

Микола Олегович Бялий

ад'юнкт штатний науково-організаційного відділу
Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка (Київ, Україна)
E-mail: nikolai.bialiy@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0006-9487-1502>

**ОЦІНКА ІНФОРМАТИВНОСТІ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ
ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

У сучасному військовому середовищі геоінформаційні системи (ГІС) відіграють ключову роль у забезпеченні військових операцій і ухвалення ефективних управлінських рішень. Для ефективного використання ГІС важливо оцінити кількість додаткової інформації, яку можна отримати за рахунок впровадження ГІС ВП, оскільки вони використовуються не тільки для візуалізації поточної ситуації на полі бою, а й для прогнозу та ухвалення ефективних рішень в умовах невизначеності. Результати дослідження допоможуть визначити обсяг додаткової інформації, яку можна отримати за допомогою ГІС військового призначення, та розробити рекомендації щодо їх оптимального використання для забезпечення військових потреб. Дослідження спрямоване на оцінку обсягу інформації, яку можна отримати через військові геоінформаційні системи (ГІС). Розглянуто образно-знакову модель карти як "інформаційний канал", який позначає систему чи середовище реєстрації, обробки, зберігання і передачі даних про місцевість від джерела (земна поверхня) до приймача, визначено пропускну здатність ГІС, визначено об'єм бази даних рівня бригади стосовно підсистеми ГІС ВП.

Ключові слова: геоінформаційні системи; образно-знакова модель карти; бази даних; військові потреби; пропускну здатність ГІС.

Бібл.: 4.

Актуальність теми та постановка проблеми. Геоінформаційні системи (ГІС) є важливими інструментами для аналізу та управління просторовими даними в різних галузях, зокрема й військову сферу. У військових умовах ГІС забезпечують точну та актуальну інформацію, необхідну для прийняття рішень у реальному часі. Ця стаття розглядає методи оцінки кількості інформації, яку можна отримати за допомогою ГІС військового призначення, а також джерела даних і їхні характеристики.

У військовій сфері ГІС використовується для:

- картографування та аналізу місцевості;
- планування операцій;
- моніторингу та розвідки;
- управління логістикою.

ГІС військового призначення повинні відповідати кільком ключовим вимогам:

1. Точність. Дані повинні бути високоточними, щоб забезпечити надійність аналізу.
2. Оперативність. Система повинна надавати актуальну інформацію в режимі реального часу.
3. Інтегративність. Можливість інтеграції даних із різних джерел.
4. Безпека. Захист даних від несанкціонованого доступу та кібератак.

Метою даного дослідження є аналіз потенційних джерел географічної інформації, доступних через військові ГІС, та оцінка їхніх технічних можливостей для обробки та аналізу цієї інформації. Дослідження спрямоване на визначення кількості та різноманітності інформації, доступної через військові ГІС, та визначення її важливості для військових операцій та процесів ухвалення рішень. Крім того, метою є надання рекомендацій щодо оптимізації використання ГІС для задоволення потреб військової інформації. Це дослідження сприятиме кращому розумінню можливостей та потенційного застосування військових ГІС для надання критичної інформації для військових цілей.

Основними завданнями дослідження є:

- огляд літературних джерел та наукових публікацій, що стосуються ГІС військового призначення;

- аналіз потенційних джерел географічної інформації, доступних через військові ГІС, та оцінка їхніх технічних можливостей для обробки та аналізу цієї інформації;
- формулювання рекомендацій щодо оптимізації використання ГІС для задоволення потреб військової інформації і перспектив їх використання для потреб сектору безпеки й оборони України.

Аналіз попередніх досліджень і публікацій. Для аналізу сучасного стану розвитку геоінформаційних систем військового призначення використовуються різноманітні методи, які надають точні та об'єктивні дані. Основними методами нашого дослідження є аналіз літератури та документів геоінформаційних систем військового призначення, а також їх інформативності. Було здійснено проведення системного огляду наукових публікацій, законодавчих актів та інших документів, що стосуються розвитку геоінформаційних систем військового призначення. Цей метод дозволяє зібрати та оцінити наявну інформацію про технічні, економічні, соціальні та інші аспекти розвитку мережі. Оцінка інформативності ГІС включає кількісні та якісні методи аналізу, що забезпечують точність, надійність та комплексність даних. Проведено аналіз відомого дослідника у сфері геоінформаційних систем Кена С. Джеймса. Його роботи часто зосереджуються на застосуванні ГІС у військових операціях, плануванні та управлінні. Джеймс вивчає, як ГІС можуть покращити прийняття рішень в умовах конфлікту, зокрема через аналіз даних про місцевість і прогнозування сценаріїв. Він активно розробляє методи просторового аналізу для візуалізації та інтерпретації даних, що сприяє кращому розумінню ситуацій на полі бою. Джеймс аналізує, як різні елементи ГІС можуть впливати на обсяг і якість інформації, що отримується, та пропонує методи для підвищення їхньої ефективності.

Метою статті є дослідження потенційних джерел географічної інформації, доступних через військові ГІС, та оцінка їхніх технічних можливостей для обробки та аналізу цієї інформації. Дослідження спрямоване на визначення кількості та різноманітності інформації, доступної через військові ГІС, та визначення її важливості для військових операцій та процесів прийняття рішень. Крім того, метою є надання рекомендацій щодо оптимізації використання ГІС для задоволення потреб військової інформації. Це дослідження сприятиме кращому розумінню можливостей та потенційного застосування військових ГІС для надання критичної інформації для військових цілей.

Виклад основного матеріалу. Геоінформаційні системи (ГІС) військового призначення використовують різноманітні джерела інформації для забезпечення точного та актуального аналізу даних. Кожне джерело має свої особливості, переваги та обмеження. Розглянемо детальніше основні джерела інформації для ГІС військового призначення:

1. Супутникові знімки.

Супутникові знімки є одним з основних джерел інформації для ГІС. Вони забезпечують великий обсяг даних про поверхню Землі, дозволяючи отримувати зображення високої роздільної здатності з космосу.

Типи супутникових даних:

Оптичні знімки: Використовують видиме світло для створення зображень. Переваги: висока деталізація та кольорова інформація. Обмеження: залежність від погодних умов та часу доби.

Інфрачервоні знімки: Використовують інфрачервоне випромінювання для отримання зображень. Переваги: можливість отримувати дані вночі та через хмари. Обмеження: нижча деталізація порівняно з оптичними знімками.

Радарні знімки (SAR): Використовують радіохвилі для створення зображень. Переваги: незалежність від погодних умов та часу доби, можливість отримання даних про рельєф. Обмеження: специфічність обробки даних та інтерпретації.

Використання:

- Моніторинг великих територій.
- Виявлення змін на місцевості.
- Аналіз рельєфу та геоморфології.
- Оцінка природних ресурсів.

2. Дані з безпілотних літальних апаратів (БПЛА).

БПЛА забезпечують збір детальної інформації на локальному рівні. Вони можуть літати на низьких висотах, збираючи високоточні знімки та відео в режимі реального часу.

Типи даних:

- Високоточні знімки: Зображення високої роздільної здатності, які дозволяють детально аналізувати об'єкти на землі.
- Відео: Надає можливість візуального моніторингу в режимі реального часу.
- Інфрачервоні зображення: Використовуються для виявлення об'єктів за їх тепловим випромінюванням, що особливо корисно для нічного моніторингу та виявлення замаскованих об'єктів.

Використання:

- Розвідка та спостереження.
- Оцінка стану об'єктів інфраструктури.
- Пошуково-рятувальні операції.
- Моніторинг бойових дій у реальному часі.

3. Наземні сенсори.

Наземні сенсори включають різноманітні пристрої, встановлені на поверхні землі, які збирають дані про навколишнє середовище та рух об'єктів.

Типи сенсорів:

- Радари: Використовують радіохвилі для виявлення та відстеження об'єктів. Переваги: можливість роботи в будь-яких погодних умовах та вночі. Обмеження: потреба в лінії прямої видимості для точного виявлення.
- Лідари: Використовують лазерне випромінювання для створення тривимірних моделей місцевості. Переваги: висока точність і деталізація рельєфу. Обмеження: залежність від погодних умов, таких як туман чи дощ.
- Акустичні сенсори: Використовують звукові хвилі для виявлення підводних об'єктів або об'єктів на поверхні. Переваги: можливість виявлення об'єктів під водою. Обмеження: обмежена дальність дії.

Використання:

- Моніторинг прикордонних зон.
- Виявлення руху транспортних засобів та піхоти.
- Контроль за станом довкілля.
- Виявлення проникнень та вторгнень.

4. Додаткові джерела інформації

• Геодезичні дані. Геодезичні дані забезпечують точні координати та вимірювання рельєфу місцевості. Вони використовуються для створення базових карт і тривимірних моделей, які є основою для подальшого аналізу та планування.

• Метеорологічні дані. Метеорологічні дані включають інформацію про погодні умови, такі як температура, вологість, швидкість і напрямок вітру, опади тощо. Ці дані важливі для планування військових операцій, оскільки погодні умови можуть впливати на виконання завдань.

- Соціально-економічні дані. Соціально-економічні дані включають інформацію про населення, економічну активність, інфраструктуру та інші аспекти людської діяльності. Ці дані допомагають у розумінні контексту операцій, плануванні гуманітарної допомоги та оцінці потенційних ризиків.

ГІС військового призначення використовують широкий спектр джерел інформації, кожне з яких має свої переваги та обмеження. Супутникові знімки забезпечують велике охоплення територій, дані з БПЛА надають детальну інформацію на локальному рівні, а наземні сенсори доповнюють картину моніторингу. Інтеграція цих різномірних джерел дозволяє створювати комплексні та актуальні карти, необхідні для успішного планування та проведення військових операцій. З розвитком технологій з'являються нові джерела інформації, які можуть значно підвищити ефективність геоінформаційних систем (ГІС) військового призначення:

1. Космічні сенсори з високою роздільною здатністю.

Новітні космічні сенсори, які забезпечують знімки з неймовірно високою роздільною здатністю, дозволяють отримувати детальні дані про об'єкти на земній поверхні. Це можуть бути нові супутники з розширеними можливостями знімання та передавання даних.

Використання:

- Деталізоване картографування місцевості.
- Виявлення та ідентифікація дрібних об'єктів.
- Оцінка пошкоджень інфраструктури.

2. Гіперспектральні сенсори.

Гіперспектральні сенсори здатні вловлювати широкий спектр електромагнітного випромінювання, що дозволяє отримувати більш детальну інформацію про матеріали та стан поверхні.

Використання:

- Виявлення замаскованих об'єктів.
- Розпізнавання типів матеріалів і рослинності.
- Моніторинг забруднень та екологічних змін.

3. Дані з Інтернету речей (IoT).

Зростаюча кількість пристроїв, підключених до Інтернету, створює величезні масиви даних, які можна використовувати для моніторингу та аналізу.

Використання:

- Моніторинг руху техніки та особового складу.
- Контроль за станом об'єктів інфраструктури.
- Збір даних про екологічні та погодні умови в реальному часі.

4. Соціальні медіа та краудсорсинг.

Інформація із соціальних медіа та краудсорсинг-платформ може надавати важливі дані про події, що відбуваються в реальному часі.

Використання:

- Оперативний моніторинг ситуацій на місцях.
- Виявлення та аналіз тенденцій та настроїв населення.
- Збір інформації про надзвичайні події та катастрофи.

5. Квантові сенсори

Квантові сенсори використовують властивості квантової механіки для підвищення точності вимірювань, що дозволяє отримувати дані з високою роздільною здатністю та точністю.

Використання:

- Надточне вимірювання гравітаційних полів для виявлення підземних об'єктів.

- Високоточна навігація та позиціювання.
- Моніторинг малих змін у довкіллі та інфраструктурі.

6. Автономні підводні та наземні роботи.

Автономні роботи можуть збирати дані у важкодоступних або небезпечних для людини місцях.

Використання:

- Дослідження підводних об'єктів і територій.
- Моніторинг зони конфліктів та небезпечних територій.
- Оцінювання стану критичної інфраструктури в складних умовах.

Переваги нових джерел інформації:

1. Підвищена точність та деталізація. Нові сенсори та технології дозволяють отримувати більш точну та детальну інформацію, що сприяє кращому розумінню ситуації.

2. Швидкість отримання даних. Інтернет речей та соціальні медіа дозволяють отримувати інформацію в реальному часі, що важливо для оперативного реагування.

3. Розширені можливості моніторингу. Автономні роботи та квантові сенсори забезпечують збір даних у важкодоступних місцях та з високою точністю.

4. Інтеграція різнорідних даних. Використання різних джерел дозволяє створювати комплексні та багат шарові карти, що сприяють більш обґрунтованому ухваленню рішень.

Інтеграція нових джерел інформації в геоінформаційні системи військового призначення значно підвищить їх інформативність та ефективність. Впровадження передових технологій, таких як гіперспектральні та квантові сенсори, автономні роботи та дані з Інтернету речей, дозволить покращити точність, швидкість та комплексність аналізу, що сприятиме підвищенню рівня національної безпеки та успішності військових операцій.

Для визначення поняття картографічної інформації, міри її вимірювання та інформаційні характеристики цієї ГІС, розглянемо образно-знакову модель карти, як “інформаційний канал”, який позначає систему чи середовище реєстрації, обробки, зберігання і передачі даних про місцевість від джерела (земна поверхня) до приймача

При застосуванні ймовірнісного варіанту всі повідомлення про картографічні об'єкти, похибки їх обробки і передачі та іншу інформацію оцінюються як випадкові “об'єкти”, що мають певні “інформаційні” характеристики.

Щоб визначити ці характеристики та їх кількісні параметри, перейдемо від розглядання випадкового об'єкта до випадкового дослідження над ним. Як варіант випадкового дослідження можна взяти результати пошуку чи вибору картографічного об'єкта на топографічній карті.

Припустимо, що ми маємо справу з дослідом стану Ω , які будуть прийняті як витоки дослідження A , а значення P_1, P_2, \dots, P_k приймаємо як ймовірності цих витоків. Такий підхід дозволяє легко перейти до кількісної міри невизначеності випадкового дослідження, запропонованій в (Шеннон К., 1963).

Ентропія $H(P_1, P_2, \dots, P_k) = -\sum P_i \cdot \log p_i$, приймається як міра невизначеності випадкового дослідження й позначається як $H(A)$.

При використанні в ГІС карти найчастіше має місце не один дослід, а декілька, тому необхідно розглядати використання карти як складний дослід. Наприклад, одночасно можуть бути задіяні дослідження A і B .

Зазначивши кінцевий результат складного дослідження як (a_i, b_i) , а його ймовірність, як $P(a_i, \cdot b_i) = r_{ij}$, визначимо ентропію складного дослідження AB у вигляді:

$$H(AB) = -\sum \sum r_{ij} \log r_{ij}.$$

У загальному випадку ймовірність має вигляд:

$$P(a_i b_j) = P(a_i)P(b_j | a_i) = P(b_j) \cdot (a_i | b_j).$$

Якщо a_i є витік досліду A , то ймовірність витоків b_j ($j = 1, 2, \dots, l$) досліду B у цьому випадку визначиться умовними ймовірностями $P(b_j | a_i)$.

Тому функція $H(B | a_i) = -\sum P(b_j | a_i) \log P(b_j | a_i)$ буде умовною ентропією досліду B при появі витoku a_i .

Математичне очікування значення $H(B | a_i)$ при усіх витоках a_i має назву середньоумовної ентропії досліду B при виконанні досліду A і позначається $H_A(B) = \sum P(a_i) H(B | a_i)$.

Різниця $H(B) - H_A(B)$ характеризує середню зміну невизначеності досліду B після виконання досліду A .

Тому її визначають як середнє значення інформації про дослід B , отриманої як результат здійснення досліду:

$$I(A, B) = H(B) - H_A(B).$$

Вочевидь, що

$$I(A, A) = H(A) = I(A),$$

тобто ентропія досліду є власною інформацією досліду A про самого себе.

Припустимо, що є система перероблення і передачі картографічної інформації, у якій на вхід поступає a_n – вхідне повідомлення n про картографічний об'єкт, β_n – вихідне повідомлення, створене системою, коли на вхід поступає a_n і система обробки знаходиться у стані γ_n .

Тоді визначимо ГІС ВП як ймовірнісну модель у такому вигляді:

$$\beta_n = f(a_n, \gamma_n); \gamma_{n+1} = q(a_n, \gamma_n),$$

де γ_n – стан системи обробки до моменту залучення n -го вхідного повідомлення. Таке визначення дозволяє у загальному вигляді розглядати земну поверхню, як ймовірнісне джерело, яке створює послідовні повідомлення про картографічні об'єкти з обмеженого набору об'єктів, а ГІС як систему обробки послідовностей повідомлень, що надходять на вхід і передачі їх на виході користувачеві.

Висновки про просторові характеристики ГІС почнемо з основної з них – кількості картографічної інформації, яка може надходити, оброблятися і передаватися користувачеві ГІС. З цією метою скористуємося визначенням інформації і ГІС. Вочевидь, що ентропія вхідних повідомлень про картографічні об'єкти $H(a)$ в результаті обробки картографічної інформації перейде в ентропію вихідних повідомлень $H(\beta)$. Тоді інформативна обробка в ГІС можна визначити як кількість інформації, яка дорівнює:

$$I_{обр} = I(f(a, \beta), \beta).$$

Функція $I_{обр}$ характеризується значенням інформації про картографічні об'єкти місцевості в ГІС ВП за результатами обробки вихідних даних. У випадку, коли бази гео-даних зберігають “усе” про картографічні об'єкти і $I(a) = I(\beta)$, інформативність обробки в ГІС буде максимальною.

Справедлива нерівність $I(a) \geq I(\beta)$, тобто коли у результаті обробки інформація не збільшується.

У загальному випадку при розрахунку інформативності обробки картографічної інформації в ГІС ВП у першу чергу необхідно врахувати кількість картографічних об'єктів, повідомлення про які занесені до бази даних (БД), кількість збережених числових і атрибутивних показників і характеристик об'єктів, а також показники частоти звернення до цих даних (вірогідність вибору).

Далі, якщо визначити випадкове значення η як повідомлення залучені користувачем, то можна вести мову й про ентропію користувача $H(\eta)$. У результаті отримаємо кількість інформації, яку надає.

$$I_{ГІС} = \min (I(\eta), I(\beta)).$$

Інформативність – одна з найважливіших характеристик ГІС. Вона максимальна, коли користувач “знає все” про картографічні об'єкти і відсутні втрати інформації при її обробці і транспортуванні.

Серед інших характеристик ГІС ще одну, не менш важливу характеристику – пропускну спроможність обробки й передачі картографічної інформації користувачеві.

Якщо подати на ГІС випадкову величину L , то на виході, як результат обробки й випадкових помилок отримаємо величину β , а користувач отримає випадкову величину. У такий спосіб можна розрахувати кількість інформації $I(a, \eta)$ користувача відносно входу ГІС. При варіюванні випадкової величини L на вході системи кількість інформації $I(a, \beta)$ на виході теж може змінюватися. Тоді значення $C_{\max} = (I(a, \beta), I(a, \eta))$ можна вважати пропускну здатністю ГІС.

C_{\max} характеризує максимальну кількість інформації, яка може бути опрацьована і передана ГІС за одиницю часу, тобто визначає швидкість, з якою ведеться надійне транспортування інформації. Цю характеристику можна поширити й на обробку й передачу картографічної інформації.

Швидкість обробки й передачі інформації визначається формулою

$$R = k / t,$$

де k – кількість одиниць картографічної інформації;

t – час, що витрачається на обробку або передачу k одиниць інформації.

У праці (Шеннон К., 1963) було доведено, що можна здійснити якісну і надійну обробку/передачу інформації зі швидкістю, яка не перевищує пропускну здатність. З іншого боку, будь-який спосіб обробки й передачі інформації зі швидкістю, яка перевищує пропускну здатність, призводить до збільшення ймовірності похибок, яка характеризується показником надійності, під яким розуміють ймовірність появи помилки.

Отже, ще однією важливою характеристикою обробки та передачі картографічної інформації в ГІС є її надійність, що визначається як ймовірність появи помилки (картографічне повідомлення β на виході та η – повідомлення, отримане користувачем, різняться від повідомлення L на вході).

Ймовірність похибки назвемо $P(e)$.

$$P(e) = L(f(I(a, \eta)))$$

У загальному випадку помилки в системі зменшують надійну обробку й передачу інформації та гальмують її вихід.

Для підвищення надійності обробки й передачі інформації, зокрема картографічної, важливу роль відіграє спосіб її кодування.

Аналіз об'єктів місцевості, що здійснюється сучасними ГІС, за даними (Кравців С.С., Войтків П.С., Кобелька М.В., 2020) свідчить, що загальна кількість класифікаційних ознак картографічних об'єктів не перевищує значення 900 (760 безпосередньо ознаки об'єктів і 140 підписи до цих об'єктів)

У цьому випадку джерела картографічної інформації, що забезпечують послідовну подачу повідомлень про картографічні об'єкти при рівно ймовірному виборі об'єктів, мають ентропію, яка дорівнює:

$$H_3 = -\sum \frac{1}{900} \log\left(\frac{1}{900}\right) = \log 900 = 2,95 \text{ знак/об'єкт.}$$

Таким чином, для кодування картографічних об'єктів, як повідомлень достатньо в середньому три десятинні знаки, звідси, стосовно підсистеми ГІС ВП, об'єм бази даних рівня бригади складає щонайменше 500 Мб (це 20–25 тис. користувачів). Об'єм семантичної інформації на 1 користувача ~ 2 Кб.

Після аналізу потенційних джерел географічної інформації проводиться оцінка їхньої придатності та технічних можливостей для використання у військових ГІС, що дозволяє визначити найефективніші способи отримання та обробки географічних даних для потреб військових ділянок.

Оцінка придатності потенційних джерел географічної інформації для використання у військових геоінформаційних системах (ГІС) може проводитися шляхом врахування різних критеріїв та параметрів:

Доступність та зручність використання. Оцінка включає аналіз легкості доступу до інформації з джерела, а також його зручності та простоти використання для військових потреб.

Якість даних. Важливо визначити якість географічної інформації, яку надає потенційне джерело. Це може включати точність, роздільну здатність, актуальність та повноту даних.

Технічні можливості. Оцінка технічних можливостей потенційного джерела включає аналіз його здатності забезпечувати необхідні функціональні можливості, такі як обробка, аналіз та візуалізація даних у військових ГІС.

Актуальність інформації. Оцінка включає визначення актуальності та відповідності інформації поточним потребам військових ділянок.

Безпека: Важливо враховувати заходи безпеки та конфіденційності інформації, наданої потенційним джерелом, особливо якщо це стосується військової інформації.

Інтеграція з існуючими системами. Важливо визначити можливість інтеграції географічної інформації з потенційного джерела з існуючими військовими ГІС та іншими системами.

Геоінформаційні системи (ГІС) є важливими інструментами для забезпечення ефективності військових операцій та підвищення рівня національної безпеки. Оптимізація їх використання дозволить задовольнити зростаючі потреби сектору безпеки й оборони України. Ці рекомендації спрямовані на покращення використання ГІС у військових цілях та розглядають перспективи їх подальшого впровадження.

Рекомендації щодо оптимізації використання ГІС.

1. Інтеграція нових технологій і джерел даних.

• **Впровадження гіперспектральних сенсорів:** використання гіперспектральних зображень для точнішого виявлення замаскованих об'єктів та аналізу матеріалів.

• **Залучення даних з Інтернету речей (IoT):** інтеграція даних з IoT-пристроїв для оперативного моніторингу ситуації на полі бою та в тилу.

- **Використання квантових сенсорів:** впровадження квантових сенсорів для підвищення точності вимірювань та виявлення підземних об'єктів.

- **Застосування автономних підводних та наземних роботів:** використання автономних роботів для збору даних у важкодоступних та небезпечних зонах.

2. Підвищення точності та надійності даних

- **Покращення роздільної здатності даних:** використання супутників із високою роздільною здатністю для отримання детальних знімків місцевості.

- **Забезпечення частого оновлення даних:** встановлення регулярних інтервалів для оновлення даних із різних джерел для забезпечення актуальності інформації.

- **Впровадження надійних алгоритмів перевірки даних:** використання алгоритмів машинного навчання для автоматичної перевірки точності та надійності даних.

3. Покращення аналітичних можливостей

- **Розширення можливостей просторового аналізу:** впровадження нових методів просторового аналізу, таких як тривимірне моделювання та аналіз змін у часі.

- **Розробка та використання моделей симуляції:** створення моделей для симуляції різних військових сценаріїв та прогнозування їх наслідків.

- **Використання штучного інтелекту (ШІ):** інтеграція ШІ для автоматичного аналізу великих обсягів даних та виявлення тенденцій.

4. Зміцнення захисту та безпеки інформації

- **Впровадження засобів кібербезпеки:** використання сучасних засобів захисту від кібератак для забезпечення цілісності та конфіденційності даних.

- **Забезпечення багаторівневого доступу:** створення системи багаторівневого доступу до даних для різних користувачів відповідно до їх ролей і прав.

- **Регулярні аудити безпеки:** проведення регулярних аудитів безпеки для виявлення та усунення вразливостей.

5. Навчання та підвищення кваліфікації персоналу

- **Організація навчальних програм:** проведення регулярних навчальних програм для персоналу з використання новітніх технологій ГІС.

- **Підвищення кваліфікації через симуляційні тренінги:** використання симуляційних тренінгів для підвищення навичок використання ГІС у різних сценаріях.

- **Обмін досвідом з міжнародними партнерами:** встановлення співпраці та обміну досвідом з військовими та науковими установами інших країн.

Висновки. Аналіз сучасного стану розвитку геоінформаційних систем військового призначення підтверджує їхню важливість для сучасного світу та вказує на потенціал для подальшого зростання та вдосконалення. Проте для досягнення цих цілей необхідно продовжувати інвестування в дослідження та розвиток, забезпечуючи таким чином їхню сталість та ефективність у майбутньому.

Перспективи використання ГІС для потреб сектору безпеки й оборони України:

1. Покращення планування та управління операціями.

Впровадження новітніх технологій ГІС дозволить покращити планування та управління військовими операціями за рахунок точнішого аналізу даних і більшої оперативності в прийнятті рішень.

2. Підвищення ефективності розвідки та спостереження.

Залучення сучасних сенсорів і методів аналізу дозволить значно підвищити ефективність розвідувальних та спостережних операцій, забезпечуючи більш точну й актуальну інформацію про противника.

3. Зміцнення національної безпеки.

Оптимізація використання ГІС сприятиме зміцненню національної безпеки, забезпечуючи надійний моніторинг прикордонних зон, критичної інфраструктури та інших важливих об'єктів.

4. Підтримка гуманітарних та рятувальних операцій.

ГІС можуть бути ефективно використані для планування та проведення гуманітарних та рятувальних операцій, забезпечуючи швидкий доступ до актуальної інформації про стан об'єктів та зон катастроф.

5. Вдосконалення логістики та забезпечення

Оптимізація логістичних операцій за допомогою ГІС дозволить підвищити ефективність доставки провіанту, боєприпасів та медичної допомоги, що є критично важливим для успішного виконання військових завдань.

Геоінформаційні системи є важливим інструментом для військових, що дозволяє отримувати велику кількість корисної інформації для планування та проведення операцій. Оцінка кількості інформації, яку можна отримати за допомогою ГІС, включає кількісні та якісні методи аналізу, що забезпечують точність, надійність та комплексність даних. Використання різних джерел інформації, таких як супутникові знімки, дані з БПЛА та наземні сенсори, дозволяє створювати детальні та актуальні карти, необхідні для успішного виконання військових завдань. Удосконалення ГІС та інтеграція нових технологій сприятимуть підвищенню ефективності військових операцій та забезпеченню національної безпеки. Впровадження нових технологій і методів у використання ГІС військового призначення дозволить значно підвищити їх інформативність та ефективність. Рекомендації щодо оптимізації включають інтеграцію нових джерел даних, покращення точності та надійності інформації, розширення аналітичних можливостей, зміцнення захисту та безпеки даних, а також підвищення кваліфікації персоналу. Використання ГІС у секторі безпеки й оборони України має великі перспективи, сприяючи підвищенню рівня національної безпеки та ефективності військових операцій.

Список використаних джерел

1. Бурачек, В. Г. Геоінформаційний аналіз просторових даних / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В. І. Зацерковний. – Ніжин : ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 440 с.
2. Зацерковний, В. І. Геоінформаційні системи і бази даних.: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.
3. Скрипка, А. О. Аналіз існуючих геоінформаційних технологій, що використовуються в Збройних Силах України та арміях провідних країн світу / А. О. Скрипка, О. Л. Ліманська, Г. Т. Ляшенко, О. О. Шугалій // Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. – 2017. – Вип. 57. – С. 179-185. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpviknu_2017_57_25.
4. Теорія ймовірностей та математична статистика : навч. посіб. / О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук, Б. П. Орел, П. І. Штабальок. – Київ : НТУУ «КПІ», 2014. – 212 с.

References

1. Burachek, V.H., Zhelezniak, O.O., Zatserkovnyi, V.I. (2011). *Heoinformatsiyni analiz prostorovykh danykh [Geoinformational analysis of spatial data]*. TOV Vydavnytstvo «Aspekt-Polihraf».
2. Zatserkovnyi, V.I., Burachek, V.H., Zhelezniak, O.O., Tereshchenko, A.O. (2014). *Heoinformatsiyni systemy i bazy danykh [Geoinformation systems and databases]*. (Vol. 1). NDU im. M. Hoholia.
3. Skrypka, A.O., Limanska, O. L., Liashenko, H. T., Shuhaliy, O.O. (2017). *Analiz isnuuychkh heoinformatsiynykh tekhnolohii, shcho vykorystovuiutsia v Zbroinykh Sylakh Ukrainy ta armiakh providnykh krain svitu [Analysis of existing geo-information technologies used in the Armed Forces of Ukraine and the armies of the leading countries of the world]*. *Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoho instytutu Kyivskoho natsionalnoho universytetu imeni Tarasa Shevchenka – Collection of scientific works of the Military Institute of Taras Shevchenko Kyiv National University*, 57, 179-185. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpviknu_2017_57_25.

4. Kushlyk-Dyvulska, O.I., Polishchuk, N.V., Orel, B.P., Shtabaliuk, P.I. (2014). *Teoriia imovirmostei ta matematychna statystyka [Probability theory and mathematical statistics]*. NTUU «KPI».

Отримано 20.09.2024

UDC 528.8

Mykola Bialyi

Adjunct Researcher in the Scientific and Organizational Department
Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv (Kyiv, Ukraine)
E-mail: nikolai.bialiy@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0006-9487-1502>

EVALUATION OF THE INFORMATIVE VALUE OF MILITARY GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS

In the modern military environment, geographical information systems (GIS) are crucial in supporting military operations and making effective management decisions. To utilize GIS effectively, it is essential to assess the amount of additional information that can be obtained through the implementation of military GIS, as they are used both for visualizing the current situation on the battlefield and for forecasting and making effective decisions under uncertainty.

The results of this research will help determine the volume of additional information that can be gained from military GIS and develop recommendations for their optimal use to meet military needs. The study aims to evaluate the volume of data that can be obtained through military GIS. It explores a symbolic model of maps as an "information channel," representing the system or environment for recording, processing, storing, and transmitting data about the terrain from the source (the earth's surface) to the receiver. It defines the bandwidth of GIS and assesses the database volume at the brigade level concerning the military GIS subsystem.

Keywords: *geographical information systems; symbolic model of maps; databases; military needs; GIS bandwidth.*

References: *4.*