

ГЕОПРОСТОРОВА ПІДТРИМКА

УДК 528.9:355.40:004.65

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2024.60.66-71>

Олександр КОРЕНЕЦЬ¹, канд. геогр. наук
ORCID ID: 0000-0001-6352-9591
e-mail: oleksandr.korenets@knu.ua

Ірина ПІДЛІСЕЦЬКА¹, канд. геогр. наук, доц.
ORCID ID: 0000-0001-6724-2379
e-mail: Irinna2008@univ.net.ua

Наталія ЛИТВИНЕНКО¹, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.
ORCID ID: 0000-0002-2203-2746
e-mail: n123n@ukr.net

Тамара КУРАЧ¹, канд. геогр. наук, доц.
ORCID ID: 0000-0002-5989-9431
e-mail: kurachTM@knu.ua

¹Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ВЕКТОРНОЇ ГЕОПРОСТОРОВОЇ БАЗИ ДАНИХ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНОМУ ПОРТАЛІ ЗС УКРАЇНИ

Вступ. Сучасна ситуація в ЗС України, яка обумовлена війною на території України, визначає необхідність оперативного забезпечення актуальним геопросторовими даними на всіх рівнях. Застосування векторних геопросторових баз даних підрозділами збройних сил провідних країн світу є важливим компонентом підтримки сучасних військових операцій. Ці бази даних надають детальну інформацію про географічні об'єкти, їхній поточний стан, інфраструктуру та інші ключові аспекти, що сприяють ефективному плануванню та виконанню бойових завдань. Мета дослідження – аналіз змісту та етапів формування векторних геопросторових баз даних у збройних силах провідних країн світу та існуючої векторної геопросторової бази даних, яка використовується топографічною службою ЗС України, з метою розроблення рекомендацій та вимог щодо структури та змісту для її застосування в Геоінформаційному порталі ЗСУ.

Методи. Під час написання статті використовувалися загальнонаукові методи аналізу, порівняння, синтезу, аналогії, системного підходу.

Результати. У роботі проведено аналіз структури векторних геопросторових баз даних, які використовуються збройними силами провідних країн світу, що є ключовим елементом підтримки сучасних військових операцій. Наведено основні технічні специфікації та стандарти, що регламентують створення та обмін векторними геопросторовими даними, у тому числі у військовій сфері. За результатами проведеного дослідження розглянуто джерела вихідних даних, визначено вимоги до структури і змісту векторної геопросторової бази даних та запропоновано шляхи вдосконалення для її ефективного використання в Геопорталі ЗС України.

Висновки. Результати дослідження мають практичне значення для розвитку системи геопросторової підтримки ЗС України та можуть бути використані при створенні та модернізації геоінформаційних систем військового призначення, що відповідають стандартам НАТО. У результаті проведеного дослідження автори розробили пропозиції щодо внесення змін до Військового стандарту 01.110.001. "Топогеодезичне забезпечення. База даних картографічної інформації для створення та використання в геоінформаційних системах ArcGis".

Ключові слова: векторна база геопросторових даних, Геоінформаційний портал ЗС України, військові стандарти, геопросторова підтримка військ (сил).

Вступ

Важливість векторних геопросторових баз даних у сучасних дослідженнях можна оцінити за їхньою універсальністю, точністю і гнучкістю у представленні геопросторових об'єктів і явищ. Ці бази даних стали важливими інструментами в різних галузях, у тому числі у військовій сфері. Більшість провідних країн світу вже впродовж 30-ти років розробляють національні специфікації для наборів геопросторових даних (баз геопросторових даних) на різних територіальних рівнях, що є необхідною умовою при створенні національної інфраструктури геопросторових даних. Дані специфікації містять докладний опис структури та змісту набору даних, вимоги до метаданих та якості даних, а отже, створюють необхідні умови для автоматизації процесів інтегрування і використання наборів геопросторових даних зацікавленими користувачами (Карпінський та ін., 2023).

Застосування векторних геопросторових баз даних військовими підрозділами провідних країн світу є важливим компонентом для підтримки сучасних військових

операцій. Такі бази забезпечують доступ до детальної інформації про географічні об'єкти, їхній поточний стан, інфраструктуру та інші критично важливі аспекти, що сприяють ефективному плануванню й виконанню завдань. За допомогою цих даних військові можуть ретельно аналізувати територію, планувати операції з високою точністю, оцінювати умови місцевості, визначати можливі загрози, вибирати оптимальні маршрути для переміщення підрозділів, визначати цілі для артилерійських ударів та проводити розвідку позицій противника.

Мета дослідження – розробити рекомендації щодо структури і вимог до векторної геопросторової бази даних для її застосування в Геопорталі ЗС України на основі аналізу змісту та етапів формування векторних геопросторових баз даних у збройних силах провідних країн світу та існуючої векторної геопросторової бази даних, яка використовується топографічною службою ЗС України.

Методи

Під час написання статті використовувалися загальнонаукові методи: аналізу, порівняння, синтезу, аналогії,

© Коренець Олександр, Підлісецька Ірина, Литвиненко Наталія, Курач Тамара, 2024

системного підходу. Метод аналізу використано для вивчення структури та змісту векторних геопросторових баз даних, дослідження існуючих стандартів НАТО щодо геопросторових даних та специфікацій і технічних вимог до геопросторової бази даних. Метод порівняння застосовувався для зіставлення різних підходів до формування геопросторових баз даних, оцінювання джерел отримання геопросторових даних. Метод синтезу використовувався для формування комплексного бачення структури векторної геопросторової бази даних та розробки рекомендацій щодо вдосконалення векторної бази геоданих для подальшого використання її у Геопорталі ЗС України. Метод аналогії – для адаптації міжнародних стандартів до військових потреб та використання існуючих підходів до створення подібних баз даних. Метод системного підходу – для розгляду геопросторової бази даних як цілісної системи з урахуванням взаємозв'язків між різними компонентами бази даних та забезпеченні комплексного підходу до вирішення поставленої мети (задачі).

Результати

Для підтримання взаємосумісності під час визначення основних вимог до структури і змісту векторної геопросторової бази даних Геопорталу ЗС України варто розглянути систему стандартів НАТО у сфері геопросторової інформації. Стандартизація НАТО – це розроблення та запровадження процедур, проєктних рішень та термінології, щоб досягти необхідного рівня взаємосумісності між країнами або з метою надання рекомендацій щодо багатонаціонального співробітництва. Стандарти НАТО вводяться в дію стандартами (STANAG) та рекомендаціями (STANREC).

Стандарти, які є частиною структури документації, стосуються геопросторової інформації, яка може знадобитися для конкретних оперативних або розвідувальних цілей, але зазвичай не входить до стандартних засобів, і відома як Військова географічна інформація і документація (MGID). MGID містить (Rada, 2019; Курач, & Підлісецька, 2024):

- військову географічну інформацію (MGI) – географічна інформація, необхідна для планування та проведення операцій;
- військову географічну документацію (MGD) – інформація, яка була оцінена, оброблена, узагальнена і опублікована в стандартизованому форматі з метою задоволення військових потреб;
- вибрану національну документацію (SND) – документація з MGI, яка була підготовлена для національних цілей і для відбору Головними підпорядкованими командуваннями для використання в НАТО.

Основними технічними специфікаціями та стандартами, що регламентують створення та обмін векторними геопросторовими даними в середовищі НАТО є (Defence Geospatial..., 2024):

- STANAG 2592 "Структура геопросторової інформації НАТО (NGIF)". У документі визначено загальну архітектуру геопросторової інформації, яка буде використовуватися для створення й обміну стандартизованими геопросторовими даними та сервісами задля посилення оперативної взаємодії в НАТО та з її партнерами. NGIF забезпечує набір інструментів, які сприяють оперативній взаємодії у процесі обміну геопросторовою інформацією і дозволяють надавати спільні інформаційні послуги і сервіси по всій території країн-учасниць НАТО;

- AGeoP – 11.1 "Оборонна топографічна специфікація обміну даними (DTOX)". Ця специфікація не призначена для графічного представлення даних кінцевому

користувачу. Вона дозволяє надавати повний вміст векторного набору даних, бажано без втрати складності, за допомогою прикладної схеми у форматі GML та базується на документі "DGIWG 253: Специфікація продукту даних Defence Topographic Exchange (DTOX) Data Product Specification (DPS)";

- AGeoP – 11.4 "Специфікація даних (DPS) оборонної топографічної карти масштабу 1:50 000 (DTM50)" – це поточна базова версія NGIF, що містить DPS для топографічної карти масштабу 1:50 000 (TM50). Вона базується на документі DGIWG 252: "Оборонна топографічна карта масштабу 1:50 000 (DTM50)";

- STANAG 3600 "Топографічні карти місцевості та аеронавігаційні карти 1:250 000 для спільних операцій". Метою цього документа є визначення основних специфікаційних вимог до топографічних карт місцевості та аеронавігаційних карт масштабу 1:250 000, що мають однакову топографічну основу для використання у спільних операціях та інших військових операціях у разі необхідності;

- STANAG 3675 "Умовні знаки топографічних, аеронавігаційних і спеціальних морських карт". Метою документа є стандартизація основних символів, що використовуються на топографічних наземних картах, аеронавігаційних картах і спеціальних морських картах;

- STANAG 3710 "Військові карти міст". Метою цього документа є стандартизація військових карт міст, підготовлених для використання збройними силами НАТО, щоб дозволити військам, яким знайомі такі карти, підготовлені однією країною-членом, використовувати карти, підготовлені іншою країною-членом, без додаткової підготовки або розширеної інтерпретації;

- STANAG 7072 "Векторна карта (VMap) рівень 0". Метою цього документа є реєстрація національного американського стандарту MIL-PRF-89039 "Векторна карта (VMap) рівня 0";

- STANAG 7163 "Векторна карта (VMap) Рівень 1". Документ визначає правила застосування національного американського стандарту MIL-PRF-89033 "Векторна карта (VMap), рівень 1".

У зарубіжних країнах також вже наявні відпрацьовані технологічні рішення щодо створення і використання геоданих. Одним із основних реалізованих проєктів є міжнародна програма спільного геопросторового виробництва (*англ.* Multi-Geospatial Coproduction Program, MGCP). Основним результатом цієї програми є формування векторної бази геопросторових даних глобального охоплення, що використовується членами-учасниками для офіційних урядових і оборонних цілей та для подальшого створення військових топографічних карт у масштабах 1:50 000 та 1:100 000.

MGCP базується на використанні високоточних супутникових знімків. Для створення векторних карт насамперед використовуються комерційні супутникові дані, придбані за рахунок власних коштів країн-учасниць. Крім цього, допускається застосування топографічних карт масштабу 1:50 000 і 1:100 000 державних видань. Країни-учасниці можуть самостійно обирати методику опрацювання та програмне забезпечення для збирання геопросторових даних із вказаних знімків. Окрім цієї програми, кожна країна розробляє власні інструменти, які доповнюють контроль якості. Усі учасники програми надають спільний доступ до них, щоб їх можна було інтегрувати в програмне забезпечення GAIT і, якщо це неможливо, додати до своїх національних процедур контролю якості, досягаючи надійного забезпечення якості на всіх етапах MGCP (Casal Cañizares, 2018).

Відповідно до керівних військових документів (Міністерство оборони України, 2023а), основними завданнями геопросторової підтримки ЗС України є:

- завчасна підготовка території України в щодо геопростору, створення і накопичення геопросторової інформації на закордонну територію;
- геопросторова підтримка постійної бойової готовності ЗС України;
- геопросторова підтримка військ (сил) в операціях (бойових діях).

Основною інформаційною складовою векторної бази даних Геопорталу ЗС України є базові набори геопросторових даних – базові топографічні карти територій, що створюються та поновлюються визначеним для цієї мети картографічним центром топографічної служби ЗС України відповідно до встановлених військових та

державних стандартів. В Україні (станом на середину 2024 р.) розроблено та прийнято 20 військових стандартів серії "110 – Топогеодезичне та навігаційне забезпечення" (Міністерство оборони України, 2024).

Водночас, стандарти національних і регіональних інфраструктур геопросторових даних (ІГД) практично всіх країн ґрунтуються на комплексі стандартів Міжнародної організації зі стандартизації (International Organization for Standardization, ISO) та на специфікаціях Відкритого геопросторового консорціуму (Open Geospatial Consortium, OGC). Результатом такої тісної співпраці стала інтернаціоналізація багатьох стандартів на геопросторові дані, які вже використовувались, що зрештою забезпечило значну гармонізацію і сумісність міжнародних та національних стандартів на основі функціонування глобальної інфраструктури стандартизації геопросторової інформації (рис. 1) (Карпінський та ін., 2023).

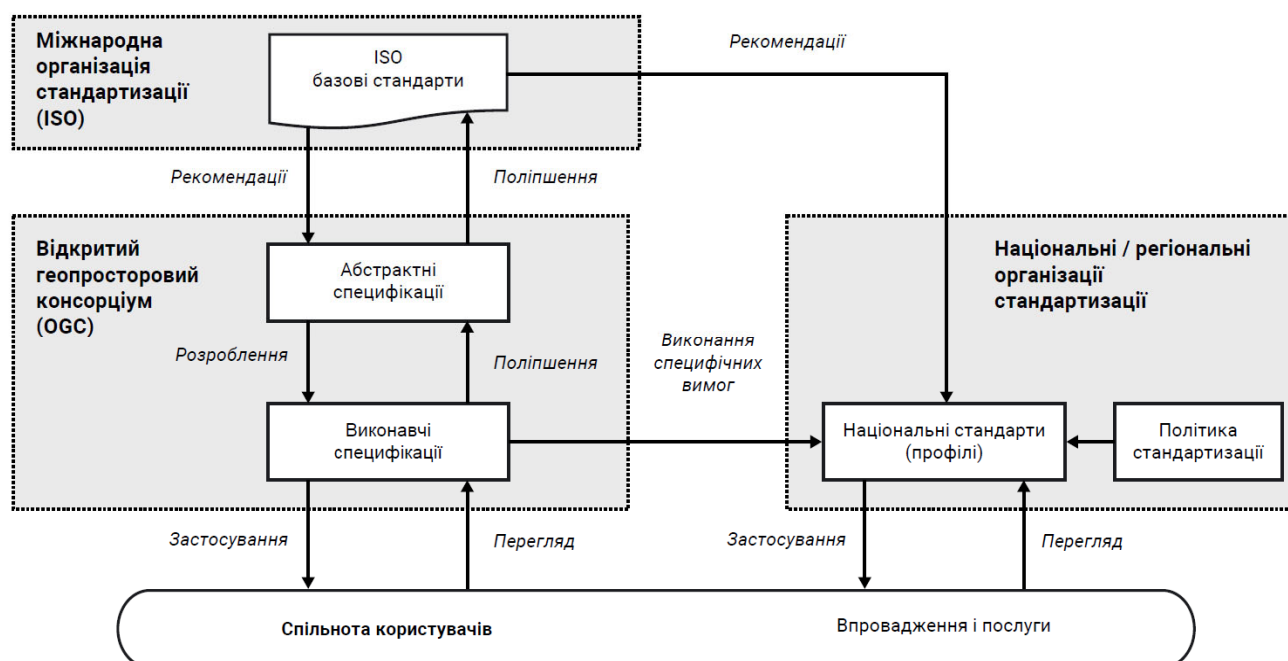


Рис. 1. Глобальна інфраструктура стандартизації у сфері геопросторової інформації (Карпінський та ін., 2023)

Особливості національної стандартизації полягають у різних правилах, що регулюють схвалення стандартів ISO у кожній із країн. Стандартизація географічної інформації, яка становить основу нормативного забезпечення створення наборів базових і тематичних даних національної ІГД в Україні, докладно розглянуто в роботах (Карпінський, Лященко, & Лазоренко-Гевель, 2021; Карпінський, Лященко, & Окада Ясуюкі, 2016). Визначення вимог до даних є важливим кроком у процесі створення геопросторової бази даних. У цьому процесі є кілька етапів, кожен з яких має свої особливості та вимоги. Планування і постановка цілей є фундаментальним етапом у визначенні структури, функцій і використання бази даних. Цей процес вимагає глибокого розуміння технічних і методологічних аспектів збору, зберігання, обробки та аналізу географічних даних, а також потреб користувачів.

Основним програмним продуктом для роботи з геопросторовими даними в ЗС України визначено ArcGIS компанії ESRI (США) (Міністерство оборони України, 2020), а як програмна складова Геопорталу ЗС України

застосовується серверне програмне багатокористувацьке забезпечення ArcGIS Server. Тому основу бази геоданих, що буде використовуватися в Геопорталі ЗС України, має становити об'єктно-орієнтована модель даних (geodatabase data model), яка спроможна описувати природну поведінку і співвідношення просторових об'єктів. Призначення цієї моделі полягає в тому, щоби надати можливість створювати більш ґрунтовні просторові об'єкти шляхом надання їм природної поведінки, а також визначення будь-яких співвідношень просторових об'єктів. Модель даних бази геоданих зближує фізичну і логічну моделі даних. Об'єкти даних в базі геоданих являють собою майже ті ж самі об'єкти, які визначаються в логічній моделі даних. Також модель даних бази геоданих дозволяє реалізовувати більшість особливих типів поведінки об'єктів без необхідності написання програмного коду. Ці типи поведінки реалізуються за допомогою доменів (domains), правил перевірки коректності (validation rules) та інших функцій, які можна забезпечити програмними засобами ArcGIS. Написання програмного коду

необхідно тільки для визначення більш спеціалізованої поведінки просторових об'єктів.

Метою створення векторної геопросторової бази даних є оновлення та підготовка до видання в електронному вигляді аркушів базової цифрової топографічної карти масштабу 1:50 000 у світовій геодезичній системі координат WGS-84 для забезпечення актуальності цифрової картографічної основи та її розміщення на Геоінформаційному порталі ЗС України, використання геопросторових даних у геоінформаційних підсистемах автоматизованих систем управління ЗСУ та для забезпечення офсетного і плотерного друку тиражів аркушів топографічної карти в системі координат WGS-84, універсальній поперечно-циліндричній проекції Меркатора (UTM) з нанесеною системою цілеуказання MGRS. (Міністерство оборони України, 2023b). Геопросторові дані векторної геобазис складаються з восьми сегментів (Міністерство оборони України, 2011): математичні елементи, елементи планової та висотної основи; рельєф суші; гідрографія і гідротехнічні споруди; населені пункти; промислові, сільськогосподарські та соціально-культурні об'єкти; дорожня мережа і дорожні споруди; рослинний покрив та ґрунти; політико-адміністративний устрій, огорожі та окремі природні явища та об'єкти.

Щодо джерел вихідних даних для формування векторної бази даних, то вони можуть бути різноманітними: від супутникових зображень до даних з датчиків, даних з різних баз даних ЗС України та інших джерел. Кожне із цих джерел має свої особливості, які впливають на те, як дані збираються, обробляються та використовуються.

Зауважимо, що джерела даних можуть відрізнятися за рівнем точності та надійності. Одні з них надають детальніші й точніші відомості, тоді як інші можуть бути менш достовірними або застарілими. Тому важливо ретельно підходити до вибору джерел даних і враховувати їхні можливі обмеження. Важливими й надійними джерелами є векторні дані, створені підрозділами топографічної служби ЗС України, а також вихідні дані з Національної інфраструктури геопросторових даних України. Основними методами збирання геопросторових даних залишаються такі:

- безпілотні зйомки, що можуть включати аерофото зйомку, лазерне сканування, тепловізійну та інші види мультиспектральних зйомок;
- наземні геодезичні зйомки;
- дані космічних зйомок, які отримані з супутників або інших космічних апаратів.

Також не слід забувати, що в умовах війни повноцінне використання наземних геодезичних зйомок, що є найточнішим методом, обмежене через безпекові ризики та недоступність деяких територій. У таких випадках, супутникове дешифрування та штучний інтелект можуть стати важливими інструментами для збирання та аналізу геопросторових даних та їх використання для створення векторних баз даних.

Структура та зміст векторних геопросторових баз даних відіграють вирішальну роль у забезпеченні точності та ефективності управління просторовими даними. Ці бази даних призначені для зберігання та організації географічної інформації таким чином, щоб забезпечити ефективний аналіз, візуалізацію та пошук просторових даних. Щоб відповідати вимогам таких баз даних, необхідно враховувати кілька ключових аспектів.

По-перше, структура векторної геопросторової бази даних має бути ретельно розроблена для розміщення різних типів просторових даних. Це включає визна-

чення відповідних моделей даних, таких як точки, лінії та полігони, для представлення різних географічних об'єктів. Крім того, база даних повинна підтримувати зберігання атрибутивних даних, пов'язаних із цими функціями, дозволяючи інтегрувати як просторову, так і непросторову інформацію.

По-друге, вміст векторної геопросторової бази даних має відповідати певним стандартам і рекомендаціям. Це забезпечує узгодженість і взаємодію між різними базами даних і програмами. Наприклад, база даних має бути створена і наповнюватись даними у визначеній системі координат, щоб точно відображати поверхню Землі. Крім того, база повинна містити метадані, які надають важливу інформацію про джерела даних, якість і частоту оновлення.

Нарешті, масштабованість і продуктивність векторної геопросторової бази даних є ключовими елементами. Оскільки обсяг просторових даних продовжує експоненціально зростати, то база даних має бути здатна ефективно обробляти великі набори даних. Це передбачає впровадження відповідних методів індексування та оптимізації просторових запитів для забезпечення швидкого пошуку та аналізу просторових даних. Крім того, база даних повинна підтримувати стратегії стиснення даних і розділення даних для оптимізації можливостей зберігання та обробки.

Таким чином, структура та зміст векторної геопросторової бази даних для використання в Геоінформаційному порталі ЗС України повинна відповідати вимогам національних та міжнародних стандартів з географічної інформації, а її розробка має базуватися на таких основних принципах:

- 1) безстрокове використання та підтримка бази даних;
 - 2) послідовне застосування методології модельно-керованої архітектури на всіх етапах проектування, впровадження та експлуатації;
 - 3) забезпечення повноти класів топографічних об'єктів та їх атрибутів для моделювання та зберігання всіх необхідних об'єктів у базі даних;
 - 4) унікальність і повнота ідентифікації об'єктів з присвоєнням кожному унікального ідентифікатора та коду відповідно до класифікаторів;
 - 5) топологічна узгодженість моделей об'єктів на рівні топології для суміжних та перехресних об'єктів;
 - 6) підтримка метаданих для класів об'єктів, їх екземплярів, атрибутів та версій із реєстрацією будь-яких змін;
 - 7) використання об'єктно-орієнтованої системи керування базами даних для інтеграції інформаційних ресурсів в одному СУБД середовищі з розширеннями для геопросторових даних;
 - 8) гармонізація моделей геопросторових даних, форматів обміну та процедур оцінювання якості за міжнародними стандартами ISO 19100 "Географічна інформація/Геоматика";
 - 9) реалізація засобів редагування й оновлення даних за результатами топографічного моніторингу місцевості.
- Концептуальна модель бази геоданих має бути представлена в прикладній схемі з використанням уніфікованої мови моделювання незалежно від середовища реалізації. Схеми реалізації для різних підходів (реляційних, об'єктно-реляційних баз даних, XML-файлів, специфікацій API веб-сервісів) повинні генеруватися автоматично з прикладної схеми, при цьому зміни вимог вносяться лише на рівні схеми, а не до самої реалізації. Для забезпечення методології модельно-керованої архітектури має бути розроблена специфікація відповідно до національного стандарту ДСТУ ISO 19131 "Географічна інформація."

Специфікація геоінформаційного продукту". Логічне моделювання елементів геопросторових об'єктів та організація доступу до бази даних мають відповідати стандартам ISO 19100 та консорціуму OGC (Карпінський та ін., 2023).

Структура і зміст базових геопросторових даних повинні бути визначені у прикладній схемі за ДСТУ ISO 19109:2017 "Географічна інформація. Правила для прикладної схеми", схемах просторових об'єктів за ДСТУ ISO 19107:2017 та ДСТУ 8774:2018 "Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних".

Класи об'єктів базових наборів геопросторових даних мають бути чітко визначені, з описом методів створення об'єктів та їх просторового представлення. Для кожного класу слід визначити вузлові точки для встановлення топологічних відношень та особливості опису просторових властивостей за різними джерелами.

Правила цифрового опису класів об'єктів мають визначати їх структуру, склад, кодування та правила подання цифрових даних, що містять просторові характеристики (геометрію) об'єктів, їх атрибути, просторово-логічні зв'язки з іншими об'єктами та метадані про джерела, точність і актуальність характеристик об'єктів. Ці правила мають бути використані також під час розробки топологічних правил цілісності бази геоданих.

Таким чином, вимоги до структури та змісту векторної геопросторової бази даних важливі для ефективного управління просторовими даними. Ретельно розробляючи структуру бази даних, дотримуючись стандартів і забезпечуючи масштабованість і продуктивність, вона здатна забезпечити точне й ефективне зберігання, пошук і аналіз просторових даних у Геоінформаційному порталі ЗС України.

Дискусія і висновки

У результаті проведеного дослідження встановлено, що створення векторної геопросторової бази даних для Геоінформаційного порталу ЗС України має базуватися на комплексному застосуванні міжнародних стандартів (ISO, OGC), стандартів НАТО – STANAG та національних військових стандартах, що забезпечить інтероперабельність даних та їх ефективне використання в межах оборонного сектору. Визначено, що структура та зміст векторних геопросторових баз даних мають відповідати основним принципам: дотриманню методології модельно-керуваної архітектури, повноті класів топографічних об'єктів та їх атрибутів, унікальності та повноті ідентифікації об'єктів, топологічній узгодженості геометричних моделей, підтримці метаданих, використанню об'єктно-орієнтованої СУБД, відповідності та узгодженості моделей даних відповідно до міжнародних стандартів та реалізація засобів редагування й оновлення даних. Встановлено необхідність використання різноманітних джерел даних для наповнення бази, включаючи дані безпілотних зйомок, наземних геодезичних зйомок та космічних зйомок, з обов'язковим урахуванням їх надійності та актуальності, особливо в умовах воєнного стану. Результати дослідження мають практичне значення для розвитку системи геопросторової підтримки ЗС України та можуть бути використані при створенні та модернізації геоінформаційних систем військового призначення, що відповідають стандартам НАТО. У результаті проведеного дослідження автори розробили пропозиції щодо внесення змін до Військового стандарту 01.110.001. "Топогеодезичне забезпечення. База даних картографічної інформації для створення та використання в геоінформаційних системах ArcGis" (Міністерство оборони України, 2011).

Внесок авторів: Олександр Коренець – концептуалізація, написання – перегляд і редагування; Ірина Підлісецька – аналіз джерел, написання – оригінальна чернетка; Наталія Литвиненко – концептуалізація, написання – перегляд і редагування; Тамара Курач – методологія, аналіз джерел.

Список використаних джерел

- Карпінський, Ю.О., Лященко, А.А., Лазоренко, Н.Ю., & Кін, Д.О. (2023). *Основи створення інтероперабельних геопросторових даних*. Київський національний університет будівництва і архітектури. https://www.researchgate.net/publication/372980737_Osnovi_stvorennia_intereperabelnih_geoprostorovih_danih
- Карпінський, Ю.О., Лященко, А.А., & Лазоренко-Гевель, Н.Ю. (2021). *Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації*. Київський національний університет будівництва і архітектури. https://library.knuba.edu.ua/books/15_1_21_3.pdf
- Карпінський, Ю.О., Лященко, А.А., & Окада Ясуюкі. (2016). Склад і принципи розроблення національного профілю стандартів з географічної інформації. *Інженерна геодезія*, 63, 110–121. <https://repository.knuba.edu.ua/items/eb074bc4-ba34-4fc9-94aa-25268e4e46fd>
- Курач, Т., & Підлісецька, І. (2024). Стандарти НАТО для підготовки та обміну геопросторовими даними у військовій сфері. *Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції "Геофорум-2024"* (с. 72–74). Видавництво Львівської політехніки. http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2024/04/%D0%A2%D0%95%D0%97%D0%98_%D0%93%D0%95%D0%9E%D0%A4%D0%9E%D0%A0%D0%A3%D0%9C_2024.pdf
- Міністерство оборони України. (2011). *Топогеодезичне забезпечення. База даних картографічної інформації для створення та використання в геоінформаційних системах ArcGis*. (ВСТ 01.110.001 – 2011 (01)). Центральне управління метрології і стандартизації Збройних Сил України.
- Міністерство оборони України. (2020). *Настанова "Підготовка геопросторових даних" ВКДП 10-159(03).01*. Командування сил підтримки.
- Міністерство оборони України. (2023а). *Доктрина з геопросторової підтримки Збройних Сил України (ПДП 10-(30,31)159)*. Командування сил підтримки.
- Міністерство оборони України. (2023б). *Інструкція зі створення оригіналів топографічних карт у світовій геодезичній системі WGS-84, картографічній проекції Меркатора (UTM), системі цілеуказання MGRS масштабів 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000* (наказ Міністерства оборони України від 18.09.2023 № 563).
- Міністерство оборони України. (2024). *Каталог військових стандартів станом на 31.07.2024*. Головне управління технічного оцінювання та контролю якості озброєння та військової техніки. https://www.mil.gov.ua/content/mil_standard/20_08_2024_Katalog_vijskovykh_standartiv.pdf
- Casal Cañizares, R.J. (2018). Multinational cooperation. *Geospatial co-production program MGCP. Revista Internacional Mapping*, 27(190), 16–24. <https://ojs.revistamapping.com/MAPPING/article/view/143>
- Defence Geospatial Information Working Group. (2024). *DGIWG Standards*. <https://dgiwg.org/documents/dgiwg-standards>
- Rada, J. (2019). Smart defence: Joint geospatial support in NATO. *GeoScape. Sciendo*, 13(2), 98–105. <https://doi.org/10.2478/geosc-2019-0009>

References

- Casal Cañizares, R. J. (2018). Multinational cooperation. *Geospatial co-production program MGCP. Revista Internacional Mapping*, 27(190), 16–24. <https://ojs.revistamapping.com/MAPPING/article/view/143>
- Defence Geospatial Information Working Group. (2024). *DGIWG Standards*. <https://dgiwg.org/documents/dgiwg-standards>
- Karpinsky, Y.O., Liashchenko, A.A., Lazorenko, N.Y., & Kin, D.O. (2023). *Fundamentals of creating interoperable geospatial data*. Kyiv National University of Construction and Architecture [in Ukrainian]. https://www.researchgate.net/publication/372980737_Osnovi_stvorennia_intereperabelnih_geoprostorovih_danih
- Karpinsky, Y.O., Lyashchenko, A.A., & Lazorenko-Gewel, N. (2021). *Fundamentals of GIS. Standardization of geographic information*. Kyiv National University of Construction and Architecture [in Ukrainian]. https://library.knuba.edu.ua/books/15_1_21_3.pdf
- Karpinsky, Y.O., Lyashchenko, A.A., & Okada Yasuyuki (2016). Composition and principles of development of the national profile of standards for geographic information. *Engineering geodesy*, 63, 110–121 [in Ukrainian]. <https://repository.knuba.edu.ua/items/eb074bc4-ba34-4fc9-94aa-25268e4e46fd>
- Kurach, T., & Pidlisetska, I. (2024). NATO Standards for the preparation and exchange of geospatial data in the military sphere. *Proceedings of the International Scientific and Technical Conference "GeoForum-2024"* (pp. 72–74). Lviv Polytechnic Publishing House [in Ukrainian]. http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2024/04/%D0%A2%D0%95%D0%97%D0%98_%D0%93%D0%95%D0%9E%D0%A4%D0%9E%D0%A0%D0%A3%D0%9C_2024.pdf
- Ministry of Defense of Ukraine. (2011). *Topogeodetic support. Database of cartographic information for creation and use in geographic information systems ArcGIS*. (VST 01.110.001 – 2011 (01)). Central Directorate for Metrology and Standardization of the Armed Forces of Ukraine [in Ukrainian].
- Ministry of Defense of Ukraine. (2020). *Guidance "Geospatial data preparation" VKDP 10-159(03).01*. Support Forces Command [in Ukrainian].

Ministry of Defense of Ukraine. (2023a). *Doctrine of geospatial support for the Armed Forces of Ukraine* (PDP 10-(30,31)159). Support Forces Command [in Ukrainian].

Ministry of Defense of Ukraine. (2023b). *Instruction for the creation of original topographic maps in the world geodetic system WGS-84, Mercator projection (UTM), and MGRS targeting system at scales 1:25,000, 1:50,000, 1:100,000, 1:200,000, 1:500,000, 1:1,000,000* (order of the Ministry of Defense of Ukraine dated September 18, 2023 No. 563) [in Ukrainian].

Ministry of Defense of Ukraine. (2024). *Catalog of Military Standards as of 31.07.2024*. Main Directorate for Technical Evaluation and Quality Control of Weapons and Military Equipment [in Ukrainian]. https://www.mil.gov.ua/content/mil_standard/20_08_2024_Kataloh_viiskovykh_standartiv.pdf

Rada, J. (2019). Smart defence: Joint geospatial support in NATO. *GeoScape. Sciendo*, 13(2), 98-105. <https://doi.org/10.2478/geosc-2019-0009>

Отримано редакцією журналу / Received: 30.10.24

Прорецензовано / Revised: 06.11.24

Схвалено до друку / Accepted: 08.11.24

Oleksandr KORENETS¹, PhD (Geogr.)

ORCID ID: 0000-0001-6352-9591

e-mail: oleksandr.korenets@knu.ua

Iryna PIDLISETSKA¹, PhD (Geogr.), Assoc. Prof.

ORCID ID: 0000-0001-6724-2379

e-mail: Irinna2008@univ.net.ua

Natalia LYTVYENKO¹, PhD (Engin.), Senior Researcher

ORCID ID: 0000-0002-2203-2746

e-mail: n123n@ukr.net

Tamara KURACH¹, PhD (Geogr.), Assoc. Prof.

ORCID ID: 0000-0002-5989-9431

e-mail: kurachTM@knu.ua

¹Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

FEATURES OF CREATING A VECTOR GEOSPATIAL DATABASE FOR USE IN THE GEOINFORMATION PORTAL OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

Background. The current situation in the Armed Forces of Ukraine, driven by the ongoing war on Ukrainian territory, underscores the critical need for timely provision of up-to-date geospatial data at all command levels. The use of vector geospatial databases by units and divisions of the armed forces of leading nations is a fundamental component of supporting modern military operations. These databases enable the acquisition of detailed information on geographic features, their status, infrastructure, and other essential aspects that assist the armed forces in effectively planning and executing assigned missions. The objective of this research is to analyze the content and stages of vector geospatial database formation within the armed forces of leading nations, as well as the existing vector geospatial database employed by the topographic service of the Armed Forces of Ukraine to develop recommendations and requirements for its structure and content for application in the Geoinformation Portal of the Armed Forces of Ukraine.

Methods. In the preparation of this article, general scientific methods such as analysis, comparison, synthesis, analogy, and a systematic approach were utilized.

Results. The study analyzes the structure of vector geospatial databases used by the armed forces of leading countries, which are essential in supporting modern military operations. The key technical specifications and standards regulating the creation and exchange of vector geospatial data, including in the military sector, are presented. Based on the research findings, the sources of initial data were reviewed, requirements for the structure and content of a vector geospatial database were defined, and potential enhancements for its effective use within the Geoinformation Portal of Armed Forces of Ukraine were proposed.

Conclusions. The research outcomes hold practical significance for the advancement of the geospatial support system within the Armed Forces of Ukraine and can be utilized in the development and modernization of military geoinformation systems that meet NATO standards. Because of this study, the authors have put forward proposals for amendments to Military Standard 01.110.001, "Topogeodetic Support. Cartographic Information Database for Creation and Use in ArcGIS Geoinformation Systems."

Keywords: vector geospatial database, Geoinformation Portal of Armed Forces of Ukraine, military standards, geospatial support for forces (troops).

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів. Спонсори не брали участі в розробленні дослідження; у зборі, аналізі чи інтерпретації даних; у написанні рукопису; в рішенні про публікацію результатів.

The authors declare no conflicts of interest. The funders had no role in the design of the study; in the collection, analyses or interpretation of data; in the writing of the manuscript; in the decision to publish the results.