

## **СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ В АГРОСФЕРІ Й АГРОЕКОЛОГІЧНІЙ ОСВІТІ**

*Наведена інформація про особливості вдосконалення і перспективи використання в агросфері сучасних геоінформаційних систем (ГІС): при введенні державного земельного кадастру, формуванні агроекологічних банків даних, організації ефективного управління виробництвом, складанні різних агроекологічних карт та організації агроекологічної освіти.*

Розвиток технологій у наш час набуває дедалі більшого розмаху і соціально-екологічного значення. Все більша інтенсифікація НТР вимагає досить значних капіталовкладень, які повинні швидко окупитися, а це можливо лише при застосуванні порівняно вузькоспрямованих і перспективних технологій або їхніх складових у різних сферах людської діяльності. Ці умови повністю проектується і на розвиток та використання ГІС (геоінформаційних систем) у сфері екологізації різних виробництв, вдосконалення технологій, підвищення ефективності системи підготовки кадрів.

Перші роботи з розвитку і впровадження ГІС почали проводитись понад 25 років тому в Канаді і спочатку використовувалися в основному для зем-

левпорядження, а нині області застосування ГІС вельми різноманітні: землевпорядження, контроль ресурсів, екологія, муніципальне керування, транспорт, економіка, соціальні задачі, військова справа, геологічний моніторинг тощо.

Нині серед найактуальніших еколого-економічних питань в агросфері є розробка, вдосконалення і широке впровадження геоінформаційних систем (ГІС), які б ефективно допомагали вести державний земельний кадастр, реєструвати права на земельні ділянки та просторові дані про земельний фонд; формувати численні банки даних про екологічні, агрохімічні, соціально-економічні та інші особливості агроландшафтів, районів і регіонів сільськогосподарського виробництва; визна-

чати оптимальні розміри агропідприємств і землеволодінь з еколого-економічної точки зору; забезпечувати комп'ютерну обробку й оперативне використання великого обсягу різноманітної картографічної агроекологічної інформації для організації ефективного управління сільськогосподарським виробництвом з урахуванням екологічного імперативу.

Сучасні ГІС в агросфері, як і в інших сферах виробництва,— це системи апаратно-програмних засобів та алгоритмічних процедур, розроблені для цифрової підтримки, поповнення, управління, маніпулювання, аналізу й синтезу, моделювання та образного відтворення (відображення) найрізноманітніших агроекологічних даних, параметрів ситуацій, які мають чіткі географічні координати. ГІС забезпечує взаємозв'язки між кількісними і якісними характеристиками конкретних об'єктів, процесів і явищ у певних агроландшафтах.

ГІС, орієнтований на ґрунтознавство та агроекологію, повинні мати сучасне математичне й інформаційне забезпечення (всі часово-просторові дані про ґрунти з урахуванням локальних та регіональних географічних і екологічних умов, а також особливостей антропогенного навантаження на агроландшафти).

Нині це один з найінтенсивніше зростаючих сегментів ринку високих комп'ютерних технологій, на якому працює багато солідних фірм, серед яких ESRI, Intergraph, Autodesk, CalComp і інші.

**ГІС, чи Географічні інформаційні системи** — це комп'ютерні системи, які дозволяють ефективно працювати з просторово-розподіленою інформацією. Вони є закономірним розширенням концепції баз даних, доповнюючи їх наочністю представлення і можливістю вирішувати задачі просторового аналізу. Практично в будь-якій сфері діяльності ми зустрічаємося з інформацією такого роду, представленою у вигляді карт, планів, схем, діаграм тощо. Це може бути схема метро, план будинку, карта екологічного моніторингу території, схема взаємозв'язків між офісами компанії, атлас земельного кадастру, карта природних ресурсів і багато чого іншого. ГІС дає можливість накопичувати й аналізувати подібну інформацію, оперативно знаходити потрібні узагальнення й відображати їх у зручній для використання формі.

Застосування ГІС-технологій дозволяє різко збільшити оперативність і якість роботи з просторово-розподіленою інформацією порівняно з традиційними "паперовими" методами.

Незважаючи на те, що ГІС-технології розвиваються давно і вже накопичено значний досвід їхнього використання, однак до відносно недавнього часу їхнє застосування було можливе лише на основі могутніх і дорогих ЕОМ. Удосконалення обчислювальної техніки призвело до того, що ши-

роки можливості ГІС-технологій сьогодні стають доступні користувачам звичайних персональних комп'ютерів.

### **Використання ГІС-технологій у природоохоронній діяльності**

З кінця 70-х років нашого століття у світовій практиці і науці стала посилено розвиватися технологія зі створення систем для організації і збереження просторових даних, що одержала назву "Географічні інформаційні системи" (ГІС). Одночасно з розвитком технології розвиваються й області її застосування. З огляду на різноманіття областей застосування ГІС (від високоякісної картографії до планування землевпорядження, керування природними ресурсами, оцінки і планування стану навколишнього середовища тощо) можна з повною визначеністю твердити, що саме ГІС обіцяє стати однією з найбільших сфер застосування нових інформаційних технологій для вирішення задач моніторингу, контролю й управління.

Передусім це пов'язано з тим, що ГІС оперує даними на основі їхніх просторових взаємовідношень, що дозволяє проводити комплексну оцінку ситуації і створює базу для прийняття точніших та обґрунтованіших рішень у процесі управління. Об'єкти і процеси, описувані в ГІС, є частиною повсякденного життя, і майже кожне прийняте рішення обмежується або пов'язується, обумовлюється тим чи іншим просторовим фактором.

Нині можливість використання ГІС об'єднується з великою потребою в них, наслідком чого є швидке зростання їхньої популярності.

Разом з тим слід зауважити, що ГІС — це не більш, ніж інструмент. Візуалізуючи дані у виді якоїсь просторової статистики, картографічного зображення, можна домогтися більшої наочності і розуміння ситуації для експертного аналізу. ГІС не підмінює систему управління, оскільки ця система є, насамперед, рухом інформації і деякого правила взаємодії об'єктів, що беруть участь у її зборі й обробці для прийняття рішень. Дані функції реалізує інша технологія — штучного інтелекту.

Програмною реалізацією цієї технології є експертні системи (ЕС), основу яких складає база знань експерта про предметну область і визначений механізм логічного висновку. Однак, при інтеграції ГІС і ЕС можливе одержання інформаційної системи, яка самостійно здійснює первинний аналіз поточної ситуації з використанням можливостей просторового аналізу геоінформаційних технологій (ГІТ), що є можливою альтернативою з досягнення цільової ситуації. Розвиток подібних систем, мабуть, визначатиме подальший розвиток геоінформаційних технологій, оскільки вже нині крім традиційних функцій візуалізації просторових даних і виконання операцій над ними створюються ГІС,

переважно відомчі, що дозволяють проводити імітаційне моделювання в конкретній предметній області використання.

Просторова інформація в ГІС може бути представлена в растровому і векторному форматі. Растр застосовується в основному там, де графічна інформація повинна бути переглянута і не має потреби в модифікації. Векторні дані використовуються для представлення інформації, що має потребу в аналізі та маніпулюванні. Наявність атрибутів дозволяє інтерпретувати інформацію, наприклад, про тип ґрунтів, гідрологічну чи мережу житлових будівель. Така інформація зберігається звичайно в супутних базах даних. Більшості ГІС-програм потрібно, щоб дані були представлені у векторному форматі, хоча в ряді систем допускається використання растрових картинок як ілюстрацій.

Традиційно ГІС-технології застосовуються в земельному кадастрі, кадастрі природних ресурсів, екології, сфері роботи з нерухомістю й іншими областями, що вимагають оперативного керування ресурсами і прийняття рішень. Дедалі ширше починають упроваджуватися ГІС-системи масового користування, типу електронних планів міста, схем руху транспорту тощо. За деякими оцінками 80—90 % всієї інформації, з якими ми зазвичай маємо справу, може бути представлено у виді ГІС. Наприклад, список телефонів сільських господарств можна представити у виді схеми контор на карті землекористувачів та ін.

ГІС — це закономірний етап на шляху переходу до безпаперової технології обробки інформації, який відкриває нові широкі можливості маніпулювання даними, що мають просторову прив'язку.

Працюючи з ГІС, ви виводите на екран комп'ютера одну чи більше цікавих для вас карт (схем, планів і т. д.). Ви легко можете змінювати детальність зображення, збільшуючи або зменшуючи окремі елементи карти. Наприклад, вибравши на карті міста потрібний будинок, ви можете вивести його крупним планом і розглянути шляхи під'їзду до будинку.

Ви маєте можливість керувати тематичним складом зображуваної інформації. Скажімо, на карті корисних копалин ви можете відключити видимість непотрібних у даний момент видів викопних ресурсів і річкової мережі, залишивши тим часом видимою дорожню мережу.

Вказавши об'єкт на карті, можна одержати інформацію про нього. Наприклад, вказавши об'єкт нерухомості, ви можете довідатись про його вартість, хто є його власником, який стан об'єкта й ін. Вибравши промислове підприємство, розташоване поблизу, ви одержите дані про його профіль, вплив на екологічну ситуацію району тощо. Ряд геометричних характеристик об'єктів (довжину вулиці,

відстань між містами, площа лісового масиву) ви можете виміряти безпосередньо на екрані, користуючись засобами ГІС.

З іншого боку, ви можете використовувати ГІС як пошукову систему. У цьому разі ви складаєте запит, у якому перелічуєте властивості об'єктів, які вас цікавлять, а система виділяє на карті придатні об'єкти. Наприклад, працюючи з ГІС кадастру земельних ресурсів, ви можете зажадати показати на карті земельні ділянки площею не менше 10 соток, розташовані не далі 3 км від залізничної станції й водночас не далі 1 км від прилеглих водойм.

Спеціальні засоби дозволяють проводити аналітичну обробку даних, а в складніших випадках — моделювання реальних подій. Результати обробки також можна побачити на екрані комп'ютера. Скажімо, ви можете оперативно прогнозувати можливі місця розривів на трасі трубопроводу, простежити на карті шлях поширення забруднень й оцінити ймовірний збиток природному середовищу, обчислити обсяг затрат, необхідних для усунення наслідків аварії. Іншим прикладом може бути задача оптимізації вартості перевезень вантажів, с/г продуктів між залізничними станціями, складами, елеваторами, цукрозаводами, населеними пунктами з урахуванням характеристик транспортної мережі, вартості, часу й обсягу перевезень, інших умов. Найскладніші технологічні рішення містять у собі експертну, еколого-економічну підтримку і дозволяють одержувати на виході обґрунтований висновок, придатний для прийняття конкретних рішень.

Все, що ви можете побачити на екрані, за необхідності може бути виведено на друкувальний пристрій і отримано у виді твердої копії, або збережено у виді стандартного файлу зображення і використано згодом як ілюстрацію для поповнення банку даних.

Більшість перерахованих вище завдань можуть вирішуватись і вирішувались раніше й без використання ГІС-засобів. Останні, однак, дозволяють з великою ефективністю і зручністю для користувача організувати в єдиний комплекс операції введення і відновлення вихідної інформації, її переробки та відображення результатів, вирішувати задачі так званого просторового аналізу.

Використовуючи ГІС-технології, ми одержуємо можливість:

- значно підвищити оперативність всіх етапів роботи з просторово-розподіленими даними, починаючи від введення вихідної інформації, її аналізу і до вироблення конкретного рішення; вам не буде потрібно розшукувати потрібні зведення серед стосів карт і планів — ви зможете одержати їх на екрані "ноутбука" по дорозі на конференцію чи незадовго до ділової зустрічі;
- використовувати для введення і відновлення інформації в базі даних сучасні електронні за-

соби геодезії і системи глобального позиціонування (GPS), а відтак — постійно мати найточнішу і свіжу інформацію;

- заручитися високою компетенцією фахівців, які розробляють програмне забезпечення для ГІС-систем; для використання, наприклад, програм розрахунку поширення забруднень не треба мати спеціальної математичної освіти.

Нині в нашій країні йде бурхливий розвиток стандартизації форматів обміну просторової інформації, обумовленої розумінням необхідності інформаційної інтеграції різних банків даних для досягнення більшої ефективності використання функціональних можливостей ГІС. Фактично стандартом де-факто стали формати DXF системи AutoCad і DBF системи Dbase, крім того все більше великих ГІС-проектів зупиняються на використанні програмних продуктів фірми ESRI.

### ГІС та агроекологічна освіта

Намагаючись допомогти учням, студентам якнайкраще реалізувати себе в подальшій кар'єрі, викладачі повинні заохочувати їх використовувати сучасні технології та знаряддя при вирішенні повсякденних задач. При цьому слід мати на увазі, що жоден з найсучасніших знарядь або пристроїв, взятих окремо, не може бути використаний для цього з високою ефективністю, тому що для вирішення поставленої мети потрібна комплексність. Одним з яскравих, сучасних комплексних підходів для вирішення багатьох питань є саме ГІС. Перелік питань, які можна вирішувати за допомогою ГІС, наводився вище, але не було нічого сказано щодо освіти, й особливо — агроекологічної освіти і формуванні екологічної свідомості молодого покоління. Це питання є досить важливим і його слід вирішувати послідовно і комплексно. На Заході вже декілька років ставиться питання про введення до навчальних планів елементів ГІС-технологій, причому, на всіх освітницьких рівнях. Мотив тут простий — дані технології сприяють:

- набуванню досвіду спілкування з досить складним обладнанням;
- навичок збирання необхідної інформації та її сортування (формування баз даних);
- ГІС сприяє формуванню просторового мислення, оскільки головним об'єктом тут є просторова інформація.

З 1998 р. розробка національного комплексного географічного атласу України розпочата фахівцями НАНУ згідно з затвердженою Постановою Кабінету Міністрів України програми топографо-геодезичних робіт на 1998—2000 рр. У кінці 2000 р. завершена розробка першого комплексного електронного атласу України (5 блоків, 40 розділів, у яких представлено 176 карт, 200 графіків і 110 слайдів на тематику "Природні умови і ресурси", "Населення", "Економіка", "Екологічна ситуація". Для екологів особливий інтерес представляють карти і статистичні дані забруднень довкілля, ведень земельного і водного кадастрів, енергетичних мереж, локалізації кризових елементів тощо.

Відповідно до програм розвитку геоекології і рекреаційних зон України, екологічного моніторингу навколишнього середовища України, Міжнародних програм глобальних геосферно-біосферних змін і Регіональних досліджень навколишнього середовища Центральної та Східної Європи вченими Івано-Франківського державного технічного університету нафти і газу та науково-дослідного інституту екологічної безпеки і природних ресурсів (Ів.-Франківськ) під ред. проф. Адаменка О. М. у 1991—1996 рр. з широким використанням ГІС-технологій здійснено екологічний моніторинг Карпатського регіону, створені комплекс важливих для народного господарства екологічних карт (масштаби 1:50000—1:400000) у тому числі — комп'ютерні карти, а також банки даних цінної екологічної інформації.

У 2000 р. в Інституті агроекології та біотехнології УААН під керівництвом проф. Гаргера Є. К. розроблено комп'ютерну радіоекологічну інформаційну систему (РЕІС) на базі ГІС-технологій для підтримки прийняття керівних рішень (система для оцінки та прогнозування радіоекологічного стану забруднених територій).

Протягом останніх 5 років все ширше розробляються і впроваджується ГІС для землекористування, землеустрою, створення автоматизованих комп'ютерних банків даних сільськогосподарського призначення, створюються електронні ґрунтово-екологічні, ландшафтні, геохімічні карти окремих районів, господарств України, (Харківський державний аграрний університет, Дніпропетровський державний аграрний університет та ін.).

1. Адаменко О. М. Природні основи екологічного моніторингу Карпатського регіону.— К.: Манускрипт, 1996.
2. Берянд А. М. Геоінформаційне картографування.— М.: Астрея, 1997.
3. Білявський С. Г. Напрями вдосконалення екологічного картографування агроландшафтів.— 36. наук, праць ІАБТ УААН, вий. 4., К, Нора-прінт, 2000.

4. Єршов В. П., Гора І. М. Автоматизовані земельні інформаційні системи: Навч. посібник.— К.: НАУ, 1999.
5. Збірник наукових праць Харків. Держ. аграр. ун-ту, № 5. 1999 (статті Тихоненко Д. Г., Білої І. М., Горіна М. О., Брюханова С. С., Новосада К. Б., Рибалко С. В. та ін.).
6. Світличний О. О., Андерсон В. М., Плотницький С. В. ГІС-системи: технологія і застосування.— Одеса, 1998.

7. Сб. статей по охране окружающей среды, т. 5 (Картографическое моделирование экологических изменений), Будапешт: Госуд. ведом, по охр. окр. среды., 1997.
8. Харченко О. В. Основи програмування врожаїв с/г культур: Навч. посібн.— Суми, Університетська книга, 2000.
9. Царенко Ю. А., Злобін Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М. Комп'ютерні методи в сільському господарстві та біології: Навч. пос.— Суми: Ун. книга, 2000.
10. Arc User, vol.3, N 3 (VII—IX. 2000), The Magazine for ESPI Software Users.

*Shevchenko J., Byliavskiy S.*

## STATE OF THE ART OF USING OF GIS-TECHNOLOGY IN AGROSPHERE AND AGROECOLOGICAL EDUCATION OF UKRAINE

*The article examines the peculiarities of improvement and perspectives of using in agrosphere the modern geoinformation systems (GIS): for state land cadastre, composition of agroecological information banks, organizing of management of production, composition of different agroecological maps, improving of GIS-technology and agroecological education. Shoved the examples of using of GIS in agrosphere of Ukraine.*