

БОЙОВЕ ЗАСТОСУВАННЯ ОВТ

УДК 623.4.023.4

О.В. Василенко, О.О. Зацарин, Д.П. Кучеров

*Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки
Збройних Сил України, Київ*

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗАВДАНЬ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІЙСЬК

У статті пропонується аналіз стану розробок та використання геоінформаційних систем (ГІС) у світі та в Україні. На підставі проведеного аналізу формулюються завдання ГІС військового призначення, визначається архітектура ГІС та її необхідні програмні компоненти.

Ключові слова: геоінформаційна система, база даних, картографічні дані, військові завдання, навігаційне забезпечення.

Постановка проблеми

Бурхливе впровадження комп'ютерних та інформаційних технологій у діяльність військ (сил), що відбувається останнім часом, надає нові можливості при вирішенні задач управління військами в мирний час та особливий період. Автоматизація процесу управління з урахуванням навігаційної інформації дозволяє суттєво 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 і публікацій

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що на сьогодні найбільш відомими розробниками ГІС є США та Росія, де розроблені декілька програмних продуктів, які відносять до класу геоінформаційних систем та активно використовують при виконанні завдань цивільного сектору.

В [1-5] наводиться інформація про існуючі інформаційні системи, що можуть бути обрані за основу розробки ГІС військового призначення. Так, в [1-3] надається визначення та узагальнені відомості про найбільш відомі ГІС іноземного походження, в [4] приведена інформація 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, наводиться в [5]. Аналіз зазначених джерел показує, що отримати повною мірою уявлення про завдання, які повинні вирішуватись в інтересах забезпечення завдань управління військами, неможливо.

Певний дослідницький інтерес має робота [6], в якій на підставі узагальнених уявлень формулюються 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. Окремі алгоритми і програми, що розроблені для завдань моніторингу підповерхневих вод, можуть бути запозичені з [7].

Мета статті

В статті проводиться аналіз відомих геоінформаційних систем з метою визначення обліку типової геоінформаційної системи та вирішення завдань навігаційного забезпечення збройних сил.

Виклад основного матеріалу

Характеристика ГІС. Геоінформаційна система – це система збору, зберігання, аналізу й графічної візуалізації просторових даних і пов'язаної з ними інформації про об'єкти, розташовані на місцевості [1]. Термін ГІС також використовується в більше вузькому змісті – як інструмент у вигляді програмного продукту, що дозволяє користувачам шукати, аналізувати й 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 вона повинна поєднувати у собі можливості систем керування базами даних, редакторів растрової й векторної графіки й аналітичних засобів і 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 й великого масиву вираженої в цифровій формі різномірної інформації, систематизованої й 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 й т.п.

Найчастіше ГІС класифікують за територіальним охоптом, при цьому розрізняють глобальні (global GIS), субконтинентальні, національні (державні), регіональні (regional GIS), субрегіональні і локальні або місцеві ГІС (local GIS) [1].

Класифікація найбільш відомих програмних продуктів ГІС загального призначення за принципом розповсюдження наведена в табл.1. Найбільш поширеними в світі серед ГІС, що наведені в табл. 1, є програмний продукт ArcGIS компанії ESRI, сімейство продуктів GeoMedia корпорації Intergraph і MapInfo Professional компанії Pitney Bowes MapInfo, «Карта 2008» російської компанії ЗАТ КБ «Панорама». Але використовуються також і інші програмні продукти: ГІС ІНТЕГРО, MGE корпорації Intergraph, IndorGIS, STAR-APIC, Дубльгис, ГІС Mappl (Маплл Груп), Географ ГІС, 4geo, ГІС "Нева", ГІС Карта та ін. Провідним постачальником програмних ГІС продуктів у ряді ключових напрямів є американська компанія ESRI. Їй належать 57 % програмного ГІС у транспортній сфері, 53 % – у державному секторі, 67 % – у сфері освіти. Крім того, компанія тримає 49 % ринку в картографічному сегменті, 48 % у сфері керування природними ресурсами й 41 % ринку в комерційному секторі [2]. В сфері інженерних комунікацій ESRI, хоча й не домінує, але мала 13 % ринку в 2001 році.

Таблиця 1

Класифікація ГІС за принципом розповсюдження

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

Іншою професійною ГІС є «Карта 2008» розробки ЗАТ КБ «Панорама» [3], що має засоби створення й редагування електронних карт, виконання різних вимірів і розрахунків, оверлейних операцій, побудови 3D моделей, обробки растрових даних, засоби підготовки графічних документів в електронному й друкованому виді, а також інструментальні засоби для роботи з базами даних. ГІС має розвинені засоби редагування векторних і растрових карт місцевості й нанесення прикладної графічної інформації на карту, підтримує декілька десятків різних проекцій карт і систем координати, включаючи системи 42 року, ПЗ-90, WGS-84 і інші; дозволяє відображати тривимірні координати, швидкості й азимут руху, пройденої відстані, азимут на задану точку й 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 по каналах зв'язку, будувати дорожню мережу, вирішувати транспортні завдання. Таким чином, ГІС «Карта-2008» здатна забезпечувати картографічну підтримку всього масштабного ряду – від поверхового плану до космонавігаційної карти Землі. Обсяг однієї векторної

карти може займати декілька Тб. Одна растрова або матрична карта займає до 8 Гб дискового простору.

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 й т.і., програмне забезпечення та технології (методи, порядок дій і т.д.).

ГІС в Україні. Київською компанією «Геобіономіка» розроблено універсальну векторно-растрову ГІС «Око» [4]. Вартість системи, за даними 2000 року, складає близько \$500, а всього за сім років (на початок того ж року), що пройшли з початку роботи над «Оком», було зроблено близько півтора десятків інсталяцій. Внутрішній формат ГІС «Ока» зроблено повністю закритим, це означає, що конвертація даних з інших форматів, таких як Arcview GIS, MapInfo і AutoCAD у формат «Ока», можлива, а навпаки – ні.

Фахівцями Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій і систем (м. Київ) проводиться розробка 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. Програмно-технічні комплекси (ПТК) «Карта-Ц» та «Видання-Ц» вже витримали державні випробування і прийняті до експлуатації в Картографічному центрі МО України.

Типові військово-прикладні завдання ГІС. 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 та інше;

- планування польотів авіації й 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 й планування розміщення засобів протидії;

- об'ємне моделювання місцевості для навчання особового складу у спеціалізованих тренажерах (літакових, танкових, автомобільних та інших);

- відтворення переміщення мобільного об'єкта по зафіксованих у процесі переміщення траєкторії й параметрах переміщення;

- навігація й диспетчерський супровід мобільних об'єктів;

- застосування в бортових й "кишенькових" навігаційних системах, при цьому забезпечувати і відобразити власне місце розташування на тлі карти, та координати руху;

- забезпечувати контроль переміщення коштовних і небезпечних вантажів.

Виходячи з цих завдань, а також можливості розробки різноманітних програмних ГІС-додатків, необхідних для рішення спеціальних завдань, самостійного розширення функціональності базового програмного продукту, дружнього інтерфейсу,

наявності повного комплексу документації, за своїми функціональними можливостями і швидкодії, для розробки й випуску документів аеронавігаційної інформації Центром аеронавігаційного забезпечення авіації Збройних Сил України були обрані ГІС "Карта-2005" і засіб для розробки ГІС-додатків на основі Delphi - Gis ToolKit Free [3, 7].

ГІС користувача повинна забезпечувати створення просторових об'єктів шляхом вводу координат з клавіатури, їх 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 повинно 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 їх 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.

Крім того в ГІС повинні бути реалізовані алгоритми масштабування

$$Y = kX, \quad (1)$$

де $k > 0$ – коефіцієнт масштабування; $X^T(x_1, x_2, \dots, x_i)$ – вхідний вектор, $Y^T(x_1, x_2, \dots, x_i)$ – вихідний вектор; зсуву

$$Y = X \pm \Delta, \quad (2)$$

де $\Delta^T(\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_i)$ – вектор з компонентами зсуву $\Delta_i \geq 0$; перетворення

$$Y = F(X), \quad (3)$$

де $F(\cdot)$ – оператор перетворення; виконуватись пошук і відбір інформації в бази даних, пошук об'єктів на карті: пошук об'єктів за назвою, по області, пошук за адресою, пошук перехресть вулиць (для великомасштабних карт і планів міст) за алгоритмом, що забезпечує максимальну надійність пошуку за припустимий час його здійснення, виду

$$\bar{\mu}(H^*) = 1 - \mu(H^*) \rightarrow \max,$$

$$\sum_{i=1}^N t_i \leq T_{npun}, \quad \mu(H^*) \leq \mu_{npun}. \quad (4)$$

У рівнянні (4) $\mu(H^*)$ – інтегральна оцінка функції ризику знайденого оператора об'єкта $H^* \in H$; H – множина можливих об'єктів; t_i – час виконання i -ї елементарної операції алгоритму пошуку, $i = \overline{1, N}$; T_{npun} – припустимий час виконання пошуку; μ_{npun} – заданий рівень ризику.

Вимогами до цифрових карт повинна бути можливість редагування крапкових об'єктів карти, вивід спливаючих підказок, обробка гіперпосилань.

Створення системи спостереження за рухомими об'єктами повинно проводитись в режимі періодичного відновлення зображення карти.

Враховуючи обсяг завдань, що вирішуються програмним забезпеченням та обсяг дискового простору, що використовується для збереження цифрових карт, з метою оцінки ефективності програмного забезпечення ГІС пропонується введення відносного показника ефективності E , що оцінюється як

$$E = K/M, \quad (5)$$

K – кількість елементарних завдань ГІС, M – обсяг дискового простору, *Байт*. Знання показника E дозволяє на емпіричному рівні оцінювати розроблене програмне забезпечення.

Зрозуміло, що застосування комп'ютерної техніки та спеціального програмного забезпечення дозволяє значно спростити управління військами та скоротити час на прийняття рішення щодо бойового застосування військ. Усі завдання спроможні вирішуватись в рамках сучасних геоінформаційних систем, які можуть бути розроблені або закуплені.

Архітектура ГІС. Типова архітектура ГІС може бути складена на основі уявлення про існуючі

ГІС. Основними компонентами ГІС є локальна обчислювальна мережа, що поєднує у своєму складі апаратне та програмне забезпечення. До основного апаратного забезпечення відносяться серверний комп'ютер, де зберігаються основні програми управління ГІС, база даних та система управління базою даних (рис. 1). Серверна ГІС розташовується на серверному комп'ютері та створює обмежену ГІС з необмеженим числом робочих місць, створює інтерактивні карти та надає доступ до них в локальній мережі, зберігає просторові дані в базі даних, якими можна керувати, має можливість інтеграції з іншими інформаційними системами. Серверний комп'ютер (далі сервер) взаємодіє з Web-сервером та клієнтами-додатками через локальну обчислювальну мережу. Сервер як отримує інформацію з Web-сервера по локальній мережі, так і передає дані зовні за запитом. Сервер здатний обмінюватись інформацією у вигляді файлових даних з користувачами, які також підключені до згаданої мережі.

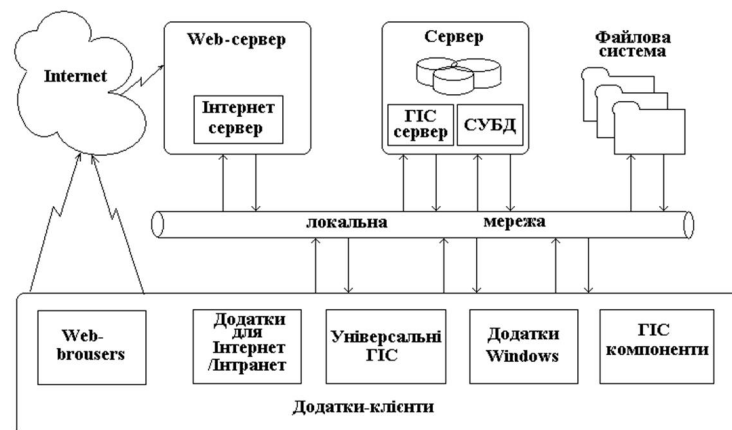


Рис. 1. Архітектура ГІС

Операційна система серверного комп'ютера може створюватися на одній з відомих платформ, а саме Windows 2000 Server, Windows 2000 Advanced Server, Windows 2003 Standard Server, Windows 2003 Enterprise Server, Unix (Solaris, HP, AIX, Linux RedHat). Web-сервер з метою задоволення потреб про геопросторову обстановку. У віддалених місцях можна отримувати картографічну інформацію по каналах зв'язку (радіо або звичайним). В існуючих програмних рішеннях картографічні дані передаються у вигляді файлів-зображень, що мають розширення JPEG або GIF.

Універсальні ГІС додатки-клієнти складають більшу частину функціональної структури ГІС, до якої включаються програмні компоненти ГІС з настільними Windows-додатками з інструментами для забезпечення роботи користувачів. Система керування даними, що інтегровані з даними інших користувачів, включає ГІС-сервер та систему

управління базами даних (СУБД). Користувачам доступні настільні ГІС, які використовуються для створення та моделювання інструментальними засобами баз геоданих, їх перегляду і здійснення доступу до ГІС сервісів та інших веб-сервісів.

ГІС завжди інтегрує просторові та непросторові (текстові) дані. В більшості випадків ГІС дозволяє швидко та просто включити ГІС в існуючі інформаційні системи. До таких систем відносяться СУБД. Якщо використовується СУБД типу Oracle, Microsoft SQL Server, DB2, Informix, то виправдано використання серверного програмного забезпечення для роботи з графікою. З метою реалізації взаємодії карти з іншою частиною додатків важливою рисою ГІС є зручний програмний інтерфейс інтегрований із спеціалізованими додатками.

В ГІС повинні використовуватись формати даних, що підтримуються без конвертації Arcview Shape File,

ESRI Arcsde, ESRI Geodatabase (mdb), ARC/INFO E00, Autocad DXF/DWG, Intergraph/Microstation Design DGN, SDTS, VPF і табличними даними у форматах Access, Excel, Lotus 1-2-3, xbase і ASCII. В роботі ГІС повинні підтримуватись різні бази даних: MS SQL Server, Oracle, MS Access; основні типи браузерів: MS Internet Explorer, Mozilla (Firefox), Opera.

Дані на сервері повинні бути захищені від нелегального копіювання та змін. Встановлення з'єднання з сервером можливо за стандартними протоколами, такими як TCP/IP та подібними. Взаємодія із зовнішніми web-додатками повинна здійснюватись через розширений набір Http-запитів із сформованих геопорталів різного призначення.

Висновки

Проведений аналіз показує, що у найпростішому варіанті геоінформаційні системи є комбінацією звичайних баз даних (атрибутивної інформації) з потужними графічними засобами (електронними картами), основна ідея якої – зв'язати дані на карті з даними звичайної бази даних. У статті приводяться основні напрями застосування геоінформаційних технологій для військових завдань. Наведено також стан ГІС розробок іноземного походження та в Україні. Аналіз процесів розробки й 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, більше відповідний сучасності, ефективний, зручний і швидкий підхід до аналізу проблем і рішення завдань, що виникають в процесі управління збройними силами.

Геоинформационные системы для задач навигационного обеспечения войск

О.В. Василенко, О.О. Зацарицин, Д.П. Кучеров

В статье предлагается анализ состояния разработок и применения геоинформационных систем (ГИС) в мире и в Украине. На основании проведенного анализа формулируются задачи ГИС военного назначения, определяется архитектура ГИС и ее необходимые программные компоненты.

Ключевые слова: геоинформационная система, база данных, картографические данные, военные задачи, навигационное обеспечение.

Geographic information systems in navigational support of forces

O.V. Vasilenko, O.O. Zatsaritsin, D.P. Kucherov

In this paper the analysis of a state of development and application of geographic information systems (GIS) in the world and in Ukraine is offered. On the basis of the analysis GIS military problems are formulated, GIS architecture and its necessary program components are determined.

Keywords: geographic information system, database, cartographical data, military problems, navigational support.

Список літератури

1. Геоинформационная система [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: http://ru.wikipedia.org/wiki/Геоинформационная_система.
2. ESRI лидирует на рынке программного ГИС обеспечения Новости ГИС [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.dataplus.ru/NEWS/2002/December/Leader.htm>
3. Геоинформационные системы. Сайт "КБ Панорама" [Электронный ресурс]: – Режим доступа до ресурсу: <http://www.gisinfo.ru/>
4. Блинкова О. ГИС в городе жёлтых каштанов РСВЕЕК. – Геоинформационные системы. [Электронный ресурс]. – Режим доступа до ресурсу: <http://www.pcweek.ru/themes/detail.php?ID=56310>
5. Яковенко І.М. Автоматизована картографічна система. Програмно-технічні комплекси Карта-Ц та Видання-Ц: тези доповід. наук.-техніч. конф. / «Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки», Київ, 16–17 груд. 2010 р. // М-во оборони, Центральн. наук. – дослідн. ін-т озбр. військ. техн. ЗС України. – К.: ЦНДІ ОВТ ЗСУ, 2010. – с. 173-174.
6. Беленков В.В. Основные направления применения геоинформационных технологий в военном деле / М.М.Корж // Международ. науч. – технич. журн. «Информационные технологии и компьютерная инженерия». – № 3 (7). – 2006. [Электронный ресурс]– «Панорама Харьков». – Режим доступа до ресурсу: <http://www.panorama.kharkov.ua/index.htm>
7. Мокін В.Б. Компьютеризованные региональные системы государственного мониторинга поверхностных вод: модели, алгоритмы, программы. Монография / М. Боцупа., Г.В. Горячев, О.В. Давиденко и др. [под ред. В.Б. Мокіна]. – Винница: УНИВЕРСУМ-Винница, 2005. – 315 с.

Рецензент: доктор технічних наук, старший науковий співробітник І.Б. Чепков, Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки, Київ.