inzhenernogo-oblashtuvannya-kordonu-bude-gotoviy-protyagom-2-tizhniv-146429.html> (дата звернення: 03.08.2025).

16. Як виглядає «Стіна» на кордоні з Росією і що нас захищає (відео). Ukr.Media. URL: <https://ukr.media/ukrain/255122/> (дата звернення: 03.08.2025).

17. Проект «Стіна» профінансований на 7–10 % : речник ДПСУ. Радіо Свобода. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/28621361.html> (дата звернення: 03.08.2025).

18. Лінія Суровікіна. Російські фортифікаційні споруди : інформаційно-освітній сайт. URL: <https://infoua.pp.ua/articles/8/146/> (дата звернення: 03.08.2025).

19. Кацан О., Реалії Д. Де «лінія Зеленського»? Хто мав побудувати фортифікації і що з ними тепер. Радіо Свобода. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/shcho-vidbuvayet-sya-z-fortifikatsiyamy/32873058.html> (дата звернення: 03.08.2025).

20. Нагорна О. «Зуби дракона» виростають на Харківщині : як будують фортифікації біля кордону. *МГ «Об'єктив»*. URL: <https://www.objectiv.tv/objectively/2023/12/29/zuby-drakona-vyrastayut-na-harkovshhine-kak-stroyat-fortifikatsii-vozhle-granitsy/> (дата звернення: 03.08.2025).

21. Joe Barnes. Ukraine digs its own Surovikin line against impending Russian offensive. The Telegraph. URL: <https://www.telegraph.co.uk/world-news/2024/01/20/ukraine-own-surovikin-line-active-defence-russia-offensive/> (дата звернення: 03.08.2025).

22. Україна буде власну «лінію Суровікіна» : що про неї відомо. Флот. 2017. URL: <https://flot2017.com/ukraina-buduie-vlasnu-liniiu-surovikina-shcho-pro-nei-vidomo/> (дата звернення: 03.08.2025).

23. Результат досвіду війни в Україні : польські військові показали, як будують фортифікації на кордоні з Росією. Фото. *Obozrevatel*. URL: <https://www.obozrevatel.com/ukr/novosti-mir/rezultat-dosvidu-vijni-v-ukraini-polski-vijskovi-pokazali-yak-buduyut-fortifikatsii-na-kordoni-z-rosieyu-foto.htm> (дата звернення: 03.08.2025).

24. Польські військові продемонстрували фрагмент укріплень «Східний щит» на кордоні з РФ. *Європейська правда*. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2025/05/23/7212269/> (дата звернення: 03.08.2025).

25. Віцеміністр оборони : «Щит Схід» стає європейським проектом, відбулися переговори з ЄІБ про його фінансування. *Polska Agencja Prasowa SA*. URL: <https://www.pap.pl/ua/ukrainian/news/viceministr-oboroni-schit-skhid-stae-evropeyskim-proektom-vidbulisya-peregovori-z> (дата звернення: 03.08.2025).

26. Європейська правда. У Литві пропонують побудувати лінію оборони на кордоні з РФ і Білоруссю за мільярд євро. *Європейська правда*. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2025/05/5/7210916/> (дата звернення: 03.08.2025).

27. Именем Витаутаса : консерваторы предлагают строить линию обороны на границе с РФ и Беларусью за миллиард. *Delfy*. URL: <https://www.delfi.lt/ru/news/politics/minoborony-proverit-vozmozhnyy-konflikt-interesov-glavy-knbo-iz-za-akciy-proizvoditelya-dronov-120132195> (дата звернення: 03.08.2025).

28. Государство выделит около 1,1 млрд евро на закупку мер по противодействию мобильности. *Delfy*. URL: <https://www.delfi.lt/ru/news/politics/gosudarstvo-vydelit-okolo-1-1-mlrd-evro-na-zakupku-mer-po-protivodeystviyu-mobilnosti-120106884> (дата звернення: 03.08.2025).

29. Литва встановила «їжаки» та «зуби дракона» навпроти мосту до Калінінградської області РФ. Укрінформ – актуальні новини України та світу. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3902525-litva-vstanovila-izaki-ta-zubi-drakona-navproti-mostu-do-kaliningradskoi-oblasti-rf.html> (дата звернення: 03.08.2025).

30. Литва витратить 17,5 млн євро на захист кордонів з РФ та Білоруссю. *BlackSeaNews*. URL: <https://www.blackseanews.net/read/221114> (дата звернення: 03.08.2025).

31. Покотило О. У Литві планують будівництво масштабної лінії оборони на кордоні з Росією та Білоруссю. Стрічка свіжих новин наживо на Online.ua. *Офіційні новини України онлайн*. URL: <https://news.online.ua/u-litvi-planuiut-budivnictvo-masstabnoyi-liniyi-oboroni-na-kordoni-z-rosijeiu-ta-bilorusiiu-893164/> (дата звернення: 03.08.2025).

32. «Зубы дракона» и «испанские лошади». В Минобороны Литвы рассказали о запланированных фортификациях на границе с Беларусью. *Telegraf.news*. URL: <https://telegraf.news/politika/zuby-drakona-i-ispanskije-loshadi-v-minoborony-litvy-rasskazali-o-zaplanirovannyh-fortifikacijah-na-granice-s-belarusju/> (дата звернення: 03.08.2025).

33. Литва запланувала масштабну лінію оборони від РФ і Білорусі. *РБК-Україна*. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/news/okopi-mini-ppo-litva-zaproponuvala-masshtabnu-1746460616.html> (дата звернення: 03.08.2025).

34. Встановлення інженерних загороджень. G7 Сили територіальної оборони ЗСУ. URL: <https://sprotyvg7.com.ua/lesson/vstanovlennya-inzhenernix-zagorodzen> (дата звернення: 03.08.2025).

35. Простий та дієвий захист від танків : навіщо на війні використовують їжаки і як вони працюють. *Новини Донбасу*. URL: <https://novosti.dn.ua/article/8249-prostyj-ta-diyevyj-zahyst-vid-tankiv-navishho-na-vijni-vykorystovuyut-yizhaky-i-yak-vony-pratsyuyut> (дата звернення: 03.08.2025).

36. Основні види інженерних загороджень Scribd. URL: <https://ru.scribd.com/presentation/677135107/Основні-види-інженерних-загороджень> (дата звернення: 03.08.2025).

37. Contributors to Wikimedia projects. Dragon's teeth (fortification). *Wikipedia, the free encyclopedia*. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Dragon's_teeth_\(fortification\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Dragon's_teeth_(fortification)) (date of access: 03.08.2025).

38. What are dragons teeth in war? Military Modelling. URL: <https://www.militarymodelling.com/blog/what-are-dragons-teeth-in-war/> (date of access: 03.08.2025).

39. Види протипіхотних та протитанкових загороджень. Протитанкові невибухові загородження. *StudFiles*. URL: <https://studfile.net/preview/8861816/page:2/> (дата звернення: 03.08.2025).

40. Змієві вали : фантастичні споруди з прагматичною ціллю. *Ukraine History*. URL: <https://ukraine-history.com/zmiyevi-valy-fantastychni-sporudy-z-pragmatychnoyu-czillyu/> (дата звернення: 03.08.2025).

41. Мільчев В. І. Українська укріплена лінія. *Мала енциклопедія українського козацтва*. URL: http://www.cossackdom.com/articles/m/milchev_ukrukreplinia.htm (date of access: 03.08.2025).

42. Харлан О. В. Стара (Українська) укріплена лінія : дослідження останніх років. Портал Експеримент : культура, освіта та наука. URL: <https://md-eksperiment.org/post/20231218-stara-ukrayinska-ukriplena-liniya> (дата звернення: 03.08.2025).

43. Шпитальов Г. Г. Українська ландміліція. Київ : Нац. акад. наук України; Ін-т укр. археографії та джерелознав. ім. М. С. Грушевського НАН України. Запоріж. від-ня, 2013. 150 с. URL: https://www.uknol.info/ru/Records/Ukrainska_landmilicija_Gennadij.html (дата звернення: 03.08.2025).

44. Залужний В. Сучасна позиційна війна та як у ній перемогти. *ПарламентUA*. URL: <https://parlament.ua/article/suchasna-pozicijna-vijna-ta-yak-u-nij-peremogti-povnij-tekst-statti-valeriya-zaluzhnoho/> (дата звернення: 03.08.2025).

45. Залужний В. Технологічна війна на виснаження та як у ній перемогти. *Українська правда*. URL: <https://www.pravda.com.ua/articles/2025/07/13/7521484/> (дата звернення: 03.08.2025).

46. Романюк Р., Кириленко О. «Лінія дронів» : що це таке і чи зможуть 5 підрозділів зупинити просування росіян. *Українська правда*. URL: <https://www.pravda.com.ua/articles/2025/05/5/7510582/> (дата звернення: 03.08.2025).

47. Що таке БПЛА. *People Project.com : Всеукраїнський центр волонтерів*. URL: <https://www.peoplesproject.com/sho-take-bpla/> (дата звернення: 03.08.2025).

48. На трасі у Запорізькій області збудували тунель проти дронів. *Економічна правда*. URL: <https://epravda.com.ua/biznes/na-trasi-u-zaporizkiy-oblasti-zbuduvali-zahisniy-tunel->

809518/? gl=1*ixn840* ga*MTk1MTA3MjQ5MC4xNzUxMjg4NDcz* ga 6ELQ7YCNBS*czE3NTMzMjA0MTMk bzQkZzEkdDE3NTMzMjA0NzEkajlkBDAkaDA (дата звернення: 03.08.2025).

49. Deep State Map. URL: <https://deepstatemap.live/#6/49.4383200/32.0526800> (date of access: 03.08.2025).

50. Змієві вали без таємниць. *Історична правда*. URL: <https://www.istpravda.com.ua/articles/2022/03/15/161067/> (дата звернення: 03.08.2025).

51. История крепостей Днепропетровщины : часть 2. Дніпро – новини міста і регіону. URL: https://gorod.dp.ua/image2.php?news_id=135554&art_id=1&&n=15 (дата звернення: 03.08.2025).

52. Linija Razdvajanja. Oružje Online. URL: <https://oruzeonline.com/2022/10/23/linija-razdvajanja/> (date of access: 03.08.2025).

53. Проект «Стіна» : Що вже збудовано. *Espresso*.tv. URL: <https://espresso.tv/news/2017/05/15/proekt-quotstinaquot-scho-vzhe-zbudovano> (дата звернення: 03.08.2025).

54. Якимчук І. Польща розпочала будівництво лінії укріплень на кордоні з Росією. ZAXID.NET. URL: https://zaxid.net/u_polshhi_rozpochali_budivnitstvo_liniji_ukriplen_na_kordoni_z_rosiyeyu_n1596935 (дата звернення: 03.08.2025).

55. Мосов С. П., Хижняк В. В., Литовченко А. О., Ядченко Д. М. Класифікація, функції та завдання безпілотної авіації у сфері цивільного захисту України. *Науковий вісник : Цивільний захист та пожежна безпека*. № 2 (12). 2021. С. 54–68.

REFERENCES

1. Shchodo zabezpechennia inzhenerno-tekhnichnoho oblashtuvannia ta utrymannia derzhavnoho kordonu [Regarding the engineering and technical arrangement and maintenance of the state border]. *Holos Ukrainy : hazeta Verkhovnoi Rady Ukrainy* [Voice of Ukraine : the official parliamentary newspaper of Ukraine]. URL: <https://www.golos.com.ua/article/324274> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).

2. Pro skhvalennia Stratehii intehrovanoho upravlinnia kordonamy na period do 2025 roku : Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 24.07.2019 № 687-r [On Approval of the Integrated Border Management Strategy for the Period until 2025 : Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated July 24, 2019 no. 687-p]. *Ofitsiyni visnyk Ukrainy* [Official Bulletin of Ukraine]. 2019, no. 70, p. 184. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalennya-strategiyi-integrovanogo-upravlinnya-kordonami-na-period-do-2025-rokum240719> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).

3. Hurkina H.O. and Serdiuk O.V. *Zamky ta fortetsi Ukrainy* [Castles and Fortresses of Ukraine]. Kharkiv : Torsinh Plius, 2009, 95 p. URL: <https://irbis-nbuv.gov.ua/ulib/item/UKR0001400> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).

4. Kotlyar Y. and Lyamar M. Ukraine as a Shield for Europe : the Russian Invasion and the Reshaping of International Security. *Acta de Historia & Politica : Saeculum XXI*. 2025, no. 10, pp. 75–86. (Accessed: 03 August 2025).

5. Shcherbak V. *Ukrainske kozatstvo : Formuvannia sotsialnoho stanu. Druha polovyna XV – seredyna XVIII* [Ukrainian Cossacks : Formation of a social class. The second half of the XV–middle of the XVIII]. Kyiv : Vydavnychy Dim “KM “Academia”, 2000, 300 p. (in Ukrainian).

6. Kabachynskyi M.I. *Kozatstvo na okhoroni kordoniv Ukrainy* [Cossacks Guarding the Borders of Ukraine]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho* [Scientific Papers of the Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University Series History]. Iss. 9. *Seriia : Istoriia* [Series : History]. Edited by Prof. P.S. Hryhorchuka. Vinnytsia, 2005, pp. 13–19. URL: <https://dspace.vspu.edu.ua/items/c413e0d9-a555-4f06-9d92-a4a028974dec> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).

7. Bahalii D.I. *Istoriia Slobidskoi Ukrainy* [History of Sloboda Ukraine]. Kharkiv : “Osnova” Publ., 1990, 256 p. (Accessed: 03 August 2025). URL: <http://resource.history.org.ua/item/0015594> (in Ukrainian).

8. *Iak kozatski fihury zakhyschaly ukrainski zemli : istoriia syhnalnykh vezh* [How Cossack Figures Protected Ukrainian Lands : The History of Signal Towers]. *Mizhnarodnyi kulturnyi portal Eksperyment* [International Cultural Portal 'Experiment']. (Accessed: 03 August 2025). URL: <https://md-eksperiment.org/post/20240926-yak-kozatski-fihury-zakhyschaly-ukrayinski-zemli> (in Ukrainian).

9. Khvyhura. *Mamaieva Sloboda* [Hvyhura. Mamayeva Sloboda]. URL: <https://mamayevasloboda.kyiv.ua/publ/hvyhura/> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).

10. Koval M.V. *Sporudzhennia ukriplenykh raioniv “linii Stalina” v Ukrainskii RSR* [The Construction of Fortified Areas of the “Stalin Line” in the Ukrainian SSR]. *Naukovi zapysky Vinnytskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Mykhaila Kotsiubynskoho. Seriia : Istoriia* [Scientific Papers of the Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University. Series : History]. Iss. 22, 2014, pp. 82–87. URL: <https://vspu.edu.ua/science/art/a122.pdf> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).

11. *Sovetskaia voennaia entsyklopedyia* [Soviet Military Encyclopedia]. Moscow : Voenyzzdat Publ., 1980. vol. 8, 685 p. (in Russian).

12. *Bolshaia Sovetskaia Entsiklopedyia* [Great Soviet Encyclopedia]. Moscow : Polytyzdat Publ., 1956, vol. 44, 176 p. (in Russian).

13. Lenskyi A.H. *Sukhoputnye sily RKKA v predvoennye hody : spravochnyk* [Ground Forces of the Red Army in the Pre-War Years : directory]. Saint-Petersburg : B&K, 2000, 325 p. (in Russian).
14. Koval M.V. *Dovhotryvala fortyfikatsiia na terenakh Ukrainy naperedodni ta pid chas Druhoi svitovoi viiny : Mify i realii* [Long-Term Fortifications on Ukrainian Territory Before and During World War II : Myths and Realities]. Ch. 1. Khmelnytskyi : Vyd-vo Nats. akad. Derzh. prykordonnoi sluzhby Ukrainy im. B. Khmelnytskoho, 2012, 516 p. (in Ukrainian).
15. Tytorova A. *Plan inzhenerenoho oblashtuvannia kordonu bude hotovy protiahom 2 tyzhniv* [The border engineering arrangement plan will be ready within 2 weeks]. *Dzerkalo tyzhnia* [Mirror Weekly]. (Accessed: 03 August 2025). URL: https://zn.ua/ukr/UKRAINE/plan-inzhenerenogo-oblashtuvannya-kordonu-bude-gotoviy-protiyagom-2-tizhniv-146429_.html (in Ukrainian).
16. *Iak vyhlidaie "Stina" na kordoni z Rosiieiu i shcho nas zakhyschaie (video)* [What the "Wall" on the Border Russia Looks Like and How It Protects Us (Video)]. Ukr.Media. URL: <https://ukr.media/ukrain/255122/> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
17. Proekt "Stina" profinansovanyi na 7–10 % – rechnyk DPSU [The "Wall" Project is 7–10 % Funded – State Border Guard Service Spokesperson]. Radio Svoboda. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/28621361.html> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
18. *Liniia Surovikina : Rosiiski fortyfikatsiini sporudy* [The Surovikin Line : Russian Fortifications]. *Informatsiino-osvitnii sait* [Informational and educational website]. URL: <https://infoua.pp.ua/articles/8/146/> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
19. Katsan O. and Realii D. *De "liniia Zelenskoho"? Khto mav pobuduvaty fortyfikatsii i shcho z nymy teper* [Where is the "Zelensky Line"? Who Was Supposed to Build the Fortifications and What Happened to Them]. *Radio Svoboda* [Radio Freedom]. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/shcho-vidbuvayet'sya-z-fortyfikatsiyamy/32873058.html> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
20. Nahorna O. *"Zuby drakona" vyrostaiut na Kharkivshchyni : yak buduiut fortyfikatsii bilia kordonu* ["Dragon's Teeth" Grow in Kharkiv Region : How Fortifications are Being Built Near the Border]. MH "Obiektvy". URL: <https://www.objectiv.tv/objectively/2023/12/29/zuby-drakona-vyrastayut-na-harkovshhine-kak-stroyat-fortifikatsii-voze-granitsy> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
21. Joe Barnes. Ukraine digs its own Surovikin line against impending Russian offensive. The Telegraph. URL: <https://www.telegraph.co.uk/world-news/2024/01/20/ukraine-own-surovikin-line-active-defence-russia-offensive/> (Accessed: 03 August 2025).
22. Ukraina buduie vlasnu "liniiu Surovikina" : shcho pro nei vidomo [Ukraine is Building its Own "Surovikin Line" : What We Know]. Flot. 2017. (Accessed: 03 August 2025). URL: <https://flot2017.com/ukraina-buduie-vlasnu-liniiu-surovikina-shcho-pro-nei-vidomo/> (in Ukrainian).
23. *Rezultat dosvidu viiny v Ukraini : polski viiskovi pokazaly, yak buduiut fortyfikatsii na kordoni z Rosiieiu* [Lessons from Ukraine's War : Polish Military Demonstrates Border Fortification Construction with Russia. Photos]. Obozrevatel. URL: <https://www.obozrevatel.com/ukr/novosti-mir/rezultat-dosvidu-vijni-v-ukraini-polski-vijskovi-pokazali-yak-buduyut-fortifikatsii-na-kordoni-z-rosiieyu-foto.htm> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
24. *Polski viiskovi prodemonstruvaly frahment ukriplen "Skhidnyi shchyt" na kordoni z RF* [Polish Military Showcases Segment of "Eastern Shield" Fortifications on Border with Russia]. *Yevropeiska pravda* [European Truth]. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2025/05/23/7212269/> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
25. *Vitseministr oborony : "Shchyt Skhid" stae yevropeiskym proiekтом, vidbulysia perehovory z YeIB pro yoho finansuvannia* [Deputy Defense Minister : "Eastern Shield" Becomes a European Project, Negotiations Held with EIB for Funding]. Polska Agencja Prasowa SA. (Accessed: 03 August 2025). URL: <https://www.pap.pl/ua/ukrainian/news/viceministr-oborony-schit-skhid-stae-evropeyskim-proektom-vidbulisya-peregovori-z> (in Ukrainian).
26. *U Lytvi proponuiut pobuduvaty liniyu oborony na kordoni z RF i Bilorussiu za miliard yevro* [Lithuania Proposes €1 Billion Defense Line on Borders with Russia and Belarus]. *Yevropeiska pravda* [European Truth]. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2025/05/5/7210916/> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
27. *Imenem Vytatasa : konservatory predlahaiut stroyt lynyiu oborony na hranytse s RF i Belarusiu za myllyard* [Vytatutas' Name : Conservatives Propose €1 Billion Defense Line on Border with Russia and Belarus]. Delfy. URL: <https://www.delfi.lt/ru/news/politics/minoborony-proverit-vozmozhnyy-konflikt-interesov-glavy-knbo-iz-za-akciy-proizvoditelya-dronov-120132195> (Accessed: 03 August 2025). (in Russian).
28. *Hosudarstvo vydelit okolo 1,1 mlrd evro na zakupku mer po protyvodeistviyu mobylnosti* [The state will allocate approximately €1.1 billion for mobility countermeasures procurement]. Delfy. URL: <https://www.delfi.lt/ru/news/politics/gosudarstvo-vydelit-okolo-1-1-mlrd-evro-na-zakupku-mer-po-protivodeystviyu-mobilnosti-120106884> (Accessed: 03 August 2025). (in Russian).
29. *Lytva vstanovyla "izhaky" ta "zuby drakona" navproty mostu do Kalininhradskoi oblasti RF* [Lithuania Installs "Hedgehogs" and "Dragon's Teeth" Opposite Bridge to Russia's Kaliningrad Oblast]. *Ukrinform – aktualni novyny Ukrainy ta svitu* [Ukrinform – Latest News from Ukraine and the World]. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-world/3902525-litva-vstanovila-izaki-ta-zubi-drakona-navproty-mostu-do-kaliningradskoi-oblasti-rf.html> (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).

30. *Lytva vytratyt 17,5 mln yevro na zakhyst kordoniv z RF ta Bilorussiu* [Lithuania to Allocate €17.5 Million for Border Protection with Russia and Belarus]. BlackSeaNews. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
31. Pokotylo O. *U Lytvi planuiut budivnytstvo masshtabnoi linii oborony na kordoni z Rosiieiu ta Bilorussiu* [Lithuania Plans Construction of Large-Scale Defense Line on Border with Russia and Belarus]. *Strichka svizhykh novyn nazhyvo na Online.ua. Ofitsiini novyny Ukrainy onlain* [Live News Feed on Online.ua – Official Ukrainian News Online]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
32. “Zuby drakona” i “ispanskye loshadi”. *V Mynoborony Litvy rasskazali o zaplanirovannykh fortifikatsiyakh na hranitse s Belarusiu* [“Dragon’s Teeth” and “Spanish Horses” : Lithuanian MoD Details Planned Fortifications on Belarus Border]. Telegraf.news. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
33. *Lytva zaplanyrovala masshtabnuu lynyiu oborony ot RF i Belarusy* [Lithuania Plans Large-Scale Defense Line Against Russia and Belarus]. RBK-Ukrayna [RBC-Ukraine]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
34. *Vstanovlennia inzhenernykh zahorodzhzen* [Installation of Engineering Barriers]. *G7 Syly terytorialnoi oborony ZSU* [G7 Territorial Defense Forces of the Armed Forces of Ukraine]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
35. *Prosty i ta diievyi zakhyst vid tankiv : Navishcho na viini vykorystovuiut yizhaky i yak vony pratsiuiut* [Simple Yet Effective Defense Against Tanks : Why ‘Hedgehogs’ Are Used in War and How They Work]. *Novyny Donbasu* [Donbas News]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
36. *Osnovni vydy inzhenernykh zahorodzhzen* [Main Types of Engineering Barriers]. Scribd. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
37. Contributors to Wikimedia projects. Dragon's teeth (fortification). Wikipedia, the free encyclopedia. (Accessed: 03 August 2025).
38. What are dragons' teeth in war? Military Modelling. (Accessed: 03 August 2025).
39. *Vydy protypikhotnykh ta protytankovykh zahorodzhzen : Protytankovi nevybukhovi zahorodzhennia* [Types of Anti-Infantry and Anti-Tank Barriers : Non-Explosive Anti-Tank Obstacles]. StudFiles. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
40. *Zmiievi valy : fantastychni sporudy z prahmatychnoiu tsilliu* [Serpent’s Walls : Fantastic Structures with a Pragmatic Purpose]. Ukraine History. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
41. Milchev V.I. *Ukrainska ukriplena liniia* [Ukrainian Fortified Line]. *Mala entsyklopediia ukrainskoho kozatstva* [Small Encyclopedia of Ukrainian Cossacks]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
42. Kharlan O.V. *Stara (Ukrainska) ukriplena liniia : doslidzhennia ostannikh rokiv* [The Old (Ukrainian) Fortified Line : Recent Research]. *Portal Eksperyment : kultura, osvita ta nauka* [Portal “Experiment” : Culture, Education, and Science]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
43. Shpytalov H.H. *Ukrainska landmilitsiia* [Ukrainian Landmilitsia]. Kyiv : Nats. akad. nauk Ukrainy, In-t ukr. arkhieohrafii ta dzhereloznav. im. M.S. Hrushevskoho NAN Ukrainy – Zaporiz. vid-nia, 2013, 150 p. (in Ukrainian).
44. Zaluzhnyi V. *Suchasna pozytsiina viina ta yak u nii peremohty* [Modern Positional Warfare and How to Win It]. ParlamentUA. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
45. Zaluzhnyi V. *Tekhnolohichna viina na vysnazhennia ta yak u nii peremohty* [Technological War of Attrition and How to Win It]. *Ukrainska Pravda* [Ukrainian Truth]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
46. Romaniuk R. and Kyrylenko O. “*Liniia droniv*” : *shcho tse take i chy zmozhut 5 pidrozdiliv zupynyty prosuvannia rosiian* [“The Drone Line” : What It Is and Whether 5 Units Can Stop Russian Advances]. *Ukrainska pravda* [Ukrainian Truth]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
47. *Shcho take BPLA* [What Are Drones]. People Project.com : *Vseukrainskyi tsentr volonteriv* [Nationwide Volunteer Hub] (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
48. *Na trasi u Zaporizkii oblasti zbuduvaly tunel proty droniv* [Drone-Proof Tunnel Built on Highway in Zaporizhzhia Oblast]. *Ekonomichna Pravda* [Economic Truth]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
49. Deep State Map. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
50. *Zmiievi valy bez taiemnyts* [Serpent's Walls Without Secrets]. *Istorychna Pravda* [Historical Truth]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
51. *Istoria krepostei Dnepropetrovshchyny : chast 2* [History of Fortresses in Dnipropetrovsk Region : Part 2]. *Dnipro – novyny mista i rehionu* [Dnipro – City and Regional News]. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
52. Linija Razdvajanja. Oružje Online. (Accessed: 03 August 2025). (in Croatian).
53. *Proekt “Stina” : Shcho vzhe zbudovano* [The Wall Project : What has already been built]. *Espresso.tv*. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
54. Iakymchuk I. *Polshcha rozpochala budivnytstvo linii ukriplen na kordoni z Rosiieiu* [Poland Begins Construction of Defensive Line on Border with Russia]. ZAXID.NET. (Accessed: 03 August 2025). (in Ukrainian).
55. Mosov S.P., Khyzhniak V.V., Lytovchenko A.O. and Yadchenko D.M. *Klasyfikatsiia, funktsii ta zavdannia bezpilotnoi aviatsii u sferi tsyvilnoho zakhystu Ukrainy* [Classification, Functions, and Tasks of Unmanned Aerial Vehicles in the Civil Protection Sphere of Ukraine]. *Naukovyi visnyk : Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka* [Scientific Bulletin : Civil Protection and Fire Safety]. No. 2 (12), 2021, pp. 54–68. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції: 04.03.2025.