

УДК 681.518.3

DOI: <https://doi.org/10.17721/1728-2217.2022.51.85-87>

А. Лукіяничук, наук. співроб.

LukiianchukA@gmail.com

ORCID ID 0000-0002-5757-6196,

О. Мірошніченко, канд. техн. наук, ст. наук. співроб.

aleg395@meta.ua

ORCID ID 0000-0002-3969-9758

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК

Зазначено значні успіхи застосування геоінформаційних систем (ГІС) на тлі бурхливого впровадження комп'ютерних та інформаційних технологій у діяльність військ (сил). Сучасні ГІС у збройних силах інших країн також знайшли широке застосування в оперативній підготовці органів військового управління, інформаційному забезпеченні бойових дій, оновленні топографічних карт, визначенні місця положення військ і окремих військовослужбовців, а також в інших сферах діяльності військ. Необхідно проаналізувати найбільш успішні технології та рухатись у напрямку їхнього впровадження. Значна частина географічної інформації швидко змінюється із часом, що робить неактуальним використання традиційних карт. ГІС – програмно-технічний комплекс, який дозволяє поєднати зображення території з інформацією табличного типу. Програмно-технічний комплекс забезпечує автоматизований збір, обробку, аналіз, зберігання, відображення і поширення просторово-координованої інформації. Комп'ютерна система, яка дає можливість редагувати, використовувати, зберігати, аналізувати та відображати графічні дані в картографічній формі. ГІС забезпечують найбільш повне створення і своєчасне відновлення картографічної основи, і насамперед різних типів карт. Існує можливість одержувати аеро-, фото- і космічні знімки об'єктів місцевості з мінімальною затримкою в часі, з можливістю одержання їхніх специфічних характеристик. Швидкість отримання інформації може гарантувати сучасна автоматизована система з можливістю документування наданої інформації. Система дозволяє створювати векторні, растрові й матричні карти, а також оперативно оновлювати різну інформацію про місцевості.

Ключові слова: системи підтримки, прийняття рішень, ГІС-технології, просторовий аналіз.

Постановка проблеми. Бурхливе впровадження комп'ютерних та інформаційних технологій у діяльність військ (сил) за останній час надає нові можливості при вирішенні задач управління військами в мирний час та особливий період. Автоматизація процесу управління з урахуванням навігаційної інформації дозволяє істотно зменшити час на координацію та злагодженість дій військ (сил) в умовах різкої зміни обстановки, високої динаміки сучасних бойових дій, застосування високоточної зброї.

Основою сучасного підходу до автоматизації управління збройними силами, за яким відбувається заміна паперових карт на цифрові, є впровадження в процес управління геоінформаційних систем (ГІС). Використання ГІС надасть органам військового управління візуальну, просторову та деяку додаткову інформацію про місцевість та об'єкти, що розташовані на ній, на пристроях відображення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій показує, що на сьогодні найбільш відомими розробниками ГІС є США, де розроблені декілька програмних продуктів, які належать до класу геоінформаційних систем та активно використовуються при виконанні завдань цивільного сектору. У джерелах [1–5] наведено інформацію про існуючі інформаційні системи, що можуть бути обрані за основу розробки ГІС військового призначення. Зокрема, у джерелах [1–3] наведено визначення й узагальнені відомості про найбільш відомі ГІС іноземного походження, у [4] наведено інформацію про ГІС вітчизняної розробки комерційного призначення "Око". Відомості про стан розробок, близьких за призначенням до геоінформаційно орієнтованих продуктів – програмно-технічних комплексів "Карта-Ц" та "Видання-Ц", що проводяться в інтересах Міністерства оборони України, наведено в [5]. Аналіз зазначених джерел показує, що отримати повною мірою уявлення про завдання, які мають вирішуватись в інтересах забезпечення завдань управління військами, неможливо. Певний дослідницький інтерес має робота [6], у якій на підставі узагальнених уявлень сформульовано напрями застосування геоінформаційних технологій у військовій справі, що дозволяє зорієнтуватись з

можливостями застосування ГІС, але [6] не містить інформації про архітектуру ГІС, існуючі програмні продукти, які можуть бути використані в інтересах побудови ГІС військового призначення та принципи її побудови.

Мета статті проаналізувати відомі геоінформаційні системи з метою визначення об'єктів типової геоінформаційної системи та вирішення завдань навігаційного забезпечення збройних сил.

Виклад основного матеріалу дослідження. Геоінформаційна система – це система збору, зберігання, аналізу та графічної візуалізації просторових даних і пов'язаної з ними інформації про об'єкти, розташовані на місцевості [1, 3]. Термін "ГІС" також використовується в більш вузькому розумінні як інструмент у вигляді програмного продукту, що дозволяє користувачам шукати, аналізувати і редагувати цифрові карти, а також одержувати додаткову інформацію про об'єкти, наприклад, висоту будинка, адресу, кількість мешканців тощо. Для виконання завдань управління за допомогою ГІС система має поєднувати в собі можливості систем керування базами даних, редакторів растрової й векторної графіки й аналітичних засобів, що застосовуються в картографії, геології, метеорології, землевпорядженні, екології, муніципальному керуванні, транспорті, економіці, обороні й багатьох інших сферах.

Таким чином, ГІС – це сполучення географічної або топографічної карти і великого масиву вираженої у цифровій формі різномірної інформації, систематизованої та прив'язаної до відповідної точки картографічного зображення. Цифрова інформація про місцевість може бути представлена у вигляді електронної топографічної, оглядово-географічної, авіаційної карти, плану міста, схеми, електронного фотоплану, матриці висот, матриці властивостей місцевості тощо.

Зазвичай ГІС класифікують за територіальним охопленням, при цьому розрізняють глобальні (Global GIS), субконтинентальні, національні (державні), регіональні (Regional GIS), субрегіональні і локальні або місцеві ГІС (Local GIS) [1, 3]. Класифікація найбільш відомих програмних продуктів ГІС загального призначення за прин-

ципом поширення наведено в табл. 1. Найбільш поширеними у світі серед ГІС, що наведено в табл. 1, є програмний продукт ArcGIS компанії ESRI, сукупність продуктів GeoMedia корпорації Intergraph і MapInfo Professional компанії Pitney Bowes MapInfo, "Карта 2008" компанії ЗАТ КБ "Панорама". Проте використовуються також й інші програмні продукти: ГІС ІНТЕГРО, MGE корпорації Intergraph, IndorGIS, STAR-APIC, Дубльгис, ГІС Mappl (Mappl Груп), Географ ГІС, 4гео, ГІС Карта тощо.

Провідним постачальником програмних ГІС-продуктів у ряді основних напрямів є американська компанія ESRI. Їй належать 57 % програмного ГІС у транспортній сфері, 53 % – у державному секторі, 67 % – у сфері освіти. Окрім того, компанія тримає 49 % ринку в картографічному сегменті, 48 % у сфері керування природними ресурсами та 41 % ринку в комерційному секторі [2]. У сфері інженерних комунікацій ESRI, хоча й не домінує, але в 2001 р. мала 13 % ринку.

Таблиця 1. Класифікація ГІС за принципом поширення

Коштовні	Безкоштовні	Спеціалізовані програмні продукти ГІС	Некомерційні організації та об'єднання
ArcINFO	GeoMedia Viewer	K-MINE	ГІС-Асоціація
ArcGIS	Google Планета Земля	Tekla Xpower	GIS-Lab.info
ІнГео	GRASS	ГІС ІНТЕГРО	
GeoMedia	gvSIG		
MapInfo	Quantum GIS		
Modular GIS Environment (MGE)	AutoCAD Map 3D		
ГІС Карта 2008	(безкоштовна навчальна версія)		

Завдання авторів полягає в дослідженні вже винайдених ГІС і впровадженні найбільш ефективних та перспективних у військовій справі. Однією з найбільш успішних ГІС інших країн є "Оператор", розроблена КБ "Панорама", яка є спеціалізованим додатком, що у складі глобальної мережецентричної системи управління забезпечує обробку даних з різних джерел.

Іншою професійною ГІС-розробкою є "Bently" [1–3], що має засоби створення і редагування електронних карт, виконання різних вимірювань і розрахунків, оверлейних операцій, побудови 3D-моделей, обробки растрових даних, засоби підготовки графічних документів в електронному і друкованому вигляді, а також інструментальні засоби для роботи з базами даних. ГІС має розвинені засоби редагування векторних і растрових карт місцевості та нанесення прикладної графічної інформації на карту, підтримує декілька десятків різних проекцій карт і систем координат, включаючи системи 42 року, ПЗ-90, WGS-84 та інші; дозволяє відобразити тривимірні координати, швидкість і азимут руху пройденої відстані, азимут на задану точку та інші параметри рухомих об'єктів, пройдений шлях, надавати рекомендації щодо маршрутів для подальшого руху, здійснювати запит електронних карт і цифрових знімків місцевості на задану територію каналами зв'язку, будувати дорожню мережу, вирішувати транспортні завдання. Таким чином, ГІС "Bently" здатна забезпечувати картографічну підтримку всього масштабного ряду – від поверхового плану до космонавігаційної карти Землі. Обсяг однієї векторної карти може займати декілька терабайтів. Одна растрова або матрична карта займає до 8 Гб обсягу диска. Основними структурними елементами ГІС є дані, які за змістом можуть бути географічними, у вигляді координат про місце розташування об'єкта на земній поверхні, чи описовими (атрибутивними); апаратне забезпечення, що включає ЕОМ, мережі, накопичувачі, сканер, дигітайзери і т. ін.; програмне забезпечення та технології (методи, порядок дій тощо).

Одним із прототипів розвідувальних комплексів на базі ГІС є система "Арта", яка дозволяє якнайшвидше знайти ціль, надати її координати для будь-якої артилерійської зброї, що є на озброєнні в ЗС України. Ця система забезпечує високу точність, не використовуючи пристрілювальні постріли [4].

Київська компанія "Геобіономіка" розробила універсальну векторно-растрову ГІС "Око" [4]. Вартість системи, за даними 2022 р., становить близько \$1500, а

всього за 20 років, що минули з початку роботи над "Оком", було зроблено близько півтори тисячі інсталяцій. Внутрішній формат ГІС "Око" повністю закритий, тобто конвертація даних з таких форматів, як Arcview GIS, MapInfo і AutoCAD, у формат "Ока" можлива, а навпаки – ні.

Фахівці Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій і систем (м. Київ) проводять розробку програмно-технічних комплексів (ПТК) "Карта-Ц" і "Видання-Ц" [5]. При цьому ПТК "Карта-Ц" призначений для створення і модифікації цифрової картографічної інформації, що заснована на сканерному введенні вхідних матеріалів, сумісній обробці метричної і семантичної інформації, уніфікації форматів даних, а "Видання-Ц" забезпечує автоматизоване створення оригіналу номенклатурного аркуша і виготовлення розчленованих видавничих діапозитивів карти для видання друкарського варіанта картографічних матеріалів. Зазначена автоматизована картографічна система реалізує замкнений цикл обробки картографічної інформації, передбачає можливість використання даних різних форматів (векторного і растрового), отриманих з різних джерел (початкові топографічні основи, літературно-довідкові матеріали, аерофото- та космічні дані), інтерпретує електронні дані в основні світові ГІС-формати без втрати інформативності і точності представлення об'єктів місцевості. Передбачається, що розроблювані системи будуть відповідати рівню продуктів, які використовуються світовими лідерами для створення цифрової картографічної продукції.

Найбільш важливими сферами застосування ГІС у військовій сфері є [6]:

- планування руху техніки з обліком конкретної бойової обстановки, стану місцевості, прихованості, часу доби, характеристик конкретної бойової техніки тощо;
- планування польотів авіації та безпілотних літальних апаратів з метою нанесення ударів, перевезення вантажів і особового складу, ведення розвідки;
- оптимізація розкладу й маршрутів руху;
- визначення найбільш можливих маршрутів пересування противника і планування розміщення засобів протидії;
- об'ємне моделювання місцевості для навчання особового складу у спеціалізованих тренажерах (літакових, танкових, автомобільних та ін.);
- відтворення переміщення мобільного об'єкта зафіксованими в процесі переміщення траєкторії та параметрах переміщення;

- навігація і диспетчерський супровід мобільних об'єктів;
- застосування у бортових і "кишенькових навігаційних системах, при цьому забезпечувати і відображати власне місце розташування на тлі карти та координати руху;
- забезпечувати контроль переміщення коштовних і небезпечних вантажів.

Виходячи із зазначених завдань, а також можливості розробки різноманітних програмних ГІС-додатків, необхідних для вирішення спеціальних завдань, самостійного розширення функціональності базового програмного продукту, інтерфейсу, наявності повного комплексу документації, за своїми функціональними можливостями і швидкодії, для розробки та випуску документів аеронавігаційної інформації [3, 6], ГІС користувача має забезпечувати створення просторових об'єктів шляхом введення координат з клавіатури, їхнього оцифрування за растровим зображенням, запис траси руху, пошук об'єктів на карті, визначення координат усяких точок, визначення довжини та азимуту лінії, нанесення об'єктів на карту, зміни складу даних, що відображаються, та інші операції.

У системі має забезпечуватись збір даних від бортового обладнання, встановленого на рухомих технічних засобах (об'єктах моніторингу), обробка інформації від датчиків системи, відображення місць розташування об'єктів моніторингу та їхні характеристики на тлі карти, підготовка завдань водіям (пілотам), формування відомостей про фактично виконані роботи та обмін інформацією за програмами технологічного планування, доступ до інфраструктури просторових даних (векторних, растрових, матричних карт, даних дистанційного зондування Землі та інформації з баз даних), робота з атласом карт, можливість інтеграції різних просторових даних.

Висновки. Проведений аналіз показує, що в найпростішому варіанті геоінформаційні системи є комбінацією звичайних баз даних (атрибутивної інформації) з потужними графічними засобами (електронними картами), основна ідея якої полягає в тому, щоб пов'язати дані на карті з даними звичайної бази даних. Вказано основні напрями застосування геоінформаційних технологій для військових завдань. Наведено також стан ГІС-розробок іноземного походження та в Україні. Аналіз процесів розробки і видання необхідних документів підтверджує можливість підвищення оперативності внесення змін, точність, якість і наочність цих документів та зменшення часових і матеріальних витрат, необхідних при виконанні

бойових завдань. За результатами проведеного аналізу встановлено, що завдання створення карт і географічного аналізу не є чимось абсолютно новим, але слід розуміти, що технологія ГІС надає новий, більш відповідний сучасності, ефективний, зручний і швидкий підхід до аналізу проблем і рішення завдань, що виникають у процесі управління збройними силами.

Список використаних джерел

1. Мясішев О., Литвиненко Н., Федченко О. Доцільність використання геоінформаційних підсистем у складі Автоматизованої системи управління Збройними Силами України : мат-ли міжнар. наук.-практ. форуму // DIGITAL REALITY (м. Одеса, 13-19 вересня 2021 р.). Одеса, 2021. С. 265-271.
2. Аналіз використання геоінформаційних технологій в управлінні Збройними Силами України / О.П. Федченко, Н.І. Литвиненко, О.І. Литвиненко, С.В. Прищепка // 36. наук. пр. Військ. ін-ту Київ. нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Київ, 2021. № 72. С. 73-80.
3. Геоінформаційна система. URL: http://uk.wikipedia.org/wiki/Геоінформаційна_система (дата звернення: 15.07.2022).
4. Яковенко І.М. Автоматизована картографічна система. Програмно-технічні комплекси Карта-Ц та Видання-Ц : мат-ли наук.-техн. конф. "Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки". Київ, 2010. С. 173-174.
5. Беленков В.В., Корж М.М. Основные направления применения геоинформационных технологий в военном деле // Междунар. науч.-техн. журн. "Информационные технологии и компьютерная инженерия", 2006. Харків. № 3(7).
6. Мокін В.Б., Горячев Г.В., Давиденко О.В. Компьютеризованные региональные системы государственного мониторинга поверхностных вод: модели, алгоритмы, программы : монография. Винница, 2005. 205 с.

References

1. Miasishchev, O., Lytvynenko, N., Fedchenko, O. (2021). Expediency of using geoinformation subsystems as a part of the Automated control system of the Armed Forces of Ukraine, *DIGITAL REALITY: materials of the international scientific-practical forum (Odessa, September 13-19, 2021)*. pp. 265-271. [in Ukrainian].
2. Fedchenko, O.P., Lytvynenko, N.I., Lytvynenko, O.I., Pryshchepa, S.V. (2021). Analysis of the use of geographic information technologies in the management of the Armed Forces of Ukraine. *Collection of scientific works of the Military Institute of the Taras Shevchenko National University of Kyiv*. № 72, pp. 73-80. [in Ukrainian].
3. Geoinformation system (2022). URL: http://uk.wikipedia.org/wiki/Geoinformation_system (access date: 07/15/2022) [in Ukrainian].
4. Yakovenko I.M. (2010). Automated mapping system. Software and technical complexes Map-C and Edition-C. Scientific and technical materials. conf. "Problematic issues of the development of weapons and military equipment." P. 173-174. [in Ukrainian].
5. Belenkov V.V., Korzh M.M. (2006) The main directions of application of geoinformation technologies in military affairs. *International science – technician journal "Information technologies and computer engineering"* No. 3 (7). [in Ukrainian].
6. Mokin V.B., Goryachev G.V., Davydenko O.V. (2005). Computerized regional systems of state surface water monitoring: models, algorithms, programs. *Monograph*. p. 205. [in russian].

Надійшла до редколегії 12.07.22

A. Lukiyanchuk, Researcher
LukiyanchukA@gmail.com
ORCID ID 0000-0002-5757-6196,
O. Miroshnichenko, PhD Technical Sci., Senior Researcher
aleg395@meta.ua
ORCID ID 0000-0002-3969-9758
Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine

APPLICATION OF GEOINFORMATION SYSTEMS FOR THE SOLVING TASKS OF NAVIGATION SUPPORT FOR THE ARMIES

Rapid implementation of computer and information technologies in the activities of the troops (forces) is currently taking place, namely, significant successes in the use of geographic information systems (GIS) are noted. Modern GIS in the armed forces of other countries has also found wide application in the operational training of military C2 bodies, information support of combat actions, updating topographic maps, determining the location of the position of troops and individual servicemen, as well as in other areas of military activity. Therefore, it is necessary to analyze the most successful technologies and move towards their implementation. Currently, a large part of geographic information changes rapidly with time, which makes the use of traditional maps irrelevant. GIS is a software and technical complex that allows you to combine a model image of the territory with tabular information. The software and technical complex provides automated collection, processing, analysis, storage, display and distribution of spatially coordinated information. A computer system that makes it possible to edit, use, store, analyze and display graphic data in a cartographic form. GIS provide the most complete creation and timely restoration of the cartographic base. First of all, it concerns different types of cards. In addition, it is now possible to receive aerial, photographic and space images of local objects with minimal time delay, with the possibility of obtaining their specific characteristics. The speed of receiving information can only be guaranteed by a modern automated system with the possibility of documenting the provided information. The system allows you to create vector, raster and matrix maps, as well as quickly update various information about the area.

Keywords: support systems, decision-making, GIS-technology, spatial analysis.