

Системність використання групових туристських вправ, їх інтегрованість у навчально-діагностичний процес визначає наступне важливе положення: групові туристські вправи приносять бажаний ефект лише тоді, коли вони базуються на глибоких теоретичних знаннях, сучасних психолого-педагогічних технологіях та чітких уявленнях про ту сферу діяльності, яка моделюється, і є логічним продовженням навчально-діагностичного процесу, його перехідним у практичну стадію підсумком, що реалізується на рівні формування і прийняття таких важливих елементів навчання і виховання, як групові цінності, етичні норми, прийнятні варіанти поведінки, способи вироблення ефективних рішень та ін. У сучасних умовах, які характеризуються активним розвитком інформаційних систем і технологій, цілком можлива комп'ютеризація та віртуалізація групових турист-

ських вправ або їх фрагментів, що помітно розширює їх навчально-діагностичні можливості.

Висновки. Підсумовуючи, зазначимо, що досвід застосування групових туристських вправ у навчальних програмах з "Безпеки життєдіяльності" та під час навчальної практики в Канівському заповіднику засвідчили їх високу ефективність. Поряд з вищенаведеним обґрунтуванням це дає підстави визначити їх як базовий метод практичної підготовки фахівців географів до польових експедиційних досліджень.

1. Ганопольський В.И. Уроки туризма: Пособие для учителей. – Минск, 1998. 2. Донченко Н.П. Мистецтво гри: теорія і практика ігрової діяльності в умовах дозвілля. – К., 1999. 3. Кірсанов В.В. Психолого-педагогічна діагностика: Підручник. – К., 2002. 4. Фопель К. Создание команды. Психологические игры и упражнения / Пер с нем. – М., 2002. 5. Фопель К. Сплоченность и толерантность в группе. Психологические игры и упражнения / Пер с нем. – М., 2002.

Надійшла до редколегії 15.01.06

УДК 528.92:577.4

Е. Бондаренко, канд. геогр. наук

ПІДХІД ДО ВИБОРУ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОГО ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

Науково обґрунтовано та визначено принципи, на основі яких має обиратися програмне забезпечення для побудови багатофункціональної еколого-географічної ГІС.

The choice of the software for geoinformation ecological-geographical mapping consists in a scientific substantiation and definition of principles of construction multifunctional ecological-geographical GIS.

Постановка проблеми. Географічні інформаційні системи (ГІС) сьогодні широко застосовуються в різноманітних сферах людської діяльності. Вони є гнучким та універсальним засобом для вирішення багатьох конструктивних задач у науках про Землю, які мають практичне застосування: моніторинг, оцінка та управління природними ресурсами, аналіз соціально-економічного стану територій та прогнозування його розвитку тощо. Основним призначенням ГІС є інтеграція існуючих потоків даних в єдину систему комплексної географічної інформації про територію, комплексна оцінка та прогноз стану природного середовища в регіоні, інтелектуальна підтримка та оптимізація управлінських рішень, їх ув'язування з проблемами природокористування та ін. А одним із характерних результатів функціонування ГІС є розробка на основі такої інформації багатоваріантних карт для відповідних проблемно-практичних потреб користувачів із застосуванням методів просторового моделювання та аналізу даних. Але далеко не всі програмні продукти, які належать до ГІС, виконують необхідний набір функцій для реалізації призначення та одержання практичних результатів. Тому актуальність даної статті полягає у визначенні головних принципів, на основі яких має обиратися програмне забезпечення для створення ГІС, що будуть використовуватись для геоінформаційного еколого-географічного картографування.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Загальним питанням геоінформатики та геоінформаційного картографування, аналізу функціональних можливостей програмного забезпечення ГІС присвячені численні праці як вітчизняних (в основному це публікації у вигляді статей та тез доповідей на конференціях та форумах), так і зарубіжних учених і спеціалістів, серед яких особливо слід виділити праці О. Кошкарьова, В. Тікунова, В. Каракіна, О. Берлянта, А. Трофімова, М. Де Мерса [1–3, 6–9]. Але в теоретико-методологічному плані є питання, які висвітлені ще недостатньо, зокрема, це стосується принципів,

які необхідно враховувати при виборі програмного забезпечення для побудови універсальних багатофункціональних ГІС.

Метою статті є спроба визначити головні принципи, на основі яких може бути побудована багатофункціональна еколого-географічна ГІС, а також назвати програмні продукти, що можуть виконувати основні функції обробки географічної інформації.

Виклад основного матеріалу. Сьогодні існує багато визначень ГІС, але серед усього їх різноманіття немає принципових відмінностей. Зокрема в [9], що є першим повноцінним геоінформаційним виданням на терені колишнього СРСР, під ГІС розуміється *реалізоване за допомогою автоматичних засобів сховище системи знань про територіальний аспект взаємодії природи та суспільства, а також програмне забезпечення, що виконує функції введення, пошуку, моделювання тощо*. З цього та інших визначень [6; 7] випливає, що ГІС складається з двох основних частин: бази даних із системою керування та програмних додатків, що забезпечують взаємодію між двома частинами – складовими ГІС. Функціональність програмного забезпечення визначається можливістю виконання ним низки функцій для комплексного багатоваріантного виконання поставлених задач. Зокрема для геоінформаційного картографічного моделювання ці функції ГІС, визначені в [4], з відповідним практичним результатом можуть бути представлені таблицею (табл. 1).

Вибір програмного забезпечення для створення багатофункціональних геоінформаційних систем необхідно проводити з урахуванням принципів, визначених автором на основі аналізу програмних додатків та головних функцій ГІС: комплексності бази даних; багаторівневості архітектури; універсальності інтеграції даних; гнучкості системи запитів, модульності ГІС; багатоваріантності представлення даних; оптимальності використання ресурсів комп'ютера.

Таблиця 1. Функції геоінформаційних систем

№	Функції	Практичний результат
1.	Створення цифрових карт на основі растроскануючих технологій	Можливість перегляду на екрані (електронні карти) та одержання їх копій засобами пасивної машинної графіки (комп'ютерні карти)
2.	Управління візуалізацією	Зміна масштабу, проекції, проведення автоматичної генералізації тощо
3.	Інтерактивний перегляд інформації в базі даних	Аналіз інформації з бази даних
4.	Аналіз просторових даних	Розгляд описових характеристик, нанесення просторової інформації на карту
5.	Просторовий аналіз форми об'єктів (геометрії)	Проведення просторових вимірів на самих об'єктах
6.	Комплексування інформації методом оверлейних операцій	Генерація похідних об'єктів та відновлення їх топології
7.	Зв'язування атрибутивної та просторової інформації (геокодування, приєднання)	Нанесення непросторових даних на карту всіма відомими способами картографічного зображення
8.	Організація запитів до баз даних	Формулювання умов та обмежень для пошуку об'єктів та їх візуалізації
9.	Просторовий аналіз даних, у тому числі з використанням виборів, виборів з використанням запитів, виборів за зразком (в англійській редакції відповідно: query, SQL, query by example)	Розгляд місцезнаходження об'єктів та їх атрибутивних характеристик (просторова кореляція)
10.	Просторове моделювання, у тому числі цифрове моделювання рельєфу	Побудова математичних, картографічних, математико-картографічних моделей усіма відомими способами картографічного зображення
11.	Набори для програмування	Можливість вбудовування нових функцій за допомогою мов програмування
12.	Комбінування логічного та просторового аналізу	Використання експертних систем, що враховують просторову інформацію

Далі розкрито сутність кожного принципу.

Принцип *комплексності бази даних* передбачає необхідність створення баз, в яких містяться дані, включаючи і геометричні співвідношення. У програмних продуктах попередніх поколінь геометричні відомості, як правило, зберігалися в графічних файлах. Пізніше ця ж технологія стала використовуватися і в ГІС. Однак останні відрізняються зокрема тим, що за їх допомогою необхідно проводити досить складні перетворення даних у процесі моделювання, насамперед при трансформації картографічної проекції, зміні системи координат; при комбінації даних, представлених у різних системах координат тощо, а знаходження конкретного об'єкта на карті (наприклад, міста або підприємства) потрібно набагато частіше, ніж конкретної лінії на кресленні. Для цього необхідна гнучка система запитів (принцип гнучкості буде доповнений застосуванням мови структурованих запитів, SQL), якою вже багато років служить інструмент із багатьма можливостями створення і виконання таких запитів, перетворень даних, їхнього представлення – це реляційні бази даних [5]. Вони мають переваги перед іншими моделями, які полягають в тому, що дані структуровані у вигляді таблиць; вони не залежать від програмних додатків; дозволяють використовувати прості непроцедурні мови запитів.

Реляційні бази даних широко використовуються в більшості ГІС, але лише для збереження атрибутивної інформації. Геометричні властивості цих об'єктів зберігаються у внутрішній структурі бази даних. Першою почала зберігати атрибути та геометричні властивості даних у таблицях бази даних Компанія Intergraph; відомості про геометричні характеристики також містяться і в атрибутивних таблицях програмних продуктів фірми ESRI, що, зрозуміло, привело не тільки до більшої витонченості системи, але й до поліпшення її функціональних характеристик.

Принцип *багаторівневості архітектури* передбачає, по можливості, використання незалежних від програмного додатку баз даних (зовнішніх), а за імпорту та експорту даних має відповідати спеціалізоване програмне забезпечення. Особливості вибору зовнішньої бази даних включають два варіанти: орієнтацію на одну, можливо, найкращу базу даних або роботу з усіма існуючими.

Перший варіант є привабливим для розробників, але неприйнятним для користувачів, тому що в певних організаціях уже склалися свої переваги і недоцільно працювати з сервером баз даних для вирішення тільки однієї з багатьох задач, що стоять перед підприємством. Та й власне ГІС повинна органічно влитися в комплексну інформаційну систему.

Другий варіант неможливо повністю застосовувати, оскільки нові розробки в галузі управління даними з'являються дуже швидко. Тому розв'язання даних проблем спирається на використання багаторівневої архітектури, згідно з якою дані зберігаються в будь-якій базі, а за їхній імпорту та експорту відповідає сервер додатків, який і перетворює дані до формату, що буде зрозумілим геоінформаційному програмному забезпеченню.

Це може бути досягнуто за допомогою використання трансляторів даних (у різних розробників вони називаються по-різному, наприклад, "універсальний транслятор" в MapInfo), що базується на принципі *універсальності інтеграції*, який передбачає імпорту та експорту як атрибутивних, так і графічних даних інших геоінформаційних систем (наприклад, ArcInfo, ArcGIS, ArcView GIS тощо), що в свою чергу дозволяє програмному забезпеченню стати ідеальним засобом для об'єднання накопиченої інформації, яка з різних джерел не тільки може представлятися на одному екрані в табличній або картографічній формах, але, що дуже важливо, є доступною для здійснення геоінформаційного перехресного аналізу. До запитів, у тому числі й до просторових, можуть входити дані з різних джерел.

Принцип *гнучкості системи запитів* передбачає їх використання як засобів доступу до реляційних баз даних. Найбільш поширеною на сьогодні є мова структурованих запитів (SQL), що, наприклад, у Сполучених Штатах прийнята як національний стандарт. Вона є простою, логічною та дозволяє сортувати, обчислювати тощо, тобто створювати прості та складні запити (завдання на пошук даних у базі даних, які відповідають певним умовам) у формі нових таблиць даних, які можуть існувати в неявному вигляді (в сеансі моделювання) з подальшим їх збереженням у внутрішній базі даних програмного забезпечення та трансляцією до інших форматів збереження.

Принцип *модульності* ГІС забезпечує розширення їх функціональності та полегшує створення власних програмних додатків. До модульних ГІС належать програми, що дозволяють вирішувати складні задачі геоінформаційного аналізу та мають достатні обчислювальні можливості для вирішення прикладних задач просторового моделювання: ArcView GIS (розробник – компанія ESRI), MapInfo Professional (MapInfo Corp.), Microstation Geographics (Bentley), GeoMedia (Intergraph) та ін. У них реалізована переважна більшість способів картографування, вони дозволяють будувати графіки і діаграми, вирішують задачі мережного аналізу, тривимірного моделювання тощо та мають механізми зв'язку з системами управління базами даних (СУБД) типу Oracle, Informix, DB2 тощо, а також можуть працювати як клієнти серверів таких СУБД. Необхідно відмітити, що і виробники СУБД почали розробляти зворотні механізми зв'язку з геоінформаційними програмами. Наприклад, СУБД Oracle 8.0 уже містить компонент Spatial Cartridge, що забезпечує можливість збереження та обробки просторових даних.

Модульна структура ГІС передбачає наявність базового програмного пакета, який називається "ядром" і виконує ключові функції ГІС (див. табл. 1): керування відображенням шарів даних електронної карти, зміна масштабу, одержання інформації про обраний об'єкт, побудова табличних і просторових запитів тощо. Для розширення функціональних можливостей створюються незалежні програмні модулі, що органічно сполучаються з "ядром". Наприклад, модулі 3D Analyst і Vertical Mapper забезпечують роботу з тривимірними моделями в ArcView GIS і MapInfo Professional відповідно, а за допомогою модуля Network Analyst виконується мережний аналіз у ArcView GIS.

Розширення функціональних можливостей ГІС реалізується також за допомогою модулів мов програмування, які передбачають вбудовування нових функцій у додатки та використання функціональності в цих додатках, тобто такі модулі є макросами, написаними мовами програмування (наприклад, Avenue в ArcView GIS або MapBasic у MapInfo), які дозволяють як додавати нові кнопки для запуску написаних програм, так і створювати великі спеціальні додатки, у результаті чого можна самостійно обирати, де та в яких форматах будуть зберігатися дані; чи буде створений додаток, вбудований в "ядро", чи, навпаки, буде використовувати його функціональність.

Важливим є принцип *багатоваріантності представлення даних*, що має забезпечити відокремлення даних від форми їхнього представлення, що, у свою чергу, повинне передбачати використання робочих просторів, як це зроблено в ГІС MapInfo. Дані, які використовуються в сеансі моделювання, представляються у вигляді картографічних моделей, ті ж дані можуть бути представлені іншими способами картографічного зображення на іншій (інших) картах або за допомогою некартографічного виведення результатів у вигляді графіків або діаграм.

У робочому просторі повинні зберігатися і результати запитів. А оскільки сам запит є реляційною базою даних, то результатами роботи можна легко обмінятися з іншими користувачами або зберегти їх в основну реляційну базу, модифікувавши таким чином електронну карту.

Враховувати принцип *оптимальності використання ресурсів комп'ютера* необхідно внаслідок потреби графікою та просторовими даними значних машинних ресурсів. Оптимізувати дані можна за допомогою функцій па-

кування таблиць, завдяки динамічному підключенню програмних модулів та використання передових стандартів, які згадані при розгляді принципу модульності ГІС.

Об'єднання геоінформаційних систем та Інтернет відкрило принципово нові можливості. Програмний продукт, який виник унаслідок злиття ГІС і Інтернет, відрізняється від геоінформаційної системи, розташованої на ізолюваному комп'ютері, можливістю доступу до інформації кількох користувачів одночасно; рухомістю даних, тобто здатністю зберігатися не в одному електронному осередку (комп'ютері), а в кількох, що дозволяє збільшити їх загальний максимальний обсяг і, крім того, використовувати для аналізу даних з кількох джерел одночасно та зняттям проблеми простору і часу при роботі, оскільки геоінформаційна система може розташовуватись на будь-якій відстані від користувача.

Тому використання Інтернет-технологій передбачає додання до принципу багаторівневості архітектури ГІС четвертого рівня – використання браузера мережі Інтернет, перевагою якого є непотрібність програмного забезпечення на робочому місці та незалежність від джерел даних. Сучасні розробки, пов'язані з появою функціональних можливостей ГІС у World Wide Web, називаються WebGIS [4]. Такі розробки є практично в кожного потужного виробника ГІС. Наприклад, у фірми MapInfo – це MapInfo ProServer, у Intergraph – GeoMedia Web Map, у Autodesk – Map Guide; у ESRI – ArcExplorer Web, а під ArcView GIS створені Internet Map Server (ArcIMS) і Map Objects Internet Map Server і т. д.

Таким чином, чотирирівнева архітектура ГІС, що включає набір реляційних баз даних (1 рівень); наявність універсального конвертера форматів (2); модульний склад ГІС (3) та використання браузера мережі Інтернет (4) є на сьогодні останнім досягненням, що забезпечує багатофункціональність ГІС.

Висновки та перспективи подальших розробок. Науково обґрунтовані та визначені принципи побудови багатофункціональних ГІС дають змогу стверджувати, що на сьогодні основні тенденції в розвитку ГІС-технологій характеризуються відкритістю систем із збільшенням їх функціональності. Прикладами програмних продуктів, які можуть бути застосовані для створення еколого-географічних ГІС, є багатофункціональні модульні ГІС фірм Intergraph (GeoMedia), ESRI (ArcView GIS, Arc GIS), MapInfo (MapInfo Professional).

Подальші розробки повинні бути зорієнтовані на вивчення нових функціональних можливостей останніх версій програмного забезпечення ГІС з визначенням нових принципів, що приведе до збагачення теоретико-методологічних основ геоінформатики та геоінформаційного картографування з досягненням нових практичних результатів.

1. Баранов Ю.Б., Берлянт А.М., Капранов Е.Г. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. – М., 1999.
2. Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. – М., 1997.
3. Берлянт А.М. Создание общей теории геоизображений // Картографический метод и возможности компьютерных систем. – Варшава, 2001.
4. Бондаренко Е.Л. Картографичне моделювання суспільно-географічних процесів. – К., 2004.
5. Бондаренко Е.Л. Створення віртуальних карт регіонів як один із способів Web-картографування // Картографія та вища школа. – 2003. – № 8.
6. Де Мерс М. Географические информационные системы. Основы / Пер. с англ. – М., 1999.
7. Капранов Е.Г., Кошкареев А.В., Тукунов В.С. Геоинформатика. – М., 2005.
8. Трофимов А.М. ГИС как инструмент пространственного анализа и моделирования // ГИС для устойчивого развития территорий. – Хельсинки-Санкт-Петербург, 2002.
9. Трофимов А.М., Панасюк А.В. Геоинформационные системы и проблемы управления окружающей средой. – Казань, 1984.

Надійшла до редколегії 22.01.06