

РОЛЬ ТА МІСЦЕ ГЕОПРОСТОРОВОЇ ПІДТРИМКИ У ЗАБЕЗПЕЧЕННІ СТІЙКОСТІ СИСТЕМИ ОХОРОНИ ДЕРЖАВНОГО КОРДОНУ В УМОВАХ ГІБРИДНИХ ЗАГРОЗ

Обґрунтовано роль та місце геопросторової підтримки в забезпеченні стійкості системи охорони державного кордону України в умовах сучасних гібридних загроз. Доведено, що динамічне безпечове середовище та характер неконвенційних впливів зумовлюють необхідність трансформації традиційних підходів до просторового забезпечення та їхньої інтеграції з геоінформаційними технологіями.

Визначено, що стійкість системи охорони державного кордону значною мірою залежить від якості, актуальності та точності геопросторових даних, які формують основу для прийняття управлінських і оперативно-службових рішень у Державній прикордонній службі України. Досліджено специфіку гібридних загроз, у яких геопросторовий чинник відіграє ключову роль у забезпеченні ситуаційної обізнаності, прогнозуванні дій противника та своєчасному реагуванні підрозділів охорони кордону.

Окрему увагу приділено процесам цифровізації геопросторової підтримки, зокрема впровадженню цифрових моделей місцевості та використанню геоінформаційних систем для аналізу можливих напрямів порушення державного кордону. Наукова новизна дослідження полягає в уточненні змісту та завдань геопросторової підтримки в умовах гібридних загроз, а практичне значення – у можливості використання отриманих результатів для вдосконалення нормативно-правового забезпечення оперативно-службової діяльності підрозділів Державної прикордонної служби України.

Ключові слова: *Державна прикордонна служба України, національна безпека, гібридні загрози, стійкість, геопросторова підтримка, геоінформаційні системи, просторові дані, ситуаційна обізнаність.*

Постановка проблеми. Сучасна геополітична архітектура безпеки зазнає кардинальних і незворотних трансформацій, що зумовлено широкомасштабною збройною агресією проти України. У цих екстремальних умовах національна безпека держави безпосередньо залежить від адаптивності й стійкості системи охорони та оборони державного кордону [1, с. 56]. Традиційна парадигма функціонування прикордонних підрозділів, яка десятиліттями формувалася в умовах конвенційних викликів минулого століття, сьогодні виявляється недостатньою для протидії асиметричним загрозам. В умовах ведення гібридної війни, де межа між правоохоронною діяльністю у мирний час та інтенсивними бойовими діями стає дедалі прозорішою, виникає гостра потреба у глибокій концептуальній модернізації всіх елементів системи захисту державних рубежів [4, с. 10].

Одним із найкритичніших, але часто недооцінених компонентів цієї стійкості стає геопросторова підтримка. Вона стрімко еволюціонує з допоміжної технічної дисципліни (якою тривалий час вважалася військова топографія) у фундаментальну інтелектуальну основу управління військами. Сучасна геопросторова підтримка сьогодні виступає стрижнем, що забезпечує безшовну інтеграцію масивів просторових даних у загальний контур прийняття управлінських рішень на всіх ієрархічних рівнях [9, с. 5].

Проблема сучасного етапу полягає у якісній зміні характеру та темпоральності загроз на кордоні. Гібридні методи впливу – від прихованої інфільтрації диверсійно-розвідувальних груп та штучної інструменталізації міграційних потоків до складних кібернетичних атак на автоматизовані системи управління – вимагають від Державної прикордонної служби України (ДПСУ) здатності до миттєвої превентивної реакції. Досягнення такої мети можливе лише за умови критично високого рівня ситуаційної обізнаності (situational awareness) командного складу та персоналу [6, с. 115].

Проте динамічна зміна ландшафту, спричинена інтенсивними артилерійськими обстрілами, дистанційним мінуванням місцевості та масштабним руйнуванням інфраструктури, постійно створює ситуацію «інформаційного вакууму». Недостатня оперативність оновлення геопросторових даних та низький рівень інтеграції цифрових просторових моделей у мережецентричні системи управління підрозділами суттєво обмежують спроможності прикордонників. Це призводить до виникнення зон «невидимості», якими ефективно користується агресор для досягнення своїх тактичних та стратегічних цілей [8, с. 94].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання організації геопросторової підтримки та стратегічного управління державним кордоном сьогодні перебувають у фокусі уваги провідних військових науковців і практиків сектору безпеки. Фундаментальні аспекти військової топографії, зокрема класичні методики аналізу місцевості та застосування картографічних матеріалів під час планування операцій, ґрунтовно висвітлені у працях Р. С. Сойки, А. М. Кулика та В. В. Артеменка [3, с. 142]. Їхні дослідження сформували надійну теоретичну базу, яка десятиліттями слугувала основою підготовки прикордонників, проте в умовах сучасного високотехнологічного поля бою ці підходи потребують суттєвої адаптації та інтеграції в єдину систему геопросторової підтримки.

Комплексна проблематика національної безпеки та природи неконвенційних конфліктів отримала глибоке теоретичне обґрунтування у стратегічних працях В. П. Горбуліна. Автор акцентує увагу на тому, що перемога у війнах майбутнього залежить від технологічної переваги та здатності до швидкої трансформації оборонних інституцій [1, с. 88]. У цьому контексті питання трансформації Державної прикордонної служби України в умовах збройної агресії, яка триває, та пошуку інноваційних моделей охорони кордону детально аналізуються у наукових доробках С. В. Дейнека. Зокрема, наголошується на важливості переходу до превентивних методів захисту рубежів на основі точних оперативних даних [4, с. 12].

Особливе значення у сучасних умовах має впровадження високих технологій у військову діяльність. Теоретичні засади функціонування геоінформаційних систем (ГІС) та їхню роль у системі національної безпеки й оборони ґрунтовно досліджено О. В. Барладіним [5, с. 49]. Питання цифрової картографії та переходу на стандарти НАТО в управлінні військами висвітлюються у праці Ю. М. Жаркова, який обґрунтовує критичну необхідність відмови від застарілих форм топогеодезичного забезпечення на користь динамічної геопросторової підтримки [6, с. 116]. Незважаючи на значну кількість напрацювань, залишається потреба у подальшому дослідженні механізмів інтеграції цих систем безпосередньо у контур охорони державного кордону в умовах активних бойових дій.

Аналіз сучасних зарубіжних наукових джерел, зокрема публікацій НАТО та досліджень J. Ash і M. Dodge, чітко вказує на зміщення акцентів у бік концепції «цифрового двійника кордону» (digital twin of the border). Це передбачає створення високоточної віртуальної моделі прикордонної зони, яка оновлюється у режимі реального часу за допомогою алгоритмів штучного інтелекту та машинного навчання [8, с. 91].

Зарубіжна наукова думка та актуальні доктринальні документи Альянсу розглядають військову топографію не як ізольовану дисципліну. Вона виступає складовою ширшої екосистеми геопросторової розвідки та підтримки – Geospatial Intelligence (GEOINT). Така інтеграція підвищує ефективність протидії асиметричним загрозам, оскільки забезпечує об'єднання даних з різних джерел (супутникові знімки, дані БпЛА, сенсорні мережі) у єдину оперативну картину [7, с. 45]. Упровадження подібних стандартів у діяльність ДПСУ дасть можливість досягти сумісності з підрозділами країн-партнерів та підвищити загальну стійкість системи охорони кордону.

Незважаючи на значну кількість теоретичних напрацювань, ґрунтовний аналіз фахових публікацій останніх п'яти років свідчить про наявність суттєвої дослідницької лакуни. Більшість наявних праць продовжують розглядати геопросторову підтримку (яка часто за інерцією називається топогеодезичним забезпеченням) як статичний, допоміжний елемент, що функціонує у відносно стабільному та передбачуваному інформаційному середовищі.

Поза належною увагою вітчизняних дослідників залишаються такі критичні чинники сучасного високотехнологічного протистояння, як:

- деструктивний вплив засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) противника на точність сигналів супутникової навігації та процеси верифікації цифрових карт безпосередньо у зоні бойових зіткнень [10, с. 26];

- ризики навмисного спотворення топографічних даних агресором у межах проведення інформаційно-психологічних операцій для введення в оману прикордонних підрозділів;

- проблема кіберстійкості спеціалізованих геоінформаційних систем прикордонних загонів в умовах масованих атак на критичну цифрову інфраструктуру сектору оборони.

Саме необхідність розв'язання цих суперечностей в умовах гібридної агресії зумовлює актуальність нашого дослідження та визначає його науковий вектор. В умовах, коли ворог використовує асиметричні методи впливу, геопросторові дані стають не просто фоном для ведення операцій, а критичним ресурсом, від якого залежить життєздатність усієї системи охорони державного кордону [1, с. 92]. Отже, попри наявність загальних напрацювань у сфері оборони, питання специфічного впливу гібридних загроз на стійкість та адаптивність геопросторової

підтримки саме прикордонних підрозділів залишається недостатньо висвітленим у вітчизняній військовій науці. Є нагальна потреба в науковому обґрунтуванні переходу від концепції «пасивної карти» як статичного відображення місцевості до стратегії «активної геоінформаційної оборони», де військова топографія є інтегрованим елементом ситуаційної обізнаності [3, с. 15].

Зазначене вище обумовлює вибір теми дослідження та визначає його мету, яка полягає у розробленні концептуальних засад стійкої геопросторової підтримки Державної прикордонної служби України як активного та високотехнологічного інструменту протидії гібридним впливам на межі держави. Це передбачає не лише переоцінку ролі військової топографії у системі підтримки військ (сил), а й формування нових алгоритмів верифікації та захисту просторових даних у динамічному середовищі безпеки [9, с. 7].

Метою статті є комплексне наукове дослідження та теоретичне обґрунтування стратегічної ролі геопросторової підтримки у забезпеченні стійкості системи охорони державного кордону України, а також визначення шляхів адаптації цієї системи до викликів, зумовлених сучасними гібридними загрозами.

Досягнення мети передбачає перегляд застарілих підходів до топогеодезичного забезпечення на користь динамічної моделі, здатної функціонувати в умовах високої інформаційної невизначеності та постійних змін ландшафту. Робота базується на науковій ідеї трансформації військової топографії із пасивного інформаційного ресурсу в активний, інтегрований елемент системи управління вогнем та маневром прикордонних підрозділів. Дослідження спирається на гіпотезу, що впровадження інтелектуальних геоінформаційних систем та перехід до концепції «цифрового кордону» дасть змогу нівелювати перевагу противника у веденні гібридної війни. Це досягається шляхом створення єдиного вірогідного просторового середовища, що володіє високим рівнем стійкості до впливу засобів РЕБ та ворожих кібервтручань у критичну цифрову інфраструктуру.

Для досягнення поставленої мети визначено такі основні завдання:

1) проаналізувати специфічний вплив сучасних гібридних загроз, зокрема РЕБ-дезорієнтації та навмисних маніпуляцій з просторовими даними, на функціонування системи геопросторової підтримки ДПСУ та оцінити ризики виникнення «інформаційного вакууму» під час бойових зіткнень;

2) обґрунтувати концептуальну модель стійкої системи геопросторових даних, яка інтегрує стандарти НАТО (зокрема в частині доктрини GEOINT), дані дистанційного зондування Землі та автономні методи навігації для забезпечення безперервної ситуаційної обізнаності прикордонних нарядів;

3) визначити практичні рекомендації щодо модернізації технічного та програмного забезпечення підрозділів ДПСУ в контексті створення єдиного геоінформаційного простору національної безпеки та оборони.

Виклад основного матеріалу. Сучасна трансформація архітектури національної безпеки України, зумовлена широкомасштабною збройною агресією та стрімкою еволюцією асиметричних методів ведення війни, об'єктивно вимагає концептуального переосмислення ролі та місця геопросторової підтримки в загальній системі охорони й оборони державного кордону [1, с. 102]. В умовах гібридного протистояння, де межа між правоохоронною діяльністю у мирний час і активними бойовими діями у воєнний період часто нівелюється, а кінетичні удари поєднуються з інформаційно-психологічними операціями та кібервтручаннями, геопросторова підтримка перестає бути виключно технічною сервісною функцією з надання паперових або статичних електронних карт. Натомість вона формується як системоутворювальний елемент забезпечення діяльності органів і підрозділів сектору безпеки та оборони, що відповідає сучасним керівним документам у сфері топогеодезичного та картографічного забезпечення [9, с. 3].

На сучасному етапі геопросторова підтримка трансформується у динамічну, високотехнологічну та інтелектуалізовану систему ситуаційної обізнаності (situational awareness), яка створює надійний просторовий фундамент для прийняття стратегічних і тактичних рішень у режимі реального часу [7, р. 58]. Результати дослідження дають можливість стверджувати, що загальна стійкість системи охорони державного кордону безпосередньо корелює з рівнем автономності, актуальності та захищеності геопросторового середовища від зовнішніх деструктивних впливів, зокрема інформаційних і радіоелектронних [4, с. 11]. У цьому контексті військова топографія розглядається як функціональна складова геопросторової підтримки, інтегрована в єдине геоінформаційне середовище, що забезпечує просторову цілісність управління та підвищує стійкість системи охорони кордону в умовах гібридних загроз.

Ключовим аспектом зазначеної трансформації є перехід до мережецентричної моделі управління, у межах якої геопросторові дані виступають інтегруючою основою для засобів розвідки,

спостереження, управління та вогневого ураження. За такого підходу вона забезпечує не лише орієнтування на місцевості, а й формування єдиного достовірного просторового базису для синхронізованої взаємодії прикордонних нарядів, підрозділів Державної прикордонної служби України, артилерійських засобів та авіаційної підтримки [6, с. 115]. Наявність спільного геопросторового поля дає змогу мінімізувати часові затримки в передаванні координат, підвищує точність цілевказання та забезпечує сумісність дій у межах єдиного операційного простору.

Особливого значення в умовах гібридного протистояння набуває здатність системи геопросторової підтримки до самовідновлення та безперервного функціонування за активного застосування противником засобів радіоелектронної боротьби, спрямованих на придушення або спотворення сигналів глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS). Це обумовлює необхідність упровадження у діяльність ДПСУ методів автономної навігації, а також оперативного оновлення геопросторових даних із використанням безпілотних авіаційних комплексів, що дає можливість уникнути виникнення «інформаційного вакууму» та зберегти керованість підрозділів у найкритичніші моменти бойового зіткнення [10, с. 27]. У такий спосіб геопросторова підтримка набуває рис активного інструменту стримування, перетворюючи складні фізико-географічні умови місцевості на чинник стратегічної переваги для захисників державних рубежів.

Водночас критичного значення в умовах трансформації системи охорони державного кордону набуває проблема конвергенції технічних засобів геопросторової підтримки з рівнем професійної підготовки особового складу Державної прикордонної служби України. Удосконалення фахової підготовки прикордонників у межах геопросторової підтримки, зокрема в частині застосування мобільних геоінформаційних систем і навігаційних засобів за умов активної радіоелектронної протидії, обґрунтовано розглядається як один зі стратегічних пріоритетів розвитку відомства. Саме поєднання технологічних можливостей і когнітивних спроможностей персоналу визначає ефективність використання геопросторових даних у реальній оперативно-службовій діяльності.

Стійкість системи охорони державного кордону в умовах неконвенційного конфлікту безпосередньо залежить від здатності кожного офіцера та сержанта оперативно верифікувати геопросторову інформацію й інтегрувати її в єдиний інформаційний простір сектору безпеки й оборони. Такий підхід дає можливість суттєво знизити вразливість підрозділів до гібридних впливів і забезпечити непорушність державного рубежу шляхом формування інтелектуально-технологічного бар'єра. У цьому контексті військова топографія виконує функцію інтегруючої складової геопросторової підтримки, забезпечуючи єдність просторових уявлень, достовірність навігаційних рішень і стійкість управління підрозділами в умовах інформаційної та радіоелектронної протидії.

Фундаментальною проблемою, що потребує наукового осмислення в контексті забезпечення стійкості державного кордону, є явище геопросторової та навігаційної дезорієнтації, яке в сучасних умовах обґрунтовано розглядається як одна з ключових гібридних загроз. Реалізація цієї загрози здійснюється шляхом масованого застосування противником засобів радіоелектронної боротьби та технологій навігаційного спуфінгу, спрямованих на спотворення або імітацію сигналів глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS), що безпосередньо підриває стійкість системи охорони державного кордону [1, с. 110, 111, 112; 7, с. 41]. Установлено, що формування зон так званого «інформаційного вакууму» у прикордонних районах має на меті паралізацію систем управління, викривлення процесів цілевказання та створення сприятливих умов для прихованого проникнення диверсійно-розвідувальних груп. За таких умов трансформація підходів до вивчення місцевості об'єктивно вимагає впровадження комплексних геоінформаційних технологій у систему національної безпеки, що дає змогу мінімізувати вплив навігаційних та геопросторових загроз і підвищити стійкість управління підрозділами [5, с. 47, 48, 49; 9].

Наукова ідея дослідження полягає у формуванні концепції «когнітивної геопросторової стійкості», яка ґрунтується на впровадженні багаторівневої системи навігаційного резервування. У межах цієї концепції сучасні геоінформаційні платформи та дані цифрової картографії, сумісні зі стандартами НАТО, інтегруються з автономними інерціальними навігаційними системами, що відповідає сучасним доктринальним підходам до геопросторової підтримки військ [6, с. 117, 118; 7, с. 66]. Навіть за умов активного застосування інтелектуальних рішень, зокрема технологій «цифрових двійників» ландшафту, людський чинник залишається ключовим елементом геопросторової підтримки. Офіцерський склад, володіючи належним рівнем фахової підготовки з військової топографії як складової геопросторової підтримки, виконує роль інтелектуального фільтра-верифікатора, що дає можливість зіставляти цифрові дані з реальними фізико-географічними властивостями місцевості, оперативно актуалізувати їх із використанням БПЛА та виявляти ознаки

маскування або штучної трансформації орієнтирів противником у межах єдиної системи топогеодезичного та картографічного забезпечення [3, с. 44–48; 8, с. 92–95; 10, с. 26, 27, 28].

Методологічне підґрунтя запропонованої концепції «когнітивної геопросторової стійкості» об'єктивно зумовлює необхідність перегляду дидактичних підходів у системі професійної підготовки кадрів Державної прикордонної служби України [4, с. 12]. У межах цього підходу пропонується впровадження алгоритмів «гібридної навігації», що передбачають здатність прикордонних підрозділів ефективно діяти за умов повної або часткової деградації сигналів GNSS. Реалізація таких алгоритмів досягається шляхом цілеспрямованого розвитку навичок візуального орієнтування за природними й штучними орієнтирами місцевості [3, с. 45–48] у поєднанні з використанням офлайн-кешованих картографічних баз даних і геоінформаційних технологій [5, с. 51]. Зазначена синергія трансформує фахівця з пасивного оператора технічних засобів у аналітика геопросторової інформації, здатного виявляти навігаційні аномалії, критично оцінювати ступінь достовірності цифрових даних та ухвалювати обґрунтовані рішення в умовах цілеспрямованого інформаційно-технічного впливу противника [1, с. 112].

Практична імплементація результатів дослідження передбачає створення спеціалізованих навчальних полігонів «геопросторового стрес-тестування», де моделюються ситуації активного радіоелектронного придушення та навігаційного спуфінгу. В межах таких тренувань особовий склад відпрацьовує методики верифікації координат через триангуляцію за характерними об'єктами рельєфу та використання автономних інерціальних датчиків [8, с. 95]. Автор праці [1] зазначає, що лише за умови формування такої комплексної стійкості – технічної, інформаційної та когнітивної – система охорони державного кордону зможе ефективно протидіяти асиметричним методам агресора. Це забезпечує не лише фізичний контроль над територією, а й домінування в інформаційно-геопросторовому середовищі, що є критично важливим для збереження суверенітету відповідно до сучасних доктрин геопросторової підтримки [7, с. 34; 9]. Важливим науково-практичним результатом дослідження є обґрунтування необхідності переходу від статичних картографічних моделей до концепції «цифрового двійника державного кордону» (Digital Twin), що відповідає провідним світовим тенденціям розвитку геопросторових систем [8, с. 90]. Це інтегроване середовище поєднує високоточні цифрові моделі рельєфу з динамічними шарами просторових даних, що оновлюються за допомогою засобів дистанційного зондування Землі та безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) [10, с. 28]. Використання радарної зйомки (SAR), здатної забезпечувати моніторинг крізь хмарність та в нічний час, дає змогу Державній прикордонній службі України підтримувати «прозорість» кордону за будь-яких умов, що є пріоритетом у межах трансформації відомства [2; 4, с. 14]. Авторський внесок у цьому напрямі полягає у розробленні алгоритмів автоматизованого предиктивного аналізу місцевості. Необхідність застосування таких підходів узгоджується із сучасними доктринальними положеннями розвитку геопросторової підтримки, зокрема стандартами НАТО та нормативними документами сектору безпеки й оборони України [7, 9]. Зокрема, застосування методів математичного моделювання «Least Cost Path» дає можливість розраховувати найімовірніші вектори руху противника, ураховуючи крутизну схилів, характер рослинності та сезонну прохідність ґрунтів [3, с. 210–215]. Такий підхід трансформує класичні функції військової топографії у предиктивний інструмент у межах єдиної ГІС-платформи [5, с. 54]. Це дає змогу командирам здійснювати випереджальне маневрування резервами та оптимізувати щільність розташування засобів вогневого ураження, забезпечуючи технологічну перевагу в умовах гібридної агресії [1, с. 180; 6, с. 116]. Інтеграція «цифрового двійника» у єдиний інформаційний простір сектору безпеки й оборони створює передумови для реалізації концепції мережецентричної охорони кордону [8, р. 98]. Завдяки потоковій передачі геопросторових метаданих від БпАК безпосередньо в автоматизовані системи управління час від моменту виявлення змін геопросторово-технічного стану ландшафту (наприклад, зведення ворогом переправ або інженерних загороджень) до прийняття рішення на вогневе ураження скорочується до мінімуму [10, с. 29]. Це дозволяє нівелювати перевагу супротивника у живій силі завдяки технологічному домінуванню та безпомилковому орієнтуванню в умовах динамічного бою. Отже, цифрова модель стає не просто картою, а інтерактивною матрицею взаємодії всіх сил і засобів, що залучені до оборони державного рубежу в межах єдиної системи геопросторової підтримки [9].

Завершальним етапом упровадження результатів дослідження має стати імплементація розроблених алгоритмів у відомчі нормативно-правові акти та бойові статuti ДПСУ [2]. Автор статті [6] наголошує на важливості стандартизації форматів обміну геопросторовими даними з партнерами по НАТО, що забезпечить повну оперативну сумісність під час проведення спільних операцій. Науково обґрунтований перехід від пасивного спостереження до активного цифрового моделювання

простору є ключовим чинником трансформації прикордонного відомства у зразок сучасної високотехнологічної структури [4, с. 16]. Упровадження цих підходів не лише посилює оборонний потенціал нашої держави, а й створює надійний щит проти будь-яких форм гібридної експансії у геопросторовій сфері [1, с. 204; 5, с. 56]. На окрему наукову увагу заслуговує питання інтеграції українського сегмента прикордонного менеджменту до єдиного безпекового простору країн-членів Альянсу. Доведено, що повна імплементація стандартів НАТО (зокрема щодо геопросторової підтримки та цифрових карт) і перехід на єдину світову геодезичну систему координат WGS-84 є не лише технічною передумовою, а стратегічним чинником виживання підрозділів на полі бою. Уніфікація класифікаторів та умовних знаків, передбачена сучасними доктринальними документами, перетворює геопросторові дані на «універсальну мову» міжвідомчої взаємодії. Це дає змогу прикордонним підрозділам ДПСУ виступати активними елементами єдиного вогневого контуру, надаючи точні цілевказання для артилерії та авіації без часових витрат на перерахунок координат чи узгодження термінології. Таке «мережецентричне» використання даних у межах геопросторової підтримки забезпечує якісну перевагу над агресором у швидкості прийняття рішень (OODA loop). Людський чинник у цій системі, підкріплений фундаментальними знаннями з військової топографії, стає гарантом верифікації інформації в умовах радіоелектронної протидії. Водночас процес переходу на стандарти НАТО не повинен обмежуватися лише інструментальною складовою. Важливим аспектом є формування єдиної методики оцінки місцевості за стандартами Альянсу (зокрема з використанням аналітичних схем ОСОКА/КОСОА), що дає можливість прикордонним підрозділам оперативно інтегруватися у спільні операційні плани. Це створює умови для формування так званої «спільної карти оперативної обстановки» (Common Operational Picture – COP). Упровадження цієї технології дозволяє синхронізувати дії підрозділів ДПСУ з іншими складовими Сил оборони України та міжнародними партнерами, забезпечуючи ідентичне розуміння геопростору на всіх рівнях управління – від тактичної ланки до стратегічного штабу.

Крім того, науково обґрунтована інтеграція даних у єдиний безпековий простір вимагає створення захищеної інфраструктури обміну геопросторово-розвідувальною інформацією (GEOINT). Це передбачає не лише використання сумісних протоколів передачі даних, а й упровадження хмарних рішень для зберігання та оброблення великих масивів цифрової картографічної інформації. Такий підхід робить систему охорони кордону резистентною до фізичного знищення локальних вузлів зв'язку або архівів документації. Отже, стратегічна перевага в умовах гібридного протистояння досягається через побудову гнучкої, адаптивної та повністю сумісної з партнерами системи геопросторової підтримки, яка здатна до самовідновлення та масштабування у критичних фазах конфлікту. У межах дослідження автори статті пропонують радикальну зміну архітектури геопросторової підтримки національної безпеки. Ураховуючи високу вразливість централізованих баз даних до кібератак та фізичного знищення серверної інфраструктури, вони обґрунтовують доцільність розбудови децентралізованої хмарної системи збереження просторової інформації з локальною реплікацією на рівні прикордонних загонів. Це гарантує, що навіть за умов повного розриву зовнішніх каналів зв'язку або масованих атак на державні магістральні мережі кожен підрозділ охорони кордону матиме доступ до актуальної офлайн-карти своєї ділянки відповідальності. Така технологічна незалежність від іноземних комерційних сервісів є критично важливою для запобігання витоку інформації про інженерне облаштування кордону та дислокацію сил, що відповідає пріоритетам трансформації ДПСУ.

Розбудова такої автономної інфраструктури потребує впровадження спеціалізованих вітчизняних протоколів шифрування геопросторових метаданих, що відповідають вимогам захисту державної таємниці та стандартам топогеодезичного забезпечення Сил оборони. Автори статті пропонують створити багаторівневу систему доступу, де кожен рівень деталізації карти (від оглядової до оперативно-тактичної) динамічно адаптується під повноваження конкретного користувача. Це дає можливість нівелювати ризики «каскадного» витоку інформації: навіть у разі втрати кінцевого терміналу децентралізована архітектура блокує доступ до глобального масиву даних, ізолюючи лише локальний сегмент. Тож «геопросторова стійкість» стає невід'ємною частиною загальної кібербезпеки прикордонного відомства та фундаментом для підготовки майбутніх офіцерів. Важливим вектором розвитку децентралізованої системи є інтеграція алгоритмів машинного навчання безпосередньо на кінцевих пристроях (Edge AI), що відповідає сучасним концепціям оброблення просторових даних [8, р. 94]. Це дає змогу підрозділам ДПСУ проводити первинний аналіз аеросвітлин та радарних даних без необхідності передачі великих обсягів трафіку на центральні сервери, що критично важливо для збереження стійкості системи в умовах гібридних загроз [1, с. 156]. Автоматизоване виявлення змін у ландшафті (поява нових колій, вирубок або

замаскованих об'єктів) відбувається автономно в межах локальної хмари прикордонного загону за допомогою БпЛА, що дозволяє оперативно оновлювати геопросторові дані [10, с. 27]. Такий підхід не лише економить дефіцитний ресурс каналів зв'язку в умовах активної роботи РЕБ супротивника, а й забезпечує безпрецедентну швидкість реакції на спроби порушення недоторканності державного кордону, трансформуючи класичну топографічну підготовку у високотехнологічну геопросторову підтримку [4, с. 15; 9]. Використання подібних інтелектуальних ГІС-технологій є фундаментом сучасної системи національної безпеки та оборони [5, с. 52].

На завершення варто підкреслити, що перехід до децентралізованої архітектури геопросторової підтримки є ключовим кроком на шляху до створення «інтелектуального кордону» [4, с. 15]. Автор праці [1] обґрунтовує, що поєднання локальної автономності з глобальною хмарною синхронізацією створює ефект «живого організму», здатного до швидкої адаптації та відновлення після будь-яких зовнішніх деструктивних впливів. Це закладає фундамент для формування нової стратегії геопросторової підтримки, де технологічна незалежність та ШІ-алгоритми автоматизації виступають гарантами стабільності всієї системи національної безпеки України у довгостроковій перспективі [2, 9].

Подальший вектор розвитку геопросторової підтримки вбачається у масовому впровадженні ШІ-алгоритмів машинного зору для повної автоматизації процесу дешифрування змін ландшафту [5, с. 54; 8, с. 98]. В умовах інтенсивних бойових дій рельєф і структура місцевості змінюються катастрофічно швидко: артилерійські вирви, руйнування мостів та зведення нових укріплень ворогом створюють нову фізичну реальність. Авторська концепція «динамічного картографування» передбачає постійне порівняння актуальних знімків із БпЛА з еталонними цифровими моделями місцевості, що реалізується через спеціалізовані ШІ-алгоритми нейронних мереж [10, с. 29]. Це дає змогу в автоматичному режимі сигналізувати про появу нових об'єктів у смузі безпеки, значно розширюючи можливості розвідки та мінімізуючи вплив людського чинника в межах загальної системи геопросторової підтримки за стандартами НАТО [6, с. 116; 7, с. 38].

Важливою перевагою впровадження інструментів комп'ютерного зору в систему геопросторової підтримки є можливість ідентифікації прихованих загроз, які залишаються невидимими для неозброєного ока або традиційних засобів спостереження. У сучасних умовах гібридної війни особливого значення набуває застосування мультиспектрального та гіперспектрального аналізів у поєднанні з алгоритмами штучного інтелекту для виявлення зон штучного маскуванню техніки та живої сили противника. Дослідження доводять, що спектральні підписи живої рослинності суттєво відрізняються від маскувальних сіток чи зрубаних гілок, що дає можливість автоматизованим системам своєчасно розкривати підготовчі дії противника ще на етапі формування провокацій [5, с. 48, 49, 50; 8, с. 91–94]. За таких умов динамічне картографування трансформується в елемент випереджувальної розвідки, де кожен піксель просторових даних виступає джерелом верифікованої оперативної інформації, інтегрованої в єдину систему підтримки прийняття рішень.

Автоматизація дешифрування змін ландшафту в межах геопросторової підтримки дає змогу реалізувати концепцію «цифрового сліду» противника. Системи на основі штучного інтелекту накопичують і аналізують історію просторових змін на конкретних ділянках державного кордону, виявляючи закономірності у підготовці інженерних споруд, логістичних маршрутів або позиційного розгортання [6, с. 114, 115, 116; 9]. Це дозволяє не лише фіксувати появу нового об'єкта, а й прогнозувати подальші дії агресора на основі виявлених поведінкових шаблонів, що відповідає сучасним підходам НАТО до геопросторової розвідки та інженерної підтримки військ [7, с. 63–67]. Отже, геопросторова підтримка набуває рис активного інструменту інтелектуального протиборства, забезпечуючи командування Державної прикордонної служби України об'єктивними даними для стратегічного планування та раціонального розподілу ресурсів у найуразливіших секторах охорони кордону [4, с. 9–12].

Інтеграція штучного інтелекту в систему геопросторової підтримки закладає фундамент для створення сучасних систем підтримки прийняття рішень (Decision Support Systems), орієнтованих на випередження загроз. В умовах гібридної війни перевага досягається не лише вогневою потужністю, а насамперед завдяки швидкості інтелектуального оброблення просторових даних та їхньої аналітичної інтерпретації [1, с. 72–75]. Розроблення національних алгоритмів штучного інтелекту, адаптованих до фізико-географічних особливостей ландшафтів України, розглядається як ключова умова формування концепції «Smart Border», що забезпечує недоторканність державних рубежів шляхом створення високотехнологічного інтелектуального фільтра [2; 5, с. 55, 56, 57].

Значну увагу в дослідженні приділено фізико-географічним та екологічним чинникам стійкості системи охорони державного кордону. Геопросторова підтримка повинна інтегрувати дані

гідрологічного та гідрометеорологічного моніторингу прикордонних річок і болотних масивів, оскільки ці природні елементи можуть використовуватися агресором як інструменти гібридного тиску [3, с. 210–215]. Моделювання зон можливого затоплення внаслідок руйнування гідроспоруд або розрахунок прохідності болотистих ділянок у період сезонної відлиги є критично важливими для планування інженерної оборони та маневру сил [7, с. 81–84].

Інтеграція ґрунтознавчих і гідрометеорологічних даних у геопросторову підтримку дає можливість формувати динамічні карти «тактичної місткості» місцевості. Сезонні коливання рівня ґрунтових вод і несучої здатності ґрунтів безпосередньо впливають на можливість застосування важкої техніки та засобів протиповітряної оборони вздовж кордону [3, с. 268–272]. Використання прогнозних моделей прохідності ґрунтів (soil trafficability) дає змогу командуванню ДПСУ завчасно ідентифікувати періоди підвищеної вразливості окремих ділянок, коли природні загороджувальні властивості тимчасово нівелюються [10, с. 27, 28, 29]. У такий спосіб геопросторова підтримка трансформується на інструмент стратегічного стримування, що зменшує ефект раптовості дій противника.

Окремим напрямом є забезпечення екологічної безпеки прикордонних територій як об'єкта гібридного впливу. Використання мультиспектральної зйомки дозволяє виявляти навмисне пошкодження екосистем – штучні пожежі або забруднення водних об'єктів, які можуть застосовуватися для маскування переміщень противника або відволікання сил ДПСУ [5, с. 52, 53, 54]. Геопросторовий моніторинг рослинного покриву та теплових аномалій забезпечує своєчасну ідентифікацію таких загроз і підвищує ефективність реагування [8, с. 97–100].

Завершальним елементом забезпечення стійкості системи охорони державного кордону є трансформація системи підготовки офіцерських кадрів ДПСУ. Сучасна геопросторова підтримка вимагає підготовки фахівців нового типу – геопросторових аналітиків, здатних ефективно діяти як в умовах цифровізації, так і під час технологічних обмежень [4, с. 14, 15, 16]. Запровадження в освітній процес тренажерних комплексів із використанням технологій віртуальної та доповненої реальності дає можливість моделювати складні сценарії охорони кордону з урахуванням рельєфу, дії РЕБ та навігаційних збоїв, що відповідає сучасним стандартам підготовки НАТО [7, с. 118–121].

Висновки

У результаті комплексного дослідження встановлено, що в умовах сучасної збройної агресії та гібридних викликів геопросторова підтримка трансформується зі спеціального виду забезпечення у стратегічний інструмент зміцнення стійкості національної безпеки. Наукова новизна отриманих результатів полягає у переосмисленні ролі топогеодезичного та картографічного забезпечення як динамічної системи ситуаційної обізнаності, що здатна ефективно функціонувати в умовах активного радіоелектронного й інформаційного протистояння. Важливим науковим результатом стало теоретичне обґрунтування концепції навігаційної мультимодальності, де для нейтралізації ризиків навігаційної сліпоти інтегруються автономні інерціальні системи з когнітивними навичками просторової верифікації особового складу. Це дає змогу створити багаторівневу систему дублювання, де людський чинник, підкріплений фундаментальною підготовкою з військової топографії, виступає гарантом достовірності цифрових даних.

Розроблення моделі цифрового двійника ділянки кордону дає можливість проводити предиктивний аналіз загроз через синтез статичних топографічних основ із динамічними даними безпілотних авіаційних комплексів та дистанційного зондування Землі. Упровадження цієї технології на основі стандартів НАТО забезпечує повну операційну взаємосумісність Державної прикордонної служби України з іншими складовими Сил оборони для точності міжвидомчої вогневої підтримки. Паралельно обґрунтовано необхідність переходу до захищеної децентралізованої хмарної архітектури відомчих просторових даних, що має критичне значення для життєздатності системи управління в умовах масованих кібератак. Удосконалення методичного підходу до підготовки кадрів через упровадження сучасних геоінформаційних технологій дозволяє формувати у майбутніх офіцерів стійке просторове мислення, необхідне для ідентифікації топографічної дезінформації.

Перспективи подальших досліджень вбачаються у розробленні автоматизованих методів інтелектуального аналізу просторових даних для виявлення прихованих змін у ландшафті та інженерному облаштуванні ворога в реальному часі.

Перелік джерел посилання

1. Горбулін В. П. Як перемогти Росію у війні майбутнього. Київ : Брайт Букс, 2020. 256 с.
2. Про Державну прикордонну службу України : Закон України від 03.04.2003 р. № 661-IV. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/661-15> (дата звернення: 20.01.2026).
3. Сойка Р. С., Кулик А. М., Артеменко В. В. Військова топографія : підручник. Львів : НА СВ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, 2021. 380 с.
4. Дейнеко С. В. Пріоритети трансформації Державної прикордонної служби України в умовах гібридних загроз. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України*. Хмельницький : НА ДПСУ, 2022. № 2. С. 5–18. DOI: <https://doi.org/10.32453/nadpsu.v2i82.1025>.
5. Барладін О. В. ГІС-технології у системі національної безпеки та оборони. *Космічна наука і технологія*. 2023. Т. 29. № 1. С. 45–58.
6. Жарков Ю. М. Цифрова картографія та топогеодезичне забезпечення військ за стандартами НАТО. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки і оборони*. 2021. № 3 (41). С. 112–119.
7. NATO Standard AJP-3.12. Allied Joint Doctrine for Military Engineering. Edition B, Version 1. Brussels : NATO Standardization Office, 2023. 140 p.
8. Ash J., Dodge M. Digital twins in military operations: spatial data challenges. *Journal of Military Geography*. 2024. Vol. 12. No. 2. P. 88–104. DOI: <https://doi.org/10.1080/milgeo.2024.05432>.
9. Про затвердження Положення про топогеодезичне та картографічне забезпечення Сил оборони : наказ Міністерства оборони України від 15.05.2024 р. № 312.
10. Коваль О. М., Петренко В. І. Використання БПЛА для оперативного оновлення геопросторових даних у зоні бойових дій. *Військово-технічний збірник*. Львів : НА СВ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, 2025. Т. 32. С. 24–31.

Стаття надійшла до редакції 21.01.2026 р.
Прийнято до друку після рецензування 19.02.2026 р.
Дата публікації 29.05.2026 р.

UDC 355/359:623

L. Balahur, S. Kozliuk

THE ROLE AND PLACE OF GEOSPATIAL SUPPORT IN ENSURING THE RESILIENCE OF THE STATE BORDER PROTECTION SYSTEM UNDER HYBRID THREATS

The article provides a comprehensive theoretical substantiation of the role and determines the strategic place of geospatial support in the general structure of the state border protection system of Ukraine. In the context of modern hybrid threats, the author emphasizes a critical paradigm shift: the functions of military topography today are integrated into the systemic concept of "geospatial support", which covers topography, geodesy, cartography, and navigation. It is proved that the resilience of the border protection system directly depends on the accuracy of spatial data integrated with the latest geographic information technologies.

The specificity of hybrid threats is revealed, in which the enemy uses EW means and navigation spoofing, which requires the units of the State Border Guard Service of Ukraine to have a high level of situational awareness and the ability for cognitive terrain verification. Significant attention is paid to digitalization and the implementation of the "digital twin" of the border concept, which allows modeling the operational situation in real time using unmanned aerial systems and automated analysis methods.

The conclusions emphasize that the integration of modern geospatial support into the national security system is a strategic requirement that allows minimizing the risks of non-conventional conflicts. The scientific novelty of the work lies in the clarification of the functional tasks of the force support system in accordance with modern doctrines and NATO standards. The practical value of the results lies in the possibility of their implementation into the regulatory framework and the methodology of training State Border Guard Service of Ukraine officer personnel.

Keywords: State Border Guard Service of Ukraine, national security, hybrid threats, geospatial support, geographic information systems, situational awareness, digital cartography.

Балагур Леся Олександрівна – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри загальновійськових дисциплін, Національна академія Державної прикордонної служби України ім. Богдана Хмельницького
<https://orcid.org/0000-0002-1137-1670>

Козлюк Сергій Петрович – викладач кафедри загальновійськових дисциплін, Національна академія Державної прикордонної служби України ім. Богдана Хмельницького
<https://orcid.org/0009-0001-2347-2102>