

**СОНЬКО С.П.
КОСЕНКО Ю.Ю.**

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ
В ОХОРОНІ ДОВКІЛЛЯ,
СІЛЬСЬКОМУ ТА ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ**



Умань-2013

**МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА**

**ФАКУЛЬТЕТ ПЛОДООВОЧІВНИЦТВА, ЕКОЛОГІЇ ТА ЗАХИСТУ РОСЛИН
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

**СОНЬКО С.П.
КОСЕНКО Ю.Ю.**

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ В ОХОРОНІ ДОВКІЛЛЯ, СІЛЬСЬКОМУ ТА ЛІСОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ

КУРС ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «Основи геоінформатики» для студентів напрямів підготовки: 6.090106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування; 6.090103 – Лісове і садово-паркове господарство; 6.090101 – Агрономія, спеціальність 8.09010104 – Плодівництво і виноградарство.

Схвалено науково-
методичною комісією
факультету плодово-
чівництва, екології та захисту
рослин
(протокол № від «___»
_____2013р.)

УМАНЬ 2013

Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Основи геоінформатики» для студентів освітніх напрямів: 6.090106 – Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування; 6.090103 – Лісове і садово-паркове господарство; 6.090101 – Агрономія, спеціальність 8.09010104 – Плодівництво і виноградарство. – Умань, УНУС, 2013. – 103 с.

Укладачі: - доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності **Сергій Петрович Сонько**;
- асистент кафедри екології та безпеки життєдіяльності **Юлія Юріївна Косенко**

Рецензенти: д.с.-г.н. проф.Балабак А.Ф.
к.с.-г.н. ст.викл. Козаченко І.В.

© С.П.Сонько, 2013 р.
© Ю.Ю.Косенко, 2013 р.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	4
МОДУЛЬ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГЕОІНФОРМАТИКИ	5
Тема 1 ГЕОІНФОРМАТИКА – НАУКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ	5
Тема 2 СУЧАСНІ ГІС-ПАКЕТИ ТА ТЕМАТИЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ	11
Тема 3 ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ТЕХНОЛОГІЙ	16
МОДУЛЬ 2. ОСОБЛИВОСТІ КОРИСТУВАННЯ СУЧАСНИМИ ГІС	23
Тема 4 ДАНІ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ	23
Тема 5 ВВЕДЕННЯ ТА ПОДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ У ГІС	31
Тема 6 РОБОТА З ЕЛЕМЕНТАРНОЮ ГІС НА ОСНОВІ ПАКЕТУ MS OFFICE	38
Тема 7. АНАЛІТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ГІС	45
МОДУЛЬ 3. СУЧАСНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ	60
Тема 8. ТЕМА: ДАНІ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ У ГІС	60
Тема 9. ЗАСТОСУВАННЯ GPS ТЕХНОЛОГІЙ В ГЕОІНФОРМАТИЦІ	67
Тема 10 ВИКОРИСТАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ В ГІС	72
Тема 11 РОБОТА В ГІС «МАРІНФО»	77
Тема 12 СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ГІС ДЛЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА	82
Тема 13 СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ГІС ДЛЯ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ	88
Тема 14 СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ГІС ДЛЯ АГРОНОМІЇ	95
Тема 15 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІС	103
ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА	110
ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ	115
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ	118
ПЕРЕЛІК ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	123
ТЕМАТИКА І ЗМІСТ ПРАКТИЧНО-СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ	126
ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ПОНЯТТЯ	158

ТЕМА: ГЕОІНФОРМАТИКА – НАУКА ТА ТЕХНОЛОГІЯ

(МОДУЛЬ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕОІНФОРМАТИКИ)

План заняття

1. Поняття про інформатику та геоінформатику, визначення предмету дослідження.
2. Історія становлення та розвитку геоінформатики.
3. Зв'язок геоінформатики з іншими дисциплінами.

1. Поняття про інформатику та геоінформатику, визначення предмету дослідження. Як наука, так і термін «геоінформатика» дуже тісно пов'язаний з інформатикою. Термін же «інформатика» виник на початку 60-х років XX ст. і асоціюється з двома поняттями - інформація і автоматика, тобто *автоматична робота з інформацією*. Сьогодні термін «інформатика» використовується на позначення і науки, і технології, і окремої галузі.¹

Геоінформатика є частиною інформатики, яка має справу з просторовою (просторово-розподіленою, просторово-координованою) інформацією. Найбільш загальним визначенням геоінформатики є таке: *геоінформатика - це наука, технологія і прикладна діяльність, пов'язана зі збором, збереженням, обробкою, аналізом і відображенням просторових даних, а також із проектуванням, створенням і використанням географічних інформаційних систем*. Сукупність засобів, способів і методів автоматизованого збору, зберігання, маніпулювання, аналізу і відображення (представлення) просторової інформації об'єднують під загальною назвою «*геоінформаційні технології*»².

У цілому геоінформатика тісно пов'язана з *географічними інформаційними системами* (Geographical information system, GIS), оскільки основні теоретичні ідеї геоінформатики як науки реалізуються в сучасних ГІС на технічному і технологічному рівнях. Це дає підставу розглядати *геоінформатику* як «*науку, технологію і виробничу діяльність з наукового обґрунтування, проектування, створення, експлуатації і використання географічних інформаційних систем*».

Але всі визначення мають багато спільних рис. *По-перше*, ГІС - це інформаційна система, тобто «система обробки даних, що має засоби накопичення, збереження, відновлення, пошуку і видачі даних». *По-друге*, ця інформаційна система належить до категорії автоматизованих інформаційних систем, що використовують ЕОМ на всіх етапах обробки інформації, комп'ютер є неодмінним атрибутом і основою геоінформаційної технології. *По-третє*, ця інформаційна система надає можливості маніпулювання і

¹ Інформатика є фундаментальною природничою наукою бо це наука про засоби, методи і способи збору, обміну, збереження й обробки інформації за допомогою автоматизованих засобів. *Інформаційні технології* - система процедур перетворення інформації з метою формування, обробки, розповсюдження і використання інформації. Основу сучасної інформаційної технології складають: комп'ютерна обробка інформації за заданими алгоритмами, зберігання великих обсягів інформації на магнітних носіях і передача інформації на будь-яку відстань в обмежений час.

² У зв'язку з тим що сьогодні ці способи і методи якнайповніше реалізуються в географічних інформаційних системах (ГІС) (див. наступний параграф), то термін «геоінформаційні технології» часто замінюють терміном «технології географічних інформаційних систем», або за аналогією з його англійським еквівалентом - терміном «ГІС-технології».

обробки просторової (просторово-розподіленої, просторово-координованої) інформації. На сьогодні існує велика кількість *визначень географічних інформаційних систем*³.

Відмітною рисою географічних інформаційних систем є наявність у їхньому складі специфічних методів аналізу просторових даних, що в сукупності із засобами введення, збереження, маніпулювання і представлення просторово-координованої інформації і складають основу технології географічних інформаційних систем, чи ГІС-технології. У географії ГІС переробляють географічні потоки, що формуються в межах географічної оболонки і являють собою інформаційне відображення системи об'єктів географічного вивчення.

З урахуванням сучасних тенденцій розвитку геоінформаційних технологій як робочий варіант *визначення геоінформаційної системи* доцільно використовувати таке: *географічна інформаційна система (ГІС) - це інтегрована сукупність апаратних, програмних і інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, маніпулювання, аналіз і відображення (представлення) просторово-координованих даних. Будь-яка географічна інформаційна система складається з апаратного комплексу, програмного комплексу і інформаційного блока.*

2. Історія становлення та розвитку геоінформатики. Першою реально працюючою геоінформаційною системою у світі вважається ГІС Канади, розроблена в середині 60-х років ХХ ст на базі перших ЕОМ і пакетної системи обробки даних. Основне призначення ГІС Канади полягало в обробці і аналізі даних, накопичених Канадською службою земельного обліку, для використання при розробленні планів землеустрою величезних площ переважно сільськогосподарського призначення.⁴

³ За більшістю джерел *географічні інформаційні системи* - це: - інформаційна система, що може забезпечити введення, маніпулювання й аналіз географічно визначених даних для підтримки прийняття рішень (1984); - реалізоване за допомогою автоматизованих засобів (ЕОМ) сховище системи знань про територіальний аспект взаємодії природи і суспільства, а також програмного забезпечення, що моделює функції пошуку, введення, моделювання та ін. (1984); - набір засобів для збору, збереження, пошуку, трансформації і відображення даних про навколишній світ з певною метою (1986); - інформаційна система, призначена для роботи з просторовими, чи географічними, координатами (1990); - апаратно-програмний людино-машинний комплекс, що забезпечує збір, обробку, відображення і поширення просторово-координованих даних, інтеграцію даних і знань про територію для ефективного використання при рішенні наукових і прикладних географічних завдань, пов'язаних з інвентаризацією, аналізом, моделюванням, прогнозуванням і керуванням навколишнім середовищем і територіальною організацією суспільства (1991); - сукупність апаратних, програмних засобів і процедур, призначених для забезпечення введення, керування, обробки, аналізу, моделювання і відображення просторово-координованих даних для вирішення складних проблем планування і керування (1991); - науково-технічні комплекси автоматизованого збору, систем автоматизації, переробки і представлення (видачі) геоінформації в новій якості з умовою одержання знань про досліджувані просторові системи (Сербенюк, 1990); - сукупність апаратно-програмних засобів і алгоритмічних процедур, призначених для збору, введення, зберігання, математико-картографічного моделювання і образного представлення геопросторової інформації (Симонов, 1991); - сукупність технічних, програмних і інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, математико-картографічне моделювання й образне інтегроване представлення: географічних і співвіднесених з ними атрибутивних даних для вирішення проблем територіального планування і керування (1997); - інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, доступ, відображення і поширення просторово-координованих (просторових) даних (1997).

⁴ Розробка перших геоінформаційних систем (Канадської ГІС, Інформаційної системи природних ресурсів штату Техас (1976), Австралійської ресурсної інформаційної системи (1979-1982) та ін.) було результатом реалізації цілком очевидного прагнення застосувати унікальні і все зростаючі можливості ЕОМ, які з'явилися в 50-х роках ХХ ст., для зберігання і маніпулювання великими масивами накопиченої на той час різномірної інформації про природні і соціально-економічні умови і ресурси територій.

У межах вже майже п'ятдесятилітнього періоду історії розвитку геоінформаційних технологій можна з певною мірою умовності виділити такі етапи: 1) кінець 1950-х - кінець 1970-х років; 2) 80-ті роки та 3) 90-ті роки XX століття - початок XXI століття.

Перший етап (кінець 50-х - кінець 70-х років XX ст.) разом зі створенням перших географічних інформаційних систем, перш за все в Канаді і США, характеризується розробленням перших комп'ютерних систем просторового аналізу растрових зображень й автоматизованого картографування з використанням лінійних і пір'яних плотерів. Першим і найвідомішим програмним пакетом, що реалізовував функції побудови картограм, карт ізоліній і трендових поверхонь, був пакет SYMAP.⁵ Характерним для цього часу також було удосконалення методів аналізу просторових даних і технологій їх кодування і представлення. Зокрема, саме в цей період були розроблені теоретичні основи геостатистики (Франція), векторна топологічна структура просторових даних DIME-структура (США), технології графічного зображення тривимірних поверхонь та ін. Для другої частини даного періоду характерна тенденція до посилення міждисциплінарних зв'язків у середовищі розробників ГІС, у першу чергу, між ученими та інженерами. Проте в цей період геоінформаційні системи все ще залишаються спеціалізованими, створюваними на базі могутніх і дуже дорогих ЕОМ, унаслідок чого вони є системами унікальними з обмеженим колом користувачів.

Другий етап (80-ті роки XX ст.). У другій половині 70-х років - на початку 80-х років XX ст. на Заході в розробку і застосування ГІС-технологій були зроблені значні інвестиції як урядовими, так і приватними агентствами, особливо в Північній Америці. У цей період були створені сотні комп'ютерних програм і систем. Розробка ж (1973-1978) і широке розповсюдження недорогих комп'ютерів з графічним дисплеєм (що одержали назву «персональних») дозволили відмовитися від «пакетного» режиму обробки даних і перейти до діалогового режиму спілкування з комп'ютером за допомогою команд англійською мовою. Це сприяло децентралізації досліджень в галузі ГІС-технологій. Тісна ж інтеграція міждисциплінарних досліджень, їх спрямованість на вирішення комплексних завдань, пов'язаних із територіальним проектуванням, плануванням і управлінням, привели до створення інтегрованих ГІС, які характеризувалися більшою або меншою універсальністю.⁶

Важливу стимулюючу роль у посиленні інтересу до ГІС відіграло прагнення адаптувати для вирішення як наукових, так і практичних завдань (у тому числі і на комерційній основі), уже накопичених на той час масивів даних дистанційного

⁵ (SYngraphic Mapping System), розроблений у 1967 р. у Гарвардській лабораторії комп'ютерної графіки і просторового аналізу Массачусетського технологічного інституту (керівник - Говард Фішер, США). У подальшому (70-ті роки - початок 80-х років XX ст.) у цій же лабораторії були розроблені інші програмні пакети (GRID, CALFORM, ODYSSEY та ін.), що забезпечували як цифрування карт і автоматичне картографування, так і просторовий аналіз. Одночасно подібного роду програмні продукти, відомі залежно від їх основного призначення під назвою або «пакетів картографічного аналізу», або «систем автоматизованого картографування», розроблялися і в інших наукових центрах Північної Америки і Західної Європи. Найбільшу популярність у світі з цих більш пізніх розробок одержав пакет аналізу растрових даних MAP (Map Analysis Packet), який реалізував алгоритми картографічної алгебри, основи якої були розроблені С.Д. Томліном, США (1983). Цей пакет, а також його більш пізні версії RMAP, aMap та ін. розповсюджував Йельський університет (США) за дуже низькою ціною (близько \$20).

⁶ У Північній Америці в 1983 р. було понад тисячу ГІС і автоматичних картографічних систем. У Європі розроблення ГІС проводилося в меншому масштабі, але основні кроки в галузі розроблення і використання ГІС-технологій були зроблені і тут. Особливо слід відзначити Швецію, Норвегію, Данію, Францію, Нідерланди, Великобританію і Західну Німеччину. Для 80-х років XX ст. у цілому характерне зростання наукового, політичного і комерційного інтересу до ГІС. Це було обумовлено усвідомленням необхідності створення державних інтегрованих ГІС, особливо у зв'язку з управлінням природними ресурсами і моніторингом навколишнього середовища. Показовими для цього періоду фактами є офіційне визнання у Великобританії в 1984 р. методів обробки просторових даних науково-дослідними пріоритетами і створення в США Національного центру географічної інформації і аналізу Національної академії наук (1987), призначеного для проведення базових досліджень в галузі географічного аналізу з використанням географічних інформаційних систем.

зондування Землі. Розвиток геоінформаційних систем, особливо здатних інтегрувати дані дистанційного зондування («інтегрованих ГІС»), розглядається як необхідна умова ефективного використання матеріалів дистанційного зондування.⁷

У 80-ті роки XX ст. розробляються програмні ГІС-пакети (інструментальні ГІС), майбутні лідери світового програмного ГІС-забезпечення - пакет ARC/INFO, розроблений Інститутом досліджень систем навколишнього середовища (ESRI) (1982), пакет Mapinfo (1987), пакет IDRISI, розроблений в Університеті Кларка (1987), пакет Modular GIS Environment (MGE) фірми Intergraph (1988) - усі в США. У кінці 80-х років XX ст. сформувалася світова ГІС-індустрія, що містила апаратні і програмні засоби ГІС та їх обслуговування. У 1988 р., наприклад, тільки прямі витрати за цими статтями у світі перевищували 500 млн доларів США, а в 1993 р., склали близько 2,5 млрд доларів⁸.

Третій етап (90-ті роки XX століття - початок XXI століття). Прогрес у ГІС-технології в 90-ті роки минулого століття значною мірою був пов'язаний з прогресом апаратних засобів, причому як комп'ютерів - виникненням 32-бітових, а потім 64-бітових міні- і мікро ЕОМ, так і засобів введення і виведення просторової інформації - дигітайзерів, сканерів, графічних дисплеїв і плотерів. Для цього ж періоду характерне широке поширення так званих комерційних ГІС-пакетів («інструментальних ГІС»), що з'явилися ще в 80-ті роки XX ст. Здебільшого вони є програмним середовищем, яке дозволяє користувачу або достатньо просто створювати геоінформаційні системи відповідно до його власних запитів і можливостей, або вирішувати завдання, пов'язані з просторовою інформацією, з використанням геоінформаційних технологій. Світовими лідерами серед комерційних ГІС-пакетів стають програмні продукти фірм ESRI (Arc/Info і ArcView GIS), Intergraph (MGE), Mapping Information System (Mapinfo). Загальна ж кількість програмних ГІС-пакетів обчислюється не одним десятком⁹.

У колишньому Радянському Союзі дослідження в галузі геоінформаційних технологій розпочаті у вісімдесяті роки і в основному були пов'язані з адаптацією зарубіжного (західного) досвіду. Дослідження проводили Інститут географії і Далекосхідний науковий центр АН СРСР, Московський (кафедра картографії і геоінформатики), Казанський, Тбіліський, Тартуський і Харківський університети. У цей період (середина і друга половина 80-х років XX ст.) були розроблені перші автоматизовані системи картографування (наприклад, АКС МДУ), здійснювались

⁷ Зокрема, у 1985 році Європейське космічне агентство стало спонсором досліджень, пов'язаних з інтегрованими ГІС, а Британський національний космічний центр видав замовлення на контракти з розроблення ГІС. У цей самий період починає випускатися цілий ряд міжнародних періодичних видань, присвячених різним теоретичним і прикладним аспектам ГІС, у тому числі теоретичний (Міжнародний журнал географічних інформаційних систем) - з 1987 р., і присвячених переважно прикладним аспектам ГІС - журнали «ГІС Світ» - з 1988 р., (ГІС Європа) - з 1992 р. та ін., щорічно проводиться безліч присвячених ГІС наукових і науково-практичних конференцій різного рівня (від регіональних до всесвітніх).

⁸ Реалізацією могутнього інтеграційного потенціалу ГІС-технології стала починаючи з середини 80-х років XX ст. низка міжнаціональних і глобальних проектів з моніторингу природного середовища, таких, як CORINE - Геоінформаційна система країн Європейського співтовариства (з 1985 р.) і GRID - Глобальний ресурсний інформаційний банк даних (з 1987 р.).

⁹ У розвинутих країнах світу ГІС-технологія стає повсюдно використовуваною технологією обробки, аналізу і представлення просторово-координованої інформації при вирішенні різних завдань у географії, геології, екології, особливо при виконанні великих міждисциплінарних проектів, містобудівному плануванні, на транспорті, у кадастровій діяльності, регіональному плануванні і управлінні та багатьох інших сферах людської діяльності. У 1995 р. у світі геоінформаційні системи використовувалися більш ніж у 93 000 місцях, з них 65% знаходилися в Північній Америці і 22% — у Європі. Фантастичними у цей період є прогрес апаратних засобів, постійне відновлення і модернізація відомих комерційних ГІС-пакетів, поява деяких нових. Проте в цілому ринок програмного ГІС – забезпечення вже поділений між основними в традиційними виробниками. Простежується тенденція переключення масового інтересу від великих професійних інструментальних ГІС, що запускаються на робочих станціях або великих комп'ютерах фірм до настільних інструментальних ГІС, здатних працювати на персональних комп'ютерах. Помітна тенденція зміщення центра активності щодо освоєння і впровадження геоінформаційних технологій спочатку в країни Східної Європи, а потім у Росію.

дослідження з просторового аналізу, картографо-математичного моделювання, тематичного картографування та їх автоматизації (О.М. Берлянт, Н.Л. Беручишвілі, В.Т. Жуков, П.В. Петров, С.М. Сербенюк, Ю.Г. Симонов, В.С. Тікунов, І.Г. Черваньов, В.А. Черв'яков та ін.), з теоретичного обґрунтування і розроблення перших геоінформаційних систем (Н.Л. Беручишвілі, І.В. Гарміз, В.С. Давидчук, В.П. Каракин, А.В. Кошкар'юв, В.Г. Лінник, М.В. Панасюк, А.М. Трофимов та ін.). Першою ГІС, розробленою в колишньому Радянському Союзі, мабуть, була геоінформаційна система Марткопського фізико-географічного стаціонару Тбіліського університету (Беручишвілі, 1986).

Перші ж програмні ГІС-пакети на території колишнього Радянського Союзу були розроблені вже після його розпаду в 90-ті роки XX ст. Серед них найвідомішим є пакет GeoDraw/GeoGraf, створений в 1992 р. у Центрі геоінформаційних досліджень Інституту географії Російської академії наук (РАН), який має декілька тисяч інсталяцій. Крім GeoDraw/Graf, у *Російській Федерації* розроблений ряд програмних ГІС-пакетів, які мають по декілька сотень інсталяцій. Найвідомішими з них є пакети «Панорама» (Топографічна служба Збройних сил РФ), «Парк» (ТОВ «Ланеко», м. Москва), CSI-MAP (компанія ВКСІ-технологія», м. Санкт-Петербург), Sinteks ABRIS (компанія «Трісофт», м. Москва), ObjectLand (ЗАТ «Радом-Т», м. Таганрог) і «ІнГЕО» (компанія «Інтегро», м. Уфа). Проте більша частина ринку програмного ГІС-забезпечення в Російській Федерації представлена продукцією західних фірм ESRI, Intergraph, Mapinfo, Autodesk та ін.

Геоінформаційні технології в *Україні* набули розвитку в середині 90-х років XX ст. Серед позитивних чинників, що характеризують сучасний стан застосування геоінформаційних технологій у країні, слід відзначити такі:

- формування в державних установах і організаціях груп фахівців, які активно працюють у напрямку застосування ГІС у різних сферах людської діяльності, зокрема: у Державному проектному інституті Діпромісто (Київ); у Науково-дослідному інституті геодезії і картографії (Київ); в Управлінні земельних ресурсів Одеської обласної адміністрації; в Одеському національному університеті ім. І.І. Мечникова; у Національному університеті «Львівська політехніка» (Львів); у Національній гірській академії (Дніпропетровськ); у Харківському технічному університеті радіоелектроніки; в Українському центрі менеджменту Землі і ресурсів (Київ) та в ряді інших;

- створення ГІС-асоціації (1997) і Асоціації геоінформатиків (2003) України, що сприяють активізації і консолідації геоінформаційної діяльності в країні;

- щорічне проведення ГІС-форумів (1995-2001), конференцій «Геоінформатика: теоретичні і прикладні аспекти» (з 2002 р.), конференцій користувачів продуктів фірми ESRI в Криму (з 1998 р., ЗАТ ECOMM), а також окремих тематичних конференцій, семінарів, нарад, присвячених використанню геоінформаційних технологій (наприклад, «Геоінформаційні технології сьогодні» (Львів, 1999); «Геоінформаційна освіта і муніципальне управління» (Миколаїв, 2000 р.) «Можливості ГІС/ДЗЗ-технологій у сприянні вирішення проблем Причорноморського регіону» (Одеса, 2003) та ін.);

- створення державних підприємств і комерційних компаній, що спеціалізуються на розробці і/або використанні геоінформаційних технологій, зокрема: державних науково-виробничого підприємства «Геосистема» (м. Вінниця) і науково-виробничого центру «Геодезкартінформатика» (м. Київ); комерційних компаній «Інтелектуальні системи, Гео», «Інститут передових технологій», «ЕКОММ», ГЕОКАД, «Аркада», «Геоніка» (м. Київ); «Високі технології» (м. Одеса) та ін.;

- розроблення спеціалізованого геоінформаційного пакета Рельєф-процесор - Харківський національний університет ім.В.Н.Каразіна, векторно-растрової інструментальної ГІС настільного типу ОКО - ВАТ «Геобіономіка» (м. Київ); програмних комплексів GEO+CAD і GeoniCS, призначених для обробки даних досліджень і геоінженерного проектування в галузі цивільного, промислового і транспортного будівництва- компанія «ГЕОКАД», АТ «Аркада» і НПП «Геоніка» (м. Київ) та ін.

- створення електронного атласу України - пілотної версії комп'ютерного Національного атласу України (2000) – Інститутом географії НАН України і компанією «Інтелектуальні системи, Гео» (Київ);

- внесення курсів з ГІС і геоінформаційних технологій до програми підготовки фахівців природознавчих і екологічних спеціальностей у багатьох вищих навчальних закладах країни; відкриття у деяких з них курсів підготовки фахівців у галузі геоінформаційних систем і технологій, зокрема, в Університеті «Львівська політехніка» (Львів)- у рамках спеціальності «Картографія», в Одеському національному університеті ім. І.І.Мечникова — у рамках спеціальності «Географія», в Одеському державному екологічному університеті - у рамках спеціальності «Інформаційні технології», у Національній гірничій академії України (Дніпропетровськ) - за фахом «Геоінформаційні системи і технології».

До факторів, що стримують розвиток геоінформаційних технологій, належать низький в цілому рівень комп'ютеризації в країні і відсутність у достатній кількості відповідних фахівців.

3. Зв'язок геоінформатики з іншими дисциплінами. Технологічно, історично й «генетично» геоінформатика формувалася й продовжує розвиватися в оточенні суміжних наук і технологій, предметно й методично родинних їй. Алгоритми й методи геоінформатики близькі обчислювальній геометрії й комп'ютерній (машинній) графіці, системам автоматизованого проектування (САПР). Непозиційна (атрибутивна) частина просторових даних традиційно зберігалися й управлялася засобами систем управління базами даних (СУБД), методологія створення баз даних ГІС продовжує залишатися в числі важливих завдань при їхньому проектуванні. Єдине цифрове середовище існування поєднує ГІС із глобальними системами позиціонування й автоматизованими (цифровими) технологіями зйомок місцевості (наприклад, з використанням електронних тахеометрів або лазерних скануючих пристроїв) і системами їхньої обробки (наприклад, методами цифрової фотограмметрії). Нарешті, апаратне середовище реалізації геоінформаційних технологій - так звана обчислювальна техніка, а саме комп'ютери з периферійними пристроями введення, зберігання й виведення даних - втягує в орбіту інтересів і умов існування геоінформатики новітні інформаційні, і тім числі телекомунікаційні, технології, досліджувані загальною інформатикою. По тісноті зв'язку, рівню взаємодії, методичної й технологічної близькості й можливостям інтеграції найближче оточення геоінформатики утворюють картографія й дистанційне (аерокосмічне) зондування.

У системі географічних наук геоінформатика посідає важливе місце і позиціонується як універсальна методика збору, накопичення, аналізу і візуалізації різноманітних географічних даних як у областях природничої, так і суспільної географії. Лісове господарство, управління природокористуванням, сільське господарство – окремі напрямки прикладного застосування геоінформатики.

ЗАНЯТТЯ №2

ТЕМА: СУЧАСНІ ГІС-ПАКЕТИ ТА ТЕМАТИЧНЕ КАРТОГРАФУВАННЯ (МОДУЛЬ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГЕОІНФОРМАТИКИ)

План заняття

1. Тематичне картографування як основа ГІС-моделювання.
2. Можливості тематичного картографування в ГІС.
3. Класифікація сучасних ГІС.
4. Використання ГІС при створенні електронних тематичних атласів.

1. Тематичне картографування як основа ГІС-моделювання. Картографія, особливо тематична дуже тісно пов'язана з геоінформатикою та дистанційним зондуванням. Особливо це стосується відносин геоінформатики й картографії, карт і ГІС. Поява геоінформаційних систем ознаменувала собою поки ще недостатньо осмислений і оцінений переворот в інструментарії моделювання географічного простору взагалі, реалізувавши принципово новий спосіб його опису й подання у формі цифрових моделей і порушивши існуючу тут монополію карт і інших геозображень як єдиного засобу моделювання простору й, що ще більш важливо, рішення просторових завдань, дозволивши замінити графічні (образно-знакові) моделі об'єктів земної поверхні цифровими, а в ряді додатків витиснути традиційні картографічні моделі з тих областей, де їхнє використання неможливе або недоцільне. Розвиток цифрової картографії нічого не міняє по суті: залишаючись у лоні турбот і інтересів картографії, цифрові карти картами не є; як і будь-які цифрові просторові дані (у тому числі дані ГІС), вони не можуть сприйматися людиною візуально. Саме тому при всій своїй самостійності й корінних розходженнях картографія й геоінформатика «приречені» на міцну й довгу взаємодію. У цій взаємодії традиційно виділяють дві сторони: карти й інші картографічні зображення належать до числа основних джерел масових вихідних даних для ГІС і є найпоширенішою формою подання результатів її функціонування з використанням методів картографічної візуалізації даних у формі комп'ютерних і електронних (відеоекранних) карт (рис.1).

Проте сьогодинішній характер їхньої взаємодії не вічний і збережеться доти, поки: 1) винятково всі масові джерела даних для ГІС не стануть цифровими (маючи на увазі найбільш масовий з них - карти); 2) не буде знайдений прямий інтерфейс людського мозку й пам'яті комп'ютера (до тієї пори карті прийде виконувати роль незамінного інтерфейсу між людиною й машиною); 3) не будуть знайдені й реалізовані алгоритми рішення всіх просторових завдань винятково в цифровому середовищі, минаючи необхідність залучення для цього карт.

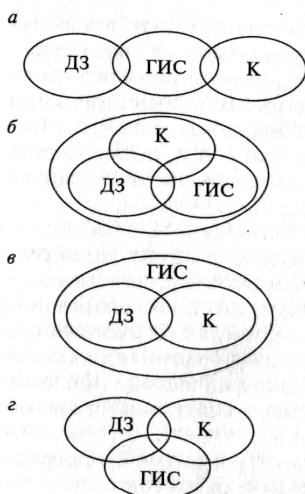


Рис.1. Моделі співвідношення картографії (К), дистанційного зондування (ДЗ) і геоінформаційних систем (ГІС): *а* – лінійна модель; *б* – домінування картографії; *в* – домінування геоінформаційних систем; *г* – модель потрійної взаємодії.

2. Можливості тематичного картографування в ГІС.

Створення тематичних карт як самостійних прошарків в ГІС дозволяє реалізувати наступні важливі можливості:

- Тематичні карти за допомогою методу розмірних символів створюються не обов'язково на базі точкових об'єктів. Розмірні символи можуть бути побудовані для будь-яких типових графічних об'єктів. Тому, навіть якщо базова карта містить області або лінійні об'єкти, на її основі все рівно можна створювати тематичні карти методом розмірних символів.

- Можна створити декілька тематичних карт на базі одного прошарку інформації карти. При цьому для створення кожного наступного тематичного шару немає необхідності копіювати базовий шар карти. Можна переглядати кілька тематичних шарів одночасно, а також створювати двотемові карти.

- За допомогою діалогу «Керування шарами» можна регулювати показ тематичних шарів. Базовий шар при цьому також може показуватися. Для кожного з тематичних шарів можна установлювати свій масштабний ефект.

На сьогодні відмічене і неодноразово перевірене велике прикладне значення тематичної ГІС-картографії.¹⁰

¹⁰ Будь-яка господарська операція на підприємстві супроводжується формуванням документа, що підтверджує її здійснення. Оскільки великі об'єми інформації зберігаються в електронних таблицях звітності з торгівлі та маркетингу, а значна кількість інформації про клієнтів, торгові точки міста

Особливу роль у створенні картографічної моделі відіграють діаграми. Як і стовпчасті діаграми, кругові діаграми дозволяють аналізувати значення декількох тематичних змінних одночасно. На такій карті значення змінних визначають величину відповідного сегмента діаграми. Його можна порівнювати з іншими сегментами в тій же діаграмі або з аналогічними сегментами в інших діаграмах. При показі тематичної карти MapInfo автоматично створює легенду цієї карти, у якій відбивається, які значення відображають ті або інші кольори, символи або розміри об'єктів.

3.Класифікація сучасних ГІС. Останніми десятиріччями у світі розроблено велику кількість різноманітних геоінформаційних систем. Звичайно геоінформаційні системи класифікують за такими ознаками:

- за призначенням - залежно від цільового використання;
- за проблемно-тематичною орієнтацією - залежно від сфери застосування;
- за територіальним охопленням — залежно від розміру території і масштабного ряду цифрових картографічних даних, що складають базу даних ГІС.

За призначенням геоінформаційні системи поділяють на *багатоцільові* та *спеціалізовані*. Багатоцільовими системами, як правило, є регіональні ГІС, призначені для розв'язання широкого спектра завдань, пов'язаних з регіональним управлінням. Спеціалізовані ГІС забезпечують виконання однієї або кількох близьких функцій. До них, як правило, відносять геоінформаційні системи:

- інформаційно -довідкові;
- моніторингові;
- інвентаризаційні;
- прийняття рішень;
- дослідницькі;
- навчальні.

Зокрема, *дослідницькі ГІС* створюються для забезпечення розв'язання будь-якої наукової проблеми або сукупності наукових проблем із застосуванням методів просторово-часового аналізу й моделювання. Прикладом може бути геоінформаційна система басейну річки Бутеня (Київська область, Богуславська польова експериментальна гідрометеорологічна база УкрНДГМІ), створена для розв'язання проблеми прогнозу просторового перерозподілу радіонуклідів у басейні малої річки в рамках виконання міжнародного проекту (SPARTACUS, 2000)¹¹.

Навчальні ГІС розробляються для забезпечення навчального процесу, як правило, у вищих навчальних закладах. Як об'єкт у таких геоінформаційних системах частіше за все

знаходиться на папері та в пам'яті комп'ютера, потрібна система, що дозволить комп'ютеру не лише швидко опрацювати дані, а і наглядно відобразити використовуючи їх просторові компоненти. Такою системою аналізу є електронна картографія. За допомогою картографічного моделювання (з використанням ГІС-пакету MapInfo Professional 6.0.) можна швидко та легко побачити місцезнаходження клієнтів, розмір символів, що відмічають їх місцезнаходження може залежати від об'ємів реалізації та продажу, прослідкувати *інтенсивність споживацького потоку чи товарообігу підприємства роздрібної торгівлі на одиницю торгової площі магазину* або ж швидко зіставити минулі показники з теперішніми та виявити причини їх спаду чи росту. Все це робить візуалізацію статистичних даних більш наглядною та легкою у сприйнятті та подальшому просторовому аналізі. Для покращення аналітичних можливостей ГІС обраховуються спеціальні економічні показники. Зокрема для підприємств оптово-роздрібної торгівлі це - *інтенсивність споживацького потоку (Чол/год*роб.день); інтенсивність товарообігу на одиницю торговельної площі (грн/кв.м.)*.

¹¹ База просторових даних геоінформаційної системи р.Бутені складається із понад тридцяти шарів даних, що характеризують рельєф (цифрова модель рельєфу і похідні від неї карти ухилів, експозицій, поздовжньої і поперечної кривизни схилів та ін.), гідрографічну мережу (карти місцевих ліній течії, водозборів, «вищерозміщених елементів», ухилів, гідравлічної жорсткості та ін.), ґрунтовий покрив (карти генетичних типів ґрунтів, ґрунотвірних порід, еродованості, а також параметрів, що характеризують водно-фізичні і протиерозійні властивості ґрунтів та їх радіоактивне забруднення), природну і культурну рослинність (карти лісів, сільськогосподарських угідь, сівозмін і параметрів, що їх характеризують) і землекористування (карти типів землекористування, дорожньої мережі та ін.).

розглядаються території польових стаціонарів - баз навчальних польових практик студентів.¹²

За проблемно-тематичною орієнтацією звичайно виділяють типи геоінформаційних систем, що відповідають «основним сферам застосування ГІС», тобто:

- земельно-кадастрові;
- екологічні і природокористувальницькі;
- інженерних комунікацій і міського господарства;
- надзвичайних ситуацій;
- навігаційні;
- соціально-економічні;
- геологічні;
- транспортні;
- торгово-маркетингові;
- археологічні;
- військові;
- інші¹³.

За територіальним охопленням найбільш логічним є поділ геоінформаційних систем на:

- глобальні;
- загальнонаціональні;
- регіональні;
- локальні.

Глобальні геоінформаційні системи охоплюють або всю земну кулю, наприклад, як Глобальний банк природно-ресурсної інформації (GRID), або якусь її значну частину - як геоінформаційна система Європейського співтовариства CORINE. Загальнонаціональні ГІС, як це випливає із назви, охоплюють територію всієї країни, регіональні - якусь її частину, таку, як економічний район, адміністративна область чи група суміжних областей, басейн великої річки і т.ін. До категорії «локальні ГІС» відносять геоінформаційні системи меншого територіального охоплення, але рекомендації щодо територіальних обмежень локальних ГІС відсутні. До даної категорії, як правило, належать і муніципальні геоінформаційні системи (МГІС) - специфічна категорія геоінформаційних систем, що розробляються для території міста або його частини.

4. Використання ГІС при створенні електронних тематичних атласів.

Електронний атлас України є пілотним проектом Національного атласу України, виконавцями якого є співробітники Інституту географії НАН України і Товариства з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО»¹⁴.

Атлас розроблено з використанням новітніх результатів досліджень інститутів Національної академії наук України (географії, геофізики, геологічних наук, ботаніки,

¹² Прикладами навчальних ГІС є ГІС «Сатіно», розроблена на географічному факультеті Московського державного університету ім. М.В. Ломоносова (Лур'є, 1998) і ГІС Навчального географічного стаціонару «Кринички» (північ Одеської області), яка розробляється на геолого-географічному факультеті Одеського національного університету ім. І.І.Мечникова. Остання складається з банку просторової (картографічної) інформації і пов'язаних з нею атрибутивних даних для території польового стаціонару загальною площею близько 100 км² та бібліотеки прикладних модулів, що реалізують навчальні, наукові і прикладні завдання на основі Бан-ку даних і можливостей геоінформаційних технологій.

¹³ У категорії «інші» в цій класифікації може бути поійменована ще достатньо велика, причому така, що продовжує збільшуватися, кількість типів ГІС, оскільки сфера застосування ГІС не обмежена переліком зазначених вище сфер розширюється далі.

¹⁴ Керівник проекту - доктор географічних наук, академік НАНУ Л.Г. Руденко, співкерівник - кандидат фізико-математичних наук В.С. Чабанюк, менеджер - А.І. Бочковська. За створення Атласу України 24 лютого 2003 р. Президія НАНУ на своєму засіданні присудила Л.Г. Руденку та першому заступнику директора ТОВ «Інтелектуальні системи ГЕО» кандидату технічних наук О.Є. Литвиненку премію імені В.І. Вернадського.

зоології), Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту та даних Державного комітету статистики, Міністерства економіки та деяких інших міністерств і відомств, серед яких автори особливо відзначають активну допомогу працівників Міністерства охорони навколишнього природного середовища і ядерної безпеки як консультантів та експертів (Атлас України., 2000). Електронний атлас України за допомогою системи карт наводить інформаційний образ держави стосовно її природних, соціальних, економічних і екологічних особливостей. Атлас може стати посібником при вивченні України та її регіонів.

Головною складовою інформаційного забезпечення Атласу є набір електронних карт. Але до складу Атласу також входять текст, діаграми, таблиці і фотографії, які значно доповнюють картографічну інформацію. Він структурований за тематичними блоками:

- загальні відомості про країну;
- природні умови і природні ресурси;
- населення;
- економіка;
- екологія.

Всього в Атласі 40 розділів, 176 карт, 200 графіків і 110 фотографій. Інформаційне забезпечення подане, як правило, станом на 01.01.1998 р. Інші дати зазначені в легендах карт та додаткових матеріалах.

За допомогою Атласу можна вирішувати такі завдання:

- в екологічній сфері - аналіз стану і динаміки екологічної ситуації в Україні та її регіонах;

- у сфері економічної діяльності - забезпечення державних, регіональних та локальних управлінських структур всебічною інформацією про розвиток і функціонування господарства, економічні зв'язки, їх динаміку та можливі напрямки трансформації;

- у соціальній сфері - аналіз розміщення та рух населення, його етнічних і культурних ознак, соціальних процесів, що відбуваються в суспільстві;

- у сфері освіти - забезпечення шкільної, вузівської та інших рівнів освіти та просвіти доступною аналітичною і інтегрованою інформацією про державу та її регіони.

Програмну реалізацію Електронного атласу України виконано з використанням сучасних Інтернет-технологій, а саме: HTML, JavaScript, ArchiveX-об'єктів. Вибір способу реалізації зумовлений насамперед можливістю його перегляду ліцензійним програмним забезпеченням, яке є в користувача. У даному випадку це - Microsoft Internet Explorer. Використання мови HTML надає можливість структурувати Атлас за допомогою так званих фреймів - кадрів на HTML-сторінках.

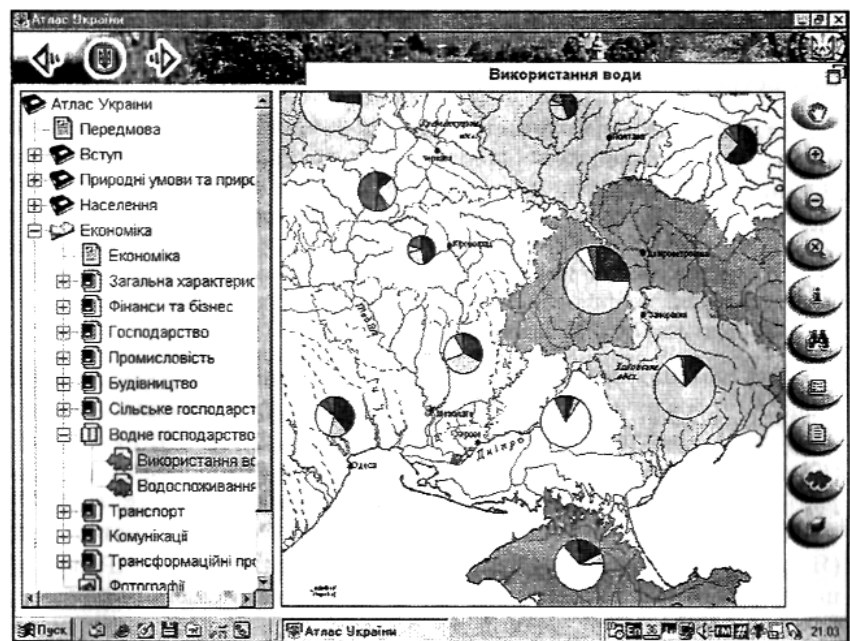


Рис. 2. Структура головного вікна Атласу України

Головне вікно Атласу розділене на три фрейми (рис.2). Верхній фрейм, або «Навігація», виконує функції переміщення по інформаційних матеріалах системи. Лівий («Зміст») і правий («Результат») фрейми надають можливість вибирати і переглядати карти, текстові описи, фотографії та інші інформаційні матеріали, що входять до Атласу. Якщо в правому фреймі завантажується карта, то в правій частині фрейму з'являється додаткова панель управління, яка дозволяє в інтерактивному режимі переміщувати карту, змінювати її масштаб, одержувати інформацію про об'єкти на карті та здійснювати їх пошук, переглядати легенду та опис карти тощо, тобто виконувати типово ГІСівські операції маніпулювання просторовими даними.

ТЕМА: ЗАСТОСУВАННЯ ГІС ТЕХНОЛОГІЙ
(МОДУЛЬ 1. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ГЕОІНФОРМАТИКИ)

План заняття

1. Головні функції сучасних ГІС.
2. Практичне застосування ГІС-технологій (у міському господарстві та регіональному управлінні, екології, кадастрових системах та ін.).
3. Застосування ГІС у лісовому господарстві.
4. Використання ГІС-технологій в агрономії.
5. Застосування ГІС у екології та раціональному природокористуванні.

1. Головні функції сучасних ГІС та практичне застосування ГІС-технологій.

Умовно функції ГІС можна поділити на п'ять груп, при цьому перші три належать до традиційних функцій геоінформаційних технологій, останні, дві - до нових, що розвинулися останнім десятиліттям.

1. Інформаційно-довідкова функція - створення і ведення банків просторово-координованої інформації, у тому числі:

- створення цифрових (електронних) атласів. Перший комерційний проект розробки цифрових атласів - Цифровий атлас світу - був випущений у 1986 р. фірмою Delorme Mapping Systems (США). Можна також відзначити Цифровий атлас Великобританії на оптичних дисках у результаті виконання британського Domesday Project (1987), Цифрову карту світу (Digital Chart of the World) масштабу 1:1 000 000, розроблену Картографічним агентством Міністерства оборони США у 1992 р. і т.д. і, нарешті, - електронну версію Національного атласу України, розроблену Інститутом географії НАН України з фірмою «Інтелектуальні Системи, Гео» (Київ, 2000);

- створення і ведення банків даних систем моніторингу. Як приклади можна, навести Глобальний ресурсний інформаційний банк даних (Global Resources Information Database GRID), створений під егідою UNESCO у 1987-1990 рр., і Геоінформаційну систему країн Європейського Співтовариства CORINE, розроблену в 1985-1990 рр.;

- створення й експлуатація кадастрових систем, у першу чергу автоматизованих земельних інформаційних систем (AZIC), або Land Information Systems (LIS), і муніципальних (або міських) автоматизованих інформаційних систем (MAIC), а також просторово-розподілених автоматизованих інформаційних систем водного і лісового кадастрів, кадастрів нерухомості та ін. Програмне забезпечення роботи з просторовими даними в кадастрових системах складають програмні ГІС-пакети ARC/INFO, ArcView GIS, MGE Intergraph, Mapinfo (США), SICAD (Німеччина), ILWIS (Нідерланди) та ін.

2. Функція автоматизованого картографування - створення високоякісних загальногеографічних і тематичних карт, що задовольняють сучасні вимоги до картографічної продукції. Прикладом реалізації цієї функції є діяльність в Україні Інституту передових технологій (м. Київ) з підготовки і друкування навчальних географічних і історичних атласів території України, а також Молдови і Росії на основі можливостей ГІС-пакетів фірми ESRI, США.

3. Функція просторового аналізу і моделювання природних, природно-господарських та соціально-економічних територіальних систем, що ґрунтується на унікальних можливостях, наданих картографічною алгеброю, геостатистикою і мережним аналізом, які складають основу аналітичних блоків сучасних інструментальних ГІС з розвинутими аналітичними можливостями. Вона реалізується в наукових дослідженнях, а також вирішенні широкого кола прикладних завдань при територіальному плануванні, проектуванні і управлінні.

4. *Функція моделювання процесів у природних, природно-господарських і соціально-економічних територіальних системах.* Прикладами є сучасні просторово-розподілені моделі поверхневого стоку, змиву ґрунту та транспорту схилових і руслових наносів, різного роду забруднювачів, зокрема, LISEM, Csredis (Нідерланди), WEPP (США). Реалізується при оцінці і прогнозі поведінки природних і природно-господарських територіальних систем та їх компонентів при вирішенні різних наукових і прикладних завдань, у тому числі пов'язаних з охороною і раціональним використанням природних ресурсів.

5. *Функція підтримки прийняття рішень у плануванні, проектуванні та управлінні.* Найбільш активно цей напрямок в Україні розвивається в містобудівному плануванні і проектуванні. Певні успіхи є в галузі геоінформаційного забезпечення надзвичайних ситуацій. Діапазон прикладів тут може бути досить широким, якщо гнучко підходити до визначення змісту поняття «система підтримки прийняття рішень» (СППР), яка повинна передбачати:

- програмно-організовані банки просторової й атрибутивної інформації;
- базу знань, що складається з блока аналізу і моделювання, який містить набір моделей просторового аналізу і просторово-часового моделювання, а також довідково-інформаційного блока, який містить формалізовану довідково-нормативну базу з розглянутої проблеми;
- блок технологій штучного інтелекту, який забезпечує механізм формально-логічного висновку й ухвалення рішення на основі інформації, наявної в базі даних, довідково-інформаційному блоці в результатах просторово-часового аналізу та моделювання;
- інтерфейс користувача.

У багатьох випадках на практиці як СППР розглядаються інтегровані комп'ютерні системи, що містять систему програмно-реалізованих моделей, банк довідкової інформації і банк даних. Аналіз і оцінка результатів імітаційного або оптимізаційного моделювання виконуються поза системою кваліфікованим експертом чи групою експертів.

2. Практичне застосування ГІС-технологій. Основними галузями застосовування ГІС у наш час є:

- управління земельними ресурсами, земельні кадастри;
- інвентаризація і облік об'єктів розподіленої виробничої інфраструктури і управління ними;
- тематичне картографування практично в будь-яких сферах його використання;
- морська картографія і навігація;
- аеронавігаційне картографування і управління повітряним рухом;
- навігація і управління рухом наземного транспорту;
- дистанційне зондування;
- управління природними ресурсами (водними, лісовими і т. ін.);
- моделювання процесів у природному середовищі, управління природоохоронними заходами;
- моніторинг стану навколишнього середовища;
- реагування на надзвичайні і кризові ситуації;
- геологія, мінерально-сировинні ресурси і гірничодобувна промисловість;
- планування і оперативне управління перевезеннями;
- проектування, інженерні дослідження і планування в містобудуванні, архітектурі, промисловому і транспортному будівництві;
- планування розвитку транспортних і телекомунікаційних мереж; комплексне управління і планування розвитку території, міста;
- сільське господарство;
- маркетинг, аналіз ринку;

- археологія;
- безпека, військова справа і розвідка;
- загальна і спеціальна освіта.

Зазначимо, що до переліку ввійшли тільки «основні», «найбільші» сфери використання ГІС без урахування наукових досліджень, використання в яких геоінформаційних систем і технологій стає все більш поширеним. Крім цього, наведений список не є остаточним, оскільки сфера використання ГІС постійно розширюється. До нього можна, зокрема, додати медичну географію, епідеміологію, заповідну справу, туризм - сфери людської діяльності, у яких використання ГІС останніми роками стає все більш поширеним.

3. Застосування ГІС у лісовому господарстві. Засоби ГІС можуть використовуватись для підтримки різноманітних функцій керування лісовими ресурсами, таких як: розробка довгострокової стратегії поставок деревини, п'ятирічні прогнози запасів, вибір системи лісозаготівлі, розрахунок будівництва доріг з мінімальними витратами, проведення візуального ландшафтного аналізу з накладенням ділянок, рішення суперечок щодо границь власності, встановлення границь природних місцеперебувань, моделювання сценаріїв поширення лісових пожеж, здійснення тактичного планування по придушенню пожеж і багато чого іншого.

Головні властивості ARC/INFO, які роблять це програмне забезпечення лідером ГІС у рішенні завдань лісівницької галузі, полягають у наступному:

- Потужна й гнучка модель даних;
- Інтегроване керування табличними й географічними даними;
- Векторна топологія (точка, лінія й полігон) і растрові моделі даних;
- Інтеграція даних;
- Інтеграція багатьох середовищ (наприклад, растрових і векторних зображень);
- Підтримка стандартних форматів зображень і цифрове відображення;
- Взаємозв'язок із системами супутникової прив'язки (GPS);
- Можливості обміну даними більш ніж в 30 стандартних форматах;
- Автоматичне картування, складання звітів і аналіз;
- Відображення стандартних карт і складання таблиць;
- Тематичні карти, запити й види аналізу;
- Інтеграція баз даних і постачання стандартами у всій організації;
- Прямий доступ до баз даних у середовищі ГІС;
- Підтримка багатьох стандартних промислових реляційних баз даних і мережних функцій;
- Функції надійної безпеки баз даних;
- Можливості керування бібліотекою карт;
- Комплексний просторовий аналіз і можливості запиту;
- Перекриття точка-, лінія-, полігон-полігон, зв'язки сусідства й близькості;
- Моделювання по регулярній сітці із застосуванням розширень ARC/INFO;
- Аналіз лінійних мереж.

Планування керування лісами включає складання прогнозів того, як буде виглядати ліс у результаті тих або інших способів керування. Можливість даного аналізу є вирішальною практично для всіх сторін прогнозу керування, особливо в області довгострокових оцінок продукції деревини й природних місцеперебувань. Прогнозування включає застосування стратегії керування - звичайно у вигляді моделі - до лісових ГІС-кадастрах і проектування результату дії стратегії на ліс і інші зв'язані земельні об'єкти в майбутньому. Це означає, що інформаційні системи лісового господарства повинні не тільки описувати поточний стан лісу, але й уміти працювати з динамікою освоєння лісів і змінами великих ландшафтних областей, як на короткому, так і на довгому відрізку часу.

Сучасні ГІС дають можливість переглядати бази даних, установлювати параметри моделі, спостерігати за результатами, додавати важливі параметри, як часові, так і просторові. У рамках кадастру й обраної моделі користувач можете спостерігати, як може виглядати ліс у майбутньому через 5, 10, 25 або 100 років.

Інші прикладні завдання, розв'язувані користувачами ГІС ARC/INFO при плануванні підходів до лісу й доріг, включають:

- Аналіз стійкості поверхні й схилів із застосуванням ARC/INFO TIN;
- Розрахунки виїмок і насипів;
- Аналіз видимості;
- Розрахунки урівнювання й нівелювання;
- Дослідження коридорів руху;
- Оцінки впливу на природне середовище;
- Інтеграція даних зйомок із застосуванням ARC/INFO COGO;
- Аналіз вартостей і потоків із застосуванням ARC/INFO NETWORK;
- Графічне відображення витрат на створення доріг на основі характеристик рельєфу, схилів і поверхонь.

4. Використання ГІС-технологій в агрономії. Для управління сільськогосподарським підприємством, що проводить продукцію рослинництва, необхідна об'єктивна інформація про розміри і стан сільгоспугідь. Великий об'єм просторової і атрибутивної інформації якісно можна обробляти і аналізувати тільки за допомогою спеціального програмного забезпечення, що враховує як просторову прив'язку, так і спеціальні відомості про поля. Спеціалізовані ГІС для сільського господарства в Європі і США вже давно не екзотика, а необхідний компонент системи комплексного управління господарством.

Наявні в господарствах України картографічні матеріали, які є основою ГІС зазвичай неповні, в значній мірі застаріли і не відповідають сучасним вимогам, що висуваються інтенсивними агротехнологіями до картографічної основи. Всі картографічні матеріали можна умовно розділити на три групи: землевпоряджувальні, ґрунтові, агрохімічні. Землевпоряджувальні матеріали представлені або планами внутрішньогосподарського землеустрою радянського періоду або сучасними кадастровими планами. Ґрунтові матеріали представлені ґрунтовими картами, складеними частіше всього 20-30 років тому і картами агропромислових груп ґрунтів. І ті та інші, як показує практика, відсутні в більшості господарств. Агрохімічні матеріали представлені агрохімічними картограмами (вмісту гумусу, рухомого фосфору, рухомого калію, *Ph*) різної давності.

Сучасна агрономічна ГІС передбачає упорядкування процесу наповнення системи картографічними матеріалами, заповнення бази даних відомостями про показники ґрунтів, фітосанітарний стан посівів, введення відомостей про пропоновані агротехнології, вироблення пропозицій по використанню ГІС в господарствах, навчання фахівців господарств, учбових і проектних організацій, розробки і використанню ГІС в рослинництві.

У повному варіанті, агрономічна ГІС повинна включати багат шарову електронну карту господарства і атрибутивну базу даних історії полів, з урахуванням всіх виконаних агротехнічних заходів. Кількість тематичних шарів електронної карти залежить від складності ландшафтно-екологічних умов і рівня інтенсифікації агротехнологій (визначається за врожайністю і кількості витрат на гектар). У загальному випадку електронна карта полів повинна включати шари:

- мезорельєфу (з показом мезоформ рельєфу, форм схилів);
- крутизна схилів;
- експозиції схилів (теплі, холодні, нейтральні);
- мікрорельєфу (з показом контурів з переважанням тих або інших форм мікрорельєфу, що мають агрономічне значення);

- мікроклімату;
- рівня ґрунтових вод, їх мінералізації і складу;
- ґрунтоутворюючих і підстилаючих порід;
- мікроструктур ґрунтового покриву (ґрунтова карта);
- вміст гумусу в ґрунті;
- забезпеченості рухомими формами елементів мінерального живлення рослин і мікроелементами;
- значення Ph ґрунтів;
- фізичних властивостей ґрунтів;
- забруднення важкими металами, радіонуклідами і іншими токсикантами;
- еродованості ґрунтів, ерозійній небезпеці і іншим видам фізичної деградації (обвалів, селів і др);
- перезволоження і заболоченості ґрунтів, зокрема вторинного гідроморфізму, підтоплення, і ін.
- засолення ґрунтів (типів і ступеня засолення);
- солнцюватості ґрунтів;
- рослинного покриву з оцінкою стану природних кормових угідь;
- лісовій рослинності з оцінкою стану природних лісів і лісових насаджень;
- розподілу корисних видів тварин, птахів, корисних ентомофагів, оцінкою їх територіального впливу;
- фітосанітарного стану посівів.

Одним з базових елементів *ресурсозберігаючих технологій* в сільському господарстві є «*точне землеробство*» (або як його інколи називають «прецизійне землеробство» - *precision agriculture*). Точне землеробство - це управління продуктивністю посівів з врахуванням внутрішньопольової варіабельності місця існування рослин. Умовно кажучи, це оптимальне управління для кожного квадратного метра поля. Метою такого управління є отримання максимального прибутку за умови оптимізації сільськогосподарського виробництва, економії господарських і природних ресурсів. При цьому відкриваються реальні можливості виробництва якісної продукції і збереження навколишнього середовища.

Такий підхід, як показує міжнародний досвід, забезпечує набагато більший економічний ефект і, найголовніше, дозволяє підвищити відтворення ґрунтової родючості і рівень екологічної чистоти сільськогосподарської продукції. Наприклад, фермер з Німеччини при впровадженні елементів точного землеробства добився підвищення урожаю на 30% при одночасному зниженні витрат на мінеральні добрива на 30% і на інгібітори на 50%.

Точне землеробство включає безліч елементів, але все їх можна розбити на *три основні етапи*:

- Зб інформації про господарство, поле, культуру, регіон;
- Аналіз інформації і рішень;
- Виконання рішень - проведення агротехнологічних операцій.

Для реалізації технології точного землеробства необхідні сучасна сільськогосподарська техніка, керована бортовою ЕОМ і здатна диференційовано проводити агротехнічні операції, прилади точного позиціонування на місцевості (GPS-приймачі), технічні системи, що допомагають виявити неоднорідність поля (автоматичні пробовідбірники, різні сенсори і вимірювальні комплекси, збиральні машини з автоматичним обліком урожаю, прилади дистанційного зондування сільськогосподарських посівів і ін.) Ядром технології точного землеробства є програмне наповнення, яке забезпечує автоматизоване ведення просторово-атрибутивних даних картотеки сільськогосподарських полів, а також генерацію, оптимізацію і реалізацію агротехнічних рішень з врахуванням варіабельності характеристик в межах оброблюваного поля.

5. Застосування ГІС у екології та раціональному природокористуванні.

Використання геоінформаційних систем дозволяє оперативно отримувати інформацію за запитом і відображати її на електронній карті, оцінювати стан екосистеми і прогнозувати її розвиток.

Можливості ГІС:

- введення, накопичення, зберігання і обробка цифрової картографічної і екологічної інформації;
- побудова на підставі отриманих даних тематичних карт, що відображають поточний стан екосистеми;
- дослідження динаміки зміни екологічної обстановки у просторі та часі, побудова графіків, таблиць, діаграм;
- моделювання розвитку екологічної ситуації в різних середовищах і дослідження залежності стану екосистеми від метеоумов, характеристик джерел забруднень, значень фонових концентрацій;
- отримання комплексних оцінок стану об'єктів навколишнього природного середовища на основі різномірних даних.

ГІС активно використовуються у системах екологічного моніторингу. У таких ГІС активно застосовуються дистанційні системи моніторингу – супутникові та аерофотозйомки у поєднанні з локальними системами моніторингу.

ГІС використовується також там, де необхідне оперативне керування ресурсами та швидке прийняття рішень. По деяким оцінкам 80-90% всієї інформації можна представити у вигляді ГІС. ГІС дає можливість накопичувати інформацію, видавати вам її у зручному для вас вигляді, та маніпулювати цими даними, що мають просторову прив'язку.

В рамках ГІС можливе виконання комплексу науково—практичних робіт спрямованих на створення «Реєстру стаціонарних джерел викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин», який дозволить реалізувати підсистему обліку і разом з тим забезпечить необхідними інформаційними системами аналітичну підсистему оцінки забруднення атмосферного повітря.

Згідно прогнозам за 5 років цей реєстр буде охоплювати ніж 2000 об'єктів техногенного екологічного ризику, що мають більш ніж 200000 стаціонарних джерел викидів та 5 млн. складів викидів забруднюючих речовин. Поповнення БД буде відбуватися пакетним вводом (імпортом) з інших програмних пакетів. Цілісність БД підтримується спеціальними довідковими словниками. За допомогою цього ГІСу спеціаліст-оператор може вирішувати цілий комплекс аналітичних задач, від оцінки та експертизи впливу окремого джерела викидів якогось підприємства до розробки зведеного проекту нормативно-допустимих викидів.

На замовлення Державного управління екології і природних ресурсів у Сумській області Інститутом телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України та Державним науково - виробничим центром «Природа» НКА України розроблена спеціалізована екологічна ГІС для забезпечення управління на рівні області охороною навколишнього природного середовища, екологічною безпекою, раціональним використанням відновлюваних природних ресурсів та розвитком природно - заповідного фонду¹⁵. Інформаційний фонд ГІС формувався виходячи з аналізу основних функцій Державного управління екології і природних ресурсів у Сумській області, які направлені на реалізацію державної екологічної політики та впровадження системних методів управління:

- охороною атмосферного повітря, водних, земельних ресурсів та ґрунтів, надр;
- поводження з відходами;

¹⁵ Довгий С.О., Трофимчук О.М., Зотова Л.В. ІТГП НАНУ, м.Київ; Черненко В.В.Сумська ОДА, м.Суми; Красовський Г.Я., Греков Л.Д., Волошкіна О.С., Крета Д.Л., ІПНБ РНБОУ, м.Київ; Готинян В.С., ДНВЦ «ПРИРОДА», м.Київ. Екологічні геоінформаційні системи (на прикладі Сумської області).

- розвитком природно - заповідного фонду і стратегії охорони, використання і відтворювання біоресурсів.

Згідно основної концепції ГІС розроблена система складається з тематичних шарів, які за змістом умовно можна об'єднати у три блоки:

- топографічна основа;
- техногенні чинники екологічної безпеки;
- природно - заповідний фонд.

Топографічною основою системи обрана векторна електронна карта Сумської області М 1:200 000, розроблена на замовлення МНС України. Вона включає наступні базові теми: адміністративно - територіальний устрій; населені пункти; мережа шляхів; поверхневі водні ресурси; ґрунти; рельєф. Тематичні шари двох наступних блоків формувались з даних, отриманих з фондів Державного управління екології і природних ресурсів у Сумській області станом на 1.01.2005р. Картографічні моделі техногенних чинників екологічної безпеки розроблялись окремо для кожного з 18 районів області. Притаманні кожному району особливості техногенного навантаження на їх природні екосистеми відображались у відповідній легенді - умовних позначках до карти. Атрибутивна інформація об'єктів, які включені до ГІС, структурована у відповідні бази даних, що доступні в інтерактивних режимах. Їх аналіз дає підстави для висновку, що екологічний стан території Сумської області можна характеризувати як стабільний і керований.

ТЕМА: **ДАНИ В ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ**
(МОДУЛЬ 2. ОСОБЛИВОСТІ КОРИСТУВАННЯ СУЧАСНИМИ ГІС)

План заняття

1. Просторова інформація в ГІС.
2. Географічні дані у ГІС.
3. Атрибутивні дані у ГІС.
4. Моделі і бази даних у ГІС

1. Просторова інформація в ГІС. Просторова (картографічна) інформація є основою інформаційного блока ГІС, тому способи її формалізації є найважливішою складовою частиною технології географічних інформаційних систем. Просторова інформація ГІС містить *метричну частину*, що описує позиційні властивості об'єктів, а також пов'язані з нею *змістовні (семантичні, тематичні) атрибути*, чи просто - «*атрибути*», як їх прийнято називати в англomовній науковій літературі¹⁶. Просторові дані вводяться і зберігаються в комп'ютері у формалізованому вигляді. Використовуються два основних способи формалізації просторових даних - *растровий* і *векторний*, відповідні двом принципово різним способам опису (моделям) просторових даних. У першому способі просторова інформація співвідноситься з комірками регулярної сітки як з елементами території (растрове подання), у другому – використовується система елементарних графічних об'єктів, положення яких у просторі визначається за допомогою координат (векторне подання).

Растровий спосіб формалізації просторових даних має два різновиди - *регулярних мереж*¹⁷ (grid cells) і *власне растровий*¹⁸ (raster), що принципово не відрізняються один від одного, оскільки і той і інший базуються на формалізації просторової інформації за

¹⁶ Сучасні технології введення просторових даних у комп'ютер, їх інтерпретації і збереження передбачають поелементний поділ змісту існуючих карт. Для введення, наприклад, топографічної карти необхідно здійснити її поділ на шари («теми») однорідної інформації, що містять дані про рельєф, гідрографічну мережу, населені пункти, дорожню мережу, адміністративні межі та ін. Банки картографічних даних у ГІС, таким чином, містять однорідні шари інформації, що, однак, можуть поєднуватися засобами ГІС один з одним у різному співвідношенні відповідно до вимог розв'язуваних завдань. З урахуванням того, що банк картографічних даних у ГІС може містити сотні шарів однорідної просторової інформації, це відкриває широкі можливості для побудови первинних оригіналів поелементних карт на основі шарів однорідних картографічних даних, що зберігаються в комп'ютері.

¹⁷ Під *методом регулярних мереж* звичайно розуміють ручний спосіб оцифрування просторових даних шляхом осереднення або генералізації значень елемента, що цифрується, у кожному квадраті сітки - середнього значення висоти земної поверхні, довжини гідрографічної мережі, концентрації забруднювача, переважаючого різновиду ґрунтового покриття і т.п., що історично передувало появі автоматичних методів растрезації просторової інформації, але застосовується і сьогодні. Перші зразки реалізації даного методу як одного з методів аналітичного картографування В.Г. Лінник (1990) відносить, посилаючись на роботу У. Тоблера (США), до 1951 року. На сьогодні уявляється доцільним розглядати метод регулярних мереж як спосіб кодування просторової інформації в рамках растрової моделі даних. Відзначимо також, що останнім часом цей спосіб усе рідше згадується в спеціальній літературі у зв'язку з повсюдним переходом на автоматизовані методи створення цифрових растрових карт.

¹⁸ *Растровий спосіб* формалізації просторових даних, чи растрова модель просторових даних, у найпростішому випадку полягає в зображенні просторових об'єктів у вигляді мозаїки, що суцільно покриває територію. Ця мозаїка і називається растром. Кожен елемент растра називається *чарункою (коміркою) растра* або *пкселем* (від англ. *pixel*, що є скороченням від *picture element* - елемент зображення).

комірками (cells) регулярної мережі, що суцільно покриває територію. У кожній комірці цієї мережі інформація відображається одним числом.¹⁹

У растровій моделі просторова інформація кодується у вигляді прямокутної матриці - за рядками і стовпцями, розмір якої відповідає розміру вихідного растра (рис. 1). У зв'язку з цим положення кожного елемента растра в просторі визначається номерами стовпця і рядка, у яких розміщений даний елемент. При растреризації картографічних зображень стовпці звичайно розміщуються в напрямку північ-південь, а рядки - захід-схід. Як початкова комірка (з координатами 0, 0 чи 1, 1) найчастіше використовується комірка,

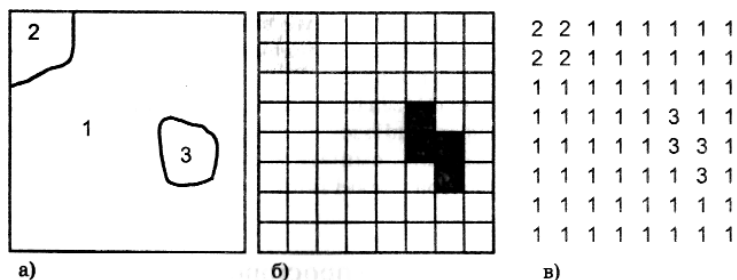


Рис. 1 Растрове подання просторової інформації: а) фрагмент землекористування (1 – рілля; 2 – природна степова рослинність; 3 – ліс); б) його растрове подання; в) відповідний масив цифрових даних

розміщена у верхньому (або нижньому) лівому куті растра²⁰.

Поєднання семантичної і позиційної інформації, що є основним позитивом растрових моделей просторових даних, у той самий час обумовлює один з їх істотних негативів - необхідність великої ємності пам'яті для збереження оцифрованих даних у

комп'ютері. Так, стандартний знімок зі штучного супутника Землі США серії Ландсат (Landsat), що охоплює близько 30 000 км² при номінальному розмірі піксела 30х30 м, складається з 35 млн пікселів, що еквівалентно приблизно 35 Мб при записі у форматі 1:1.

2. Географічні дані у ГІС. Як джерело просторових даних для ГІС зберігають свою актуальність географічні карти. Для просторового прив'язування і копіювання даних при побудові багатьох картографічних баз даних, включаючи тематичні карти і цифрові моделі рельєфу, використовуються топографічні карти - загальногеографічні карти універсального призначення, що докладно зображують місцевість.

Топографічні карти поділяють на великомасштабні (1:50000 і більше), середньомасштабні (1:100000 - 1:500000, рис. 5.1)) і дрібномасштабні, або оглядово-топографічні (дрібніше 1:500000). Великомасштабні топографічні карти (1:50000, 1:25000 і 1:10000) створюються за матеріалами польових топографічних зйомок, а всі інші - складаються камерально за більш великомасштабними картами²¹. Похибка при

¹⁹ Найчастіше використовуються комірки квадратної форми, хоча досить широко відомі комірки трикутної і шестикутної форм. Трикутна мозаїка більш гнучка, ніж чотирикутна, і, в принципі краще підходить для моделювання тривимірних поверхонь. Шестикутна ж мозаїка (з комірками, представленими рівними правильними шестикутниками) приваблива тим, що всі сусідні комірки є еквідистантними, тобто відстань між центрами всіх сусідніх комірок однакова, чого не можна сказати, наприклад, про квадратні і тим більше прямокутні комірки растра.

²⁰ Шари растрової інформації для бази даних ГІС, як відзначено вище, можуть бути підготовлені вручну - шляхом кодування інформації для кожної комірки растра і подальшого введення в комп'ютер за допомогою текстового редактора або електронних таблиць. Однак виконання такої роботи можна здійснити практично лише при розмірі растра в кілька десятків чи сотень елементів, що не є характерним для сучасних геоінформаційних систем. Досвід розв'язання завдань, пов'язаних з оцінкою динаміки речовинних потоків в агроландшафтних системах з використанням ГІС, показує, що в багатьох випадках розмір комірки растра не повинен перевищувати 20х20 м. Неважко підрахувати, що в цьому випадку для ділянки території 10х10 км растр буде мати розмір 500х500 і містити 250 000 комірок. Цифрова ж модель Землі ЕТОР05, створена Національним центром геофізичних даних США (ЕТОР05..., 1988), містить більш ніж 9 млн комірок поверхні розміром 5х5 хвилин за широтою і довготою. Зрозуміло, тут можливі тільки автоматичні способи підготовки растрових моделей просторових даних - за допомогою сканерів, а також комп'ютерної растреризації векторних зображень. Растрову структуру мають також дані дистанційного зондування зі штучних супутників Землі.

²¹ Одним із найважливіших елементів карт, що впливають на точність представлення об'єктів у просторі за координатами x , y , z , є координатна і висотна системи. Для топографічних карт, створюваних у системі картографічних установ колишнього СРСР, а згодом і України, використовується координатна система

відображенні будь-якого об'єкта на поліграфічному відбитку карти має не перевищувати 0,1 мм. Виходячи з цієї величини, можна визначити величину систематичної похибки і, відповідно, точність цифрової карти, побудованої на основі топокарти обраного масштабу. Для масштабу 1:200 000 закладена похибка становитиме близько 20 м, для 1:100 000 - 10 м, для 1:10 000 – 1 м. Таким чином, для одержання підсумкової точності цифрової карти 1 м і нижче необхідно використовувати топокарти масштабу 1:10 000 або матеріали спеціальної топографічної зйомки.

Для визначення висотних координатних систем використовуються референц-еліпсоїди - геометричні моделі усередненої поверхні земної кулі.

За топокартами можна визначити і безпосередньо цифрувати такі просторові об'єкти:

- систему координат (географічну чи топографічну);
- місце розташування і висоти пунктів опорної геодезичної мережі;
- оцінки висот рельєфу, контури і глибину ерозійних форм;
- місце розташування гідрографічних об'єктів, оцінки урізів води, глибин, ширини русла, швидкості і напрямку течії;
- назву населеного пункту, кількість будинків, тип і контури великих будівель, кар'єрів та ін.;
- тип покриття, ширину проїжджої частини й узбіччя для автодоріг, конструкцію, довжину і вантажопідйомність мостів, висоту (глибину) насипів і виїмок;
- контури лісових масивів або ділянок природної рослинності, тип деревних порід, висоту і густоту рослинності, ширину лісосмуг;
- місце розташування і тип елементів лінійної технічної інфраструктури (ЛЕП, трубопроводи).

Найбільш достовірним джерелом інформації про контури водних просторів, глибини і характер дна є навігаційні карти, що мають той самий масштабний ряд, що і топографічні.

Схеми внутрішньогосподарського землевпорядкування, що містять також інформацію про ґрунтовий покрив, звичайно виготовляються в масштабах 1:25 000 і 1:10 000. Для населених пунктів існують архітектурні плани різних масштабів (1:5000, 1:2000, 1:500), на які нанесені вулична мережа, контури будинків, межі ділянок землекористування, підземні і наземні інженерні комунікації. Однак ці матеріали виконані в умовній системі координат, і для їх використання разом з іншими джерелами необхідне виконання певних просторових перетворень.

Різні загальногеографічні і тематичні карти також можуть бути джерелом даних для ГІС²².

Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) також активно використовуються у ГІС. Вони базуються на реєстрації і подальшій інтерпретації відбитої сонячної радіації від поверхні ґрунту, рослинності, води та інших об'єктів. Винос пристроїв, що реєструють, у повітряний або навколоземний простір дозволяє одержати значно більш широке охоплення території порівняно з наземними методами досліджень. При дистанційному зондуванні значний вплив на якість і застосовність одержуваних даних чинять

Гаусса - Крюгера - система плоских прямокутних координат і рівнокутна картографічна проекція з тією самою назвою. У проекції Гаусса - Крюгера поверхня еліпсоїда на площині відображається по меридіанних зонах, ширина яких дорівнює 6" (для карт масштабів 1:500 000-1:10 000) і 3° (для карт масштабів 1:5 000-1:2 000). На аркушах топокарт відображається картографічна рамка як з географічними координатами (градуси/хвилини/секунди), так і топографічними координатами (метри відносно початку координат зони).

²² Більшість таких карт виконана в масштабі дрібніше 1:1000000 у різних картографічних проекціях і має значні лінійні або кутові перекручування. Цифрування таких матеріалів вимагає урахування параметрів картографічних проекцій, дані про які є в більшості картографічних редакторів. У процесі обробки таких карт можуть знадобитися процедури загальної або локальної трансформації зображень для прив'язування системи координат джерела даних під систему координат загальної бази даних ГІС-проекту.

спектральний діапазон зйомки, просторова точність, радіометрична точність, просторове охоплення, оперативність і повторюваність зйомки, вартість даних²³.

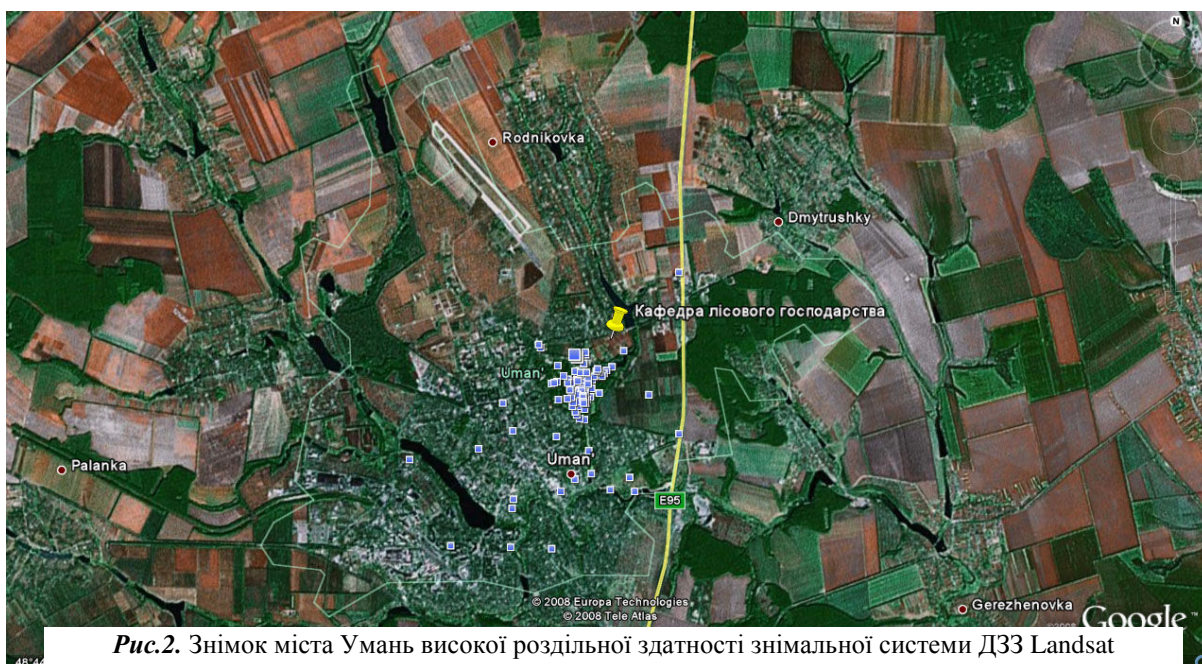


Рис.2. Знімок міста Умань високої роздільної здатності знімальної системи ДЗЗ Landsat

У наш час діють кілька комерційних систем дистанційного зондування, дані яких активно поширюються і на Україні. Досить поширені дані американської системи Landsat (рис.), французької SPOT, індійської Irs, російської «Ресурс». Дані високої просторової точності пропонуються знімальними системами Iconos і QuickBird (США).

Додаткова обробка й аналіз даних ДЗЗ (виділення і порівняння різних спектральних діапазонів, сполучення знімків з різним просторовим дозволом, класифікація і виділення зон з визначеними характеристиками) виконуються за допомогою спеціального програмного забезпечення. Найбільш відомими програмними пакетами обробки даних ДЗЗ є ERDAS IMAGINE (США) і ErMapper (Австралія).

Дані з електронних геодезичних приладів являють собою файл із координатами та ідентифікаторами точок зйомки. У таких файлах також може міститися інформація про проведені виміри - вертикальні і горизонтальні кути, відстані. Файли даних можуть створюватися в спеціальних фірмових форматах або в звичайному текстовому форматі ASCII. Спеціальні програмні пакети для обробки даних геодезичних вимірів або модулі координатної геометрії інструментальних пакетів ПС (пакет Інвент-Град (Україна);

²³ Фіксування випромінювання виконується як з використанням хімічних фотографічних методів, так і електронних фоточутливих елементів. У першому випадку зображення поверхні Землі фіксується на фотоплівці, що вимагає доставки її на поверхню Землі, проявлення і друку знімків. Для наступного сеансу зйомки необхідний запуск нового космічного апарата, тому в наш час ця технологія практично не використовується на автоматичних супутниках (в основному на населених орбітальних станціях і кораблях). Основний обсяг даних ДЗЗ виробляється за допомогою електронних приладів, що фотореєструють відбиту сонячну радіацію так званих приладів із зарядовим зв'язком -ПЗЗ. Ці прилади дозволяють реєструвати різні діапазони хвиль відбитої сонячної радіації як у видимій, так і в ультрафіолетовій та інфрачервоній спектральних зонах. На основі таких елементів створюються електронні скануючі пристрої, що можуть установлюватися на різних космічних апаратах, призначених для зйомки атмосфери, океану і поверхні суші. На наземних станціях виконується обробка інформації, що надходить: здійснюються геометрична корекція (усуваються кутові перекручування крайових зон, лінійні перекручування уздовж лінії зйомки і т.ін.); радіометрична корекція (усуваються перешкоди, що виникають при зйомці, передачі і прийомі даних, атмосферні перешкоди, вирівнюється освітленість); нарізка на ділянки визначеного розміру, прив'язування до системи координат і т.ін. Такі матеріали можуть передаватися замовнику протягом тижня після зйомки. Багато комерційних систем можуть проводити зйомку визначеної ділянки, для чого змінюється кут нахилу знімальної камери або орбіта супутника. У центрах обробки інформації накопичені великі архіви цифрових даних.

програмні пакети CREDO) компанії «Кредо Діалог» (Білорусь), розширення Survey Analyst, сімейства пакетів ArcGIS компанії ESRI (США) та ін.) зчитують такі дані за допомогою спеціальних конверторів.

Текстові дані перетворюються в координати точок прив'язування, для яких за обмірюваними кутами і відстанями визначаються місця розташування точок по контурах об'єктів (будинків, доріг та ін.). створюється графічний векторний файл. Якщо прилад підтримує введення ідентифікаторів і описів об'єктів під час зйомки, ці дані можуть автоматично вводитися в атрибутивну базу даних.

3. Атрибутивні дані у ГІС. До атрибутивної відносять ту інформацію, яка або не має просторового прив'язування, або характеризує просторові об'єкти без зазначення місця їх розміщення. Наприклад, порядкові номери просторових об'єктів, їхні власні імена, числові кількісні або якісні значення. Блок атрибутивної інформації, прив'язаної до будь-якого просторового об'єкта, може містити від одного до багатьох сотень окремих атрибутивних значень різного типу, що характеризують різні параметри цього об'єкта²⁴.

Одним із найбільш поширених атрибутів просторових об'єктів є їхні *власні назви* - назви населених пунктів, адміністративних одиниць, ділянок рельєфу, рік, водойм, природних урочищ, об'єктів господарювання та ін. Такий тип атрибута ідентифікує об'єкт, виокремлює його серед інших однотипних об'єктів, дозволяє звернутися саме до цього об'єкта. Такий спосіб опису атрибута об'єкта називається *номінальним* - об'єкт просто одержує своє окреме ім'я, він рівнозначний у списку таких самих об'єктів.

Атрибути, що показують місце розміщення об'єкта серед інших аналогічних об'єктів, їхню взаємну ієрархію, пріоритет, називаються *порядковими* атрибутами. Таким способом описується ієрархія: ділянок дорожньої мережі (автостради, шосе, дороги з удосконаленим покриттям, ґрунтові дороги); елементів річкової мережі (притоки I, II чи III порядку); ієрархічні рівні ландшафтних одиниць, ранги населених пунктів та ін. У більшості випадків такі атрибути описуються порядковим номером деякої рангової шкали.

Для кількісних даних (температура, тиск, зміст забруднювачів у повітрі, воді чи ґрунті, висота над рівнем моря, кількість рослин на квадратний метр, вміст гумусу та ін.) використовуються *розімкнені або замкнені числові шкали*²⁵. Різні системи класифікації і кодування дозволяють скоротити описи різноманітних просторових об'єктів до одного або кількох десятків символів. У наш час розроблені системи буквено-цифрових кодувань для геологічних, ґрунтових, ландшафтних, геоботанічних карт. Для цифрових топографічних карт і архітектурно-містобудівних планів розроблені відомчі позиційні коди — *класифікатори*²⁶. Після певної обробки атрибутивна інформація може бути організована у вигляді бази даних певного формату.

²⁴ Атрибутивні дані в ГІС можуть мати різні способи і технології формалізації, обробки і подання. Для обробки текстових даних розробляються методи їх групування, формалізації, переведення в табличну форму. При обробці паперових джерел можуть використовуватися методи автоматизованого розпізнавання тексту. Для використання в середовищі ПС атрибутивна інформація підлягає систематизації, структуризації і формалізації, що дозволяє використовувати для подальшого її введення й обробки різні засоби автоматизованого пошуку, обчислень і візуалізації. Для кожного типу просторових об'єктів вибирається набір атрибутів, що дозволяють ідентифікувати конкретний тип об'єкта серед інших і з максимальною повнотою описати його властивості. Після визначення списку атрибутів вибираються методи їхньої формалізації.

²⁵ Ці величини можна порівнювати одну з одною, над ними можна робити різні математичні операції. При використанні універсальної розімкненої шкали числа можуть набувати значень від «мінус нескінченності» до «плюс нескінченності», замкнена числова шкала обмежена двома крайніми величинами, що характеризують набір припустимих значень для якоїсь предметної області (наприклад, 0-100%; 0-1 безрозмірних одиниць; 0-360 компасних градусів; 0-90 градусів нахилу та ін.).

²⁶ Весь перелік об'єктів, що картографуються, поділяється на окремі тематичні групи, розділи яких перебувають в ієрархічному підпорядкуванні. Наприклад, «Класифікатор інформації, яка відображується на топографічних картах масштабів 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000, 1:500000, 1:1000000»

Джерелом атрибутивних даних для ГІС можуть бути стандартні звітні форми різних державних, комерційних і громадських організацій, наукові звіти і публікації, дані спостережень на гідрометеорологічних станціях та ін. Велика частина таких документів створюється і подається в цифрованому вигляді у форматах програмних пакетів обробки документів Word, Excel, Access. До складу більшості пакетів ГІС, що працюють з реляційними таблицями для збереження атрибутивних даних, входять спеціальні модулі імпорту й експорту даних у формати Excel і Access.

4. Моделі і бази даних у ГІС. База даних є інформаційною моделлю реального світу і являє собою сукупність даних, організованих за певними правилами, що встановлюють загальні принципи опису, збереження і маніпулювання даними²⁷.

Об'єкти бази даних можуть бути описані різними способами: у вигляді текстових описів, цифрових кодів, комбінованих цифро-буквених класифікаторів, числових значень різного типу, календарних дат та ін. Кожен однотипний об'єкт бази даних описується однаковим набором атрибутів, таким чином, база даних складається з окремих *записів*, що характеризують кожний об'єкт і покажчики зв'язків між ними.

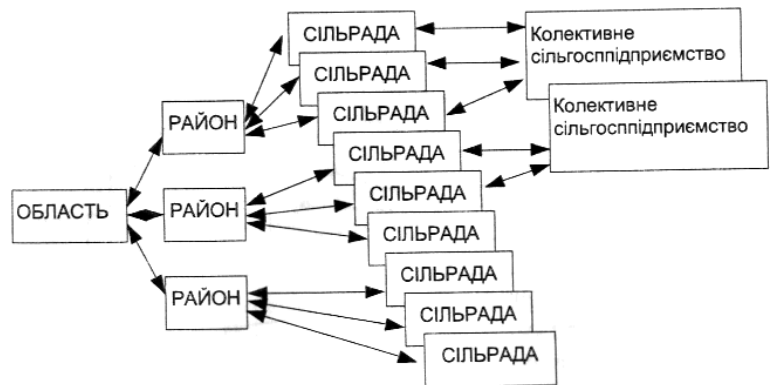


Рис. 4. Схема відношень між об'єктами в мережній базі даних

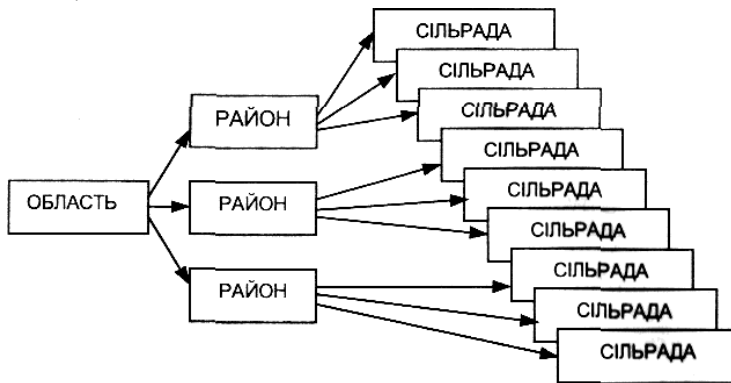


Рис. 3. Схема відношень між об'єктами в ієрархічній базі даних

У більшості випадків бази даних проектується таким чином, щоб один або кілька атрибутів однозначно ідентифікували запис. Сукупність значень цих атрибутів називається *ключем запису*, а самі атрибути - *ключовими атрибутами*. Ключ запису можна розглядати як унікальне ім'я запису, за яким користувач завжди може знайти цей запис.

У концептуальній схемі вся безліч однотипних записів подається одним абстрактним записом, що називають *типом запису*. Кожному типу записів відповідають ім'я і список атрибутів. Аналогічно безлічі наявних у базі даних однотипних зв'язків у концептуальній схемі відповідає один тип зв'язку.²⁸ Створення бази даних і звернення до неї здійснюються за допомогою *системи*

передбачає виділення дев'яти основних класифікаційних груп, кожна з яких розбита на стандартні підрозділи.

²⁷ У базах даних залежно від призначення (база даних підприємства, муніципальна база даних, база даних адміністративного району чи області) може зберігатися й оброблятися різна інформація: списки співробітників підприємств з їх обліковими даними, списки будинків і їх технічні характеристики, юридичні або статистичні описи земельних ділянок, об'єктів адміністративного керування та ін. Так само залежно від призначення бази даних може змінюватися перелік об'єктів, описуваних у базі даних; склад атрибутів, що описують ці об'єкти; спосіб і ступінь формалізації атрибутів; організація зв'язку між різними об'єктами бази даних та ін.

²⁸ Більш детально концепцію баз даних можна показати на прикладі *муніципальної бази даних*. Звичайним набором муніципальної бази даних є вулиці, будинки і споруди, інженерні комунікації, міські технічні служби, суб'єкти адміністративного розподілу (міські райони) та ін. Як *об'єкт* може використовуватися

керування базами даних (СКБД). Виділяються персональні бази даних для роботи з даними, пов'язаними з посадовими обов'язками окремого посадовця; бази даних підрозділу, підприємства, що обслуговують кілька різних фахівців у складі локальної обчислювальної мережі; корпоративні (наприклад, муніципальні) бази даних, що обслуговують кілька тисяч фахівців і сотні тисяч зовнішніх користувачів у режимі розділеного доступу, з використанням різноманітного програмного забезпечення, апаратних засобів, різних мережних протоколів і форм представлення даних.

Основою бази даних є модель даних - фіксована система понять і правил для представлення даних структури, стану і динаміки проблемної області в базі даних. У різний час послідовне застосування одержували ієрархічна, мережна і реляційна моделі даних. У наш час усе більшого поширення набуває об'єктно-орієнтований підхід до організації баз даних ГІС.

Ієрархічна модель даних. Часто об'єкти перебувають у відношеннях, що називають ієрархічними: відношення «частина - ціле»²⁹. Об'єкти, що перебувають в ієрархічних відношеннях, утворюють дерево «орієнтований граф», у якого є тільки одна вершина, не підлегла жодній іншій вершині (цю вершину називають коренем дерева); будь-яка інша вершина графа підлегла лише одній іншій вершині (рис.3)³⁰. Ієрархічні бази даних є навігаційними, тобто доступ можливий тільки за допомогою заздалегідь визначених зв'язків. При моделюванні подій, як правило, необхідні зв'язки типу «багато до декількох». Як одне з можливих рішень зняття цього обмеження можна запропонувати дублювання об'єктів. Однак дублювання об'єктів створює можливості неузгодженості дії них. Достойнство ієрархічної бази даних полягає в тому, що її навігаційна природа забезпечує швидкий доступ при проходженні вздовж заздалегідь визначених зв'язків. Однак негнучкість моделі даних і, зокрема відсутність прямого доступу до даних роблять її непридатною в умовах частого виконання запитів, не запланованих заздалегідь. Ще одним недоліком ієрархічної моделі даних є те, що інформаційний пошук з нижніх рівнів ієрархії не можна спрямувати по вище розміщених вузлах.

Мережна модель. У мережній моделі даних поняття головних і підлеглих об'єктів дещо розширені. Будь який об'єкт може бути і головним, і підлеглим (у мережній моделі головний об'єкт позначається терміном «власник набору», а підлеглий - терміном «член набору»). Той самий об'єкт може одночасно виконувати і роль власника, і роль члена набору. Це означає, що кожний об'єкт може брати участь у будь-якій кількості взаємозв'язків. Подібно до ієрархічної, мережну модель також можна подати у вигляді орієнтованого графа. Але в цьому випадку граф може містити цикли, тобто вершина може мати кілька батьківських вершин. Така структура набагато гнучкіша і виразніша від

сукупність усіх будинків і споруд на території міста; цей об'єкт описується набором параметрів, що містять: адресні дані; належність якійсь організації; реквізити організацій-власників; технічні характеристики будинків (поверховість, площа, конструкційні матеріали); експлуатаційні характеристики (поточний стан, дати ремонту). Таким чином, будь-який тип об'єктів бази даних може мати зв'язок з одним або декількома типами об'єктів. Такі зв'язки називаються *відношеннями*. Відношення між об'єктами можуть бути різних типів: один до одного, один до декількох, односторонні і двосторонні. Як приклади завдань, які можна розв'язати за допомогою такої бази даних, можна навести такі: - задано обліковий номер спорудження, необхідно знайти вуличну адресу, і навпаки; - задано адресу спорудження, знайти його власника; - задано власника (землекористувача), знайти всі належні йому спорудження; - знайти всі спорудження, термін останнього ремонту яких перевищує 20 років.

²⁹ наприклад, адміністративна область складається з районів, сільських і міських рад, населених пунктів та ін.); видове відношення (наприклад, будинки бувають житлові, виробничі та ін.); відношення підпорядкованості (наприклад, губернатор - мер міста).

³⁰ Концептуальна схема ієрархічної моделі являє собою сукупність типів записів, пов'язаних типами зв'язків в одне чи кілька дерев. Усі типи зв'язків цієї моделі належать до виду «один до декількох» і зображуються у вигляді стрілок. Таким чином, взаємозв'язки між об'єктами нагадують взаємозв'язки в генеалогічному дереві, за єдиним винятком: для кожного породженого (підлеглого) типу об'єкта може бути тільки один вхідний (головний) тип об'єкта. Тобто ієрархічна модель даних допускає тільки два типи зв'язків між об'єктами: «один до одного» і «один до декількох».

попередньої і придатна для моделювання більш ширшого класу завдань. У цій моделі вершини є сутностними, а ребра, що їх з'єднують, - відношеннями між ними (рис. 4). Наскільки складними є схеми представлення ієрархічних і мережних баз даних, настільки і трудомістким є проектування конкретних прикладних систем на їхній основі. Як показує досвід, тривалі терміни розроблення прикладних систем нерідко призводять до того, що вони постійно перебувають на стадії розроблення і доопрацювання. Складність практичної реалізації баз даних на основі ієрархічної і мережної моделей визначила створення *реляційної моделі даних*. У *реляційній моделі даних* об'єкти і взаємозв'язки між ними представляються за допомогою таблиць. Взаємозв'язки також подаються як об'єкти. Кожна таблиця представляє один об'єкт і складається з рядків і стовпців. Таблиця повинна мати первинний ключ (ключовий елемент) - поле чи комбінацію полів, що єдиним способом ідентифікують кожний рядок у таблиці (рис.5).

Назва «реляційна» (relational) пов'язана з тим, що кожен запис у таблиці даних містить інформацію, яка стосується (related) якогось конкретного об'єкта. Крім того, зв'язані між собою (тобто такі, що знаходяться в певних відношеннях - relations) дані навіть різних типів в моделі можуть розглядатися як одне ціле³¹.

Порядок розміщення рядків і стовпців у таблиці довільний; таблиця такого типу називається *відношенням*. У сучасній практиці для рядка використовується термін «запис», а для стовпця термін «поле»³². Недоліком реляційної моделі даних є надмірність по полях (для створення зв'язків між різними об'єктами бази даних). Практично всі існуючі на сьогоднішній день комерційні бази даних і програмні продукти для їх створення використовують реляційну модель даних.

Об'єктно-орієнтована модель є подальшим розвитком технології баз даних ГІС. У цьому випадку вся сукупність даних, що буде зберігатися й оброблятися в базі даних, подана не у вигляді набору окремих картографічних шарів і таблиць, а у вигляді об'єктів певного класу. Об'єктно-орієнтована модель поряд з геометричною й атрибутивною інформацією зберігає програмний код, що визначає поведінку об'єктів того чи іншого класу при введенні і редагуванні, аналізі або поданні даних³³.

³¹ Таблиця має такі властивості: - кожний елемент таблиці являє собою один елемент даних; - повторювані групи відсутні; - усі стовпці в таблиці однорідні; це означає, що елементи стовпця мають однакову природу; - стовпцям присвоєні унікальні імена; - у таблиці немає двох однакових рядків.

³² Основною відмінністю пошуку даних в ієрархічних, мережних і реляційних базах даних є те, що ієрархічні і мережні моделі даних здійснюють зв'язок і пошук між різними об'єктами за структурою, а реляційні - за значенням ключових атрибутів (наприклад, можна знайти всі записи, значення яких у полі «номер будинку» дорівнює 3, але не можна знайти 3-й рядок). Оскільки реляційна структура концептуально проста, вона дозволяє реалізовувати невеликі і прості (і тому легкі для створення) бази даних, навіть персональні, сама можливість реалізації яких ніколи навіть і не розглядалася в системах з ієрархічною чи мережною моделлю.

³³ Класи об'єктів являють собою ієрархічну структуру — під ними розуміють загальний батьківський клас (наприклад, робочий простір), на підставі властивостей якого визначаються й описуються похідні класи (векторні, растрові, TIN-просторові дані). У свою чергу, на базі похідних класів другого рівня описуються класи третього, четвертого та інших нижче розміщених рівнів (наприклад, лінії, точки і полігони векторного подання просторових даних). Похідні об'єкти успадковують усі властивості батьківського об'єкта, у програмний код додаються тільки деякі специфічні функції. Об'єкти можуть бути як стандартними для середовища якогось програмного ГІС-пакета (визначені правила обробки даних конкретними програмними модулями і функціями). Властивості і правила поведінки об'єкта можуть бути визначені також користувачем. При використанні стандартних класів об'єктів користувач одержує заздалегідь визначену структуру даних: ідентифікатори, типи і розміри полів табличної бази даних, набір методів обробки.

Об'єкт бази даних являє собою цілісну сутність, наприклад, ріка, озеро, будинок, установа. Крім знака на карті і запису в табличній базі даних, об'єкт має визначену поведінку. Спеціальний інтерфейс буде контролювати весь процес роботи з об'єктом визначеного класу: перевіряти правильність цифрування об'єкта (наприклад, не дозволить використовувати лінію для цифрування контуру будинку); перевіряти правильність заповнення табличної бази даних (типи і формат даних, заповнення обов'язкових полів); перевіряти топологію різних картографічних шарів (наприклад, заборона на взаємоперетинання певних типів об'єктів); перевіряти взаємоположення об'єктів на одному картографічному шарі (наприклад, місця стикування труб різного діаметра (необхідний перехідник), з'єднання доріг різного класу (необхідний обладнаний з'їзд та ін). Об'єкти мають визначений інтелект при організації запитів, аналізі, представленні даних, що значною мірою дозволяє автоматизувати обробку даних, створювати різні сценарії обробки даних, у яких більшість конфліктних ситуацій буде відслідковуватися і виправлятися без участі оператора.

Керування даними в ГІС. СКБД, призначені для створення і підтримки баз даних ГІС, надають користувачу широкий набір функцій, властивих звичайним, «непросторовим» СКБД, а також низку спеціальних «просторових» функцій. Це - функції створення структури нових баз даних у режимі «конструктора», зміна структури існуючих табличних баз даних, додавання і видалення полів і записів, використання формул для заповнення і зміни значень полів, зв'язування двох і більше таблиць для подання даних. До деяких спеціальних функцій відносять функції побудови просторових об'єктів за значеннями координат з таблиць, визначення координат об'єктів, довжин, периметрів і площ об'єктів із записом отриманих значень у відповідне поле.

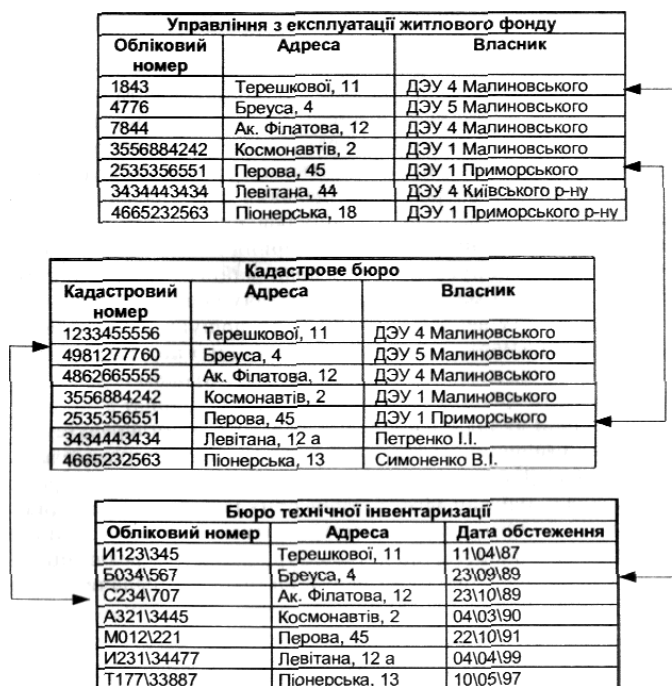


Рис. 5. Схема відношень між об'єктами в реляційній базі даних

ЗАНЯТТЯ №5

ТЕМА: ВВЕДЕННЯ ТА ПОДАННЯ ІНФОРМАЦІЇ У ГІС (МОДУЛЬ 2. ОСОБЛИВОСТІ КОРИСТУВАННЯ СУЧАСНИМИ ГІС)

План заняття

1. Автоматизоване введення даних.
2. Векторизування.
3. Геокодування.
4. Ручне введення даних. Апаратне та екранне дигітизування.
5. Контроль якості створення цифрових карт.
6. Подання інформації в ГІС.

1. Автоматизоване введення даних або **сканування** в наш час є одним з основних видів перетворення зображень з паперових (плівкових та ін.) типів носіїв у різні формати електронних зображень. Сам термін «сканування» означає, що площа вихідного

зображення проглядається послідовно по смугах, кожна смуга, у свою чергу, поділяється на окремі елементи³⁴. Якість сканування визначається точністю місцеположення елементів сканера, що зчитують (різниця між положенням пікселя на вихідному документі й в електронному файлі, що може бути розрахована за допомогою спеціального програмного забезпечення), і якістю передачі кольору (у більшості випадків визначається користувачем на око).

Процес сканування карт, як правило, здійснюється із середовища якогось графічного редактора, (MapEdit, Easy Trace, Descartes) і дозволяє робити два основних типи перетворень: змінювати кількість пікселів у зображенні, змінювати місце розташування групи пікселів усередині площини зображення (геометрична корекція); змінювати колірний режим або колірні характеристики всього зображення чи групи обраних пікселів (яскрава і колірна корекція).

Перекіс зображення є однією з найбільш поширених помилок, що виникають у процесі сканування. Навіть незначні відхилення на частки градуса від базової лінії при великих розмірах карт призводять до лінійних перекручувань у кілька міліметрів. Це особливо помітно на стиках окремих фрагментів при зшиванні великих аркушів. За наявності ліній координатної сітки або маркерів перекіс може бути усунутий за допомогою функцій «Поворот зображення на довільну величину». Кут повороту визначається шляхом надання базових ліній (північ-південь, лінія рамки тощо), відносно яких розраховується виправлення. У разі потреби може здійснюватися поворот усього поля зображення на 90° за чи проти годинникової стрілки або розворот зображення на 180°. У багатьох випадках доводиться створювати необхідне зображення з окремих фрагментів. Таке зшивання може здійснюватися як у вигляді злиття окремих файлів, так і складанням «мозаїк» з окремих файлів³⁵.

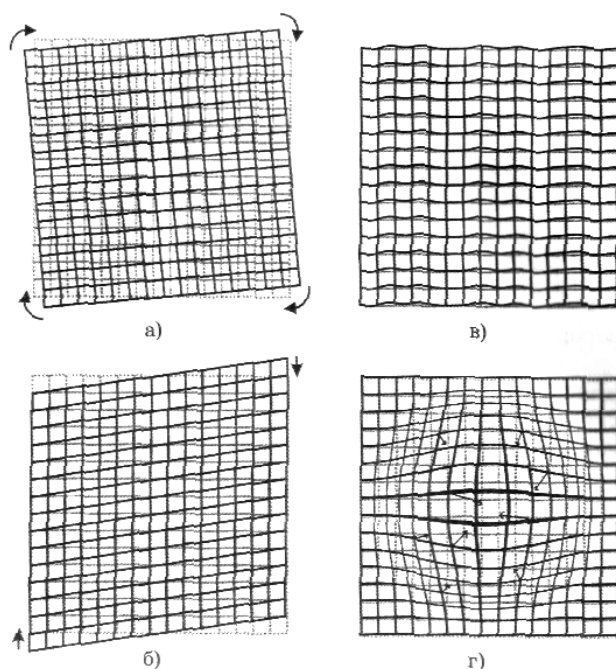


Рис. 1. Геометричні трансформації растрових зображень: а) афінні перетворення кутових перекручувань; б) афінні перетворення перекосів; в) поліноміальні перетворення перекручувань сканування; г) поліноміальні перетворення перекручувань при прогинанні аркуша

³⁵ Зшивання двох фрагментів (один із яких є базовим) здійснюється різними методами, що використовують зазначення декількох загальних точок у площині зображення, у зв'язку з чим фрагменти, що зшиваються, повинні значною мірою перекривати один одного. Може бути зазначено дві, три і більше спільних точок; при зв'язуванні фрагментів здійснюються кутові повороти, лінійні або площинні трансформації зображень.

Афінне перетворення може виправити зрушення, поворот і розтягання окремо по осі X і Y. Усі перетворення лінійні для всього растра, тобто рівнобіжні лінії залишаються рівнобіжними (рис.1 а, б). Для запуску перетворення досить трьох точок, що не лежать на одній прямій. Поліноміальне

елемента зображення реєструється них і яскравих характеристик (елемент очних настроювань сканера пікселу форматах, після чого інформація про ічний файл. Матеріал, що сканується, іати складок, розривів. Дуже зношені нт можуть бути нанесені маркери на іч-південь (верх-низ). Підготовлений ролики, закріплюється на барабані). і деталей вихідного зображення. Для (іноді для систем автоматизованого

перетворення виправляє більш складні, у тому числі і нелінійні перекручування. Якщо афінні перетворення допомагають позбутися неправильного положення аркуша на площині, то квадратичні допомагають виправити прогинання аркуша, перекручування сканування та ін. (рис.1 в, г). Для запуску перетворення необхідно кілька точок, і розташовуватися вони повинні максимально хаотично. Якщо, наприклад, якісь чотири точки будуть утворювати прямокутник, рівнобіжний осям координат, то перетворення працюватиме некоректно.

Скановане зображення (наприклад, карти) з точністю 800 400 dpi утворить графічний файл розміром до 50-100 Мб. Загальний розмір сканованих даних для великого міста чи району може складати десятки і сотні гігабайт. Апаратні комплекси, що використовуються для сканування і підготовки вихідних картографічних даних, повинні мати значні обсяги оперативної і магнітної пам'яті, графічні прискорювачі, системи створення резервних копій даних на оптичні носії. Для зменшення розмірів файлів при їхньому збереженні і пересиланні використовуються різні технології стиснення графічної інформації, наприклад, для збереження і швидкого розпакування великих масивів стиснутих графічних даних використовується формат MrSiD.

2. Векторизування. Скановані растрові картографічні матеріали використовуються для створення векторних цифрових карт. При гарній якості вихідних карт (гарне розрізнення ліній і контурів, відсутність фону і забруднень, чітка передача кольору) можуть використовуватися системи розпізнавання графічних образів і автоматичного промальовування їхніх контурів. Процедури розпізнавання растра і промальовування

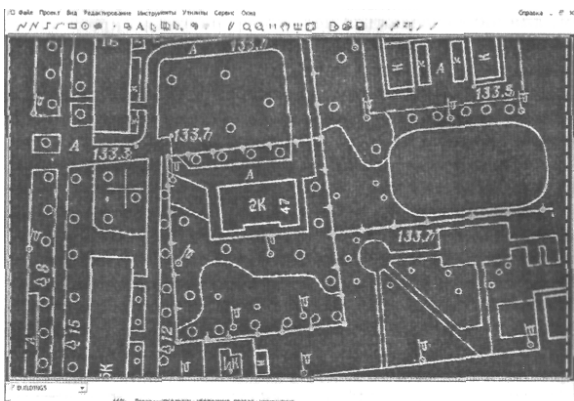


Рис. 5.5. Робочий екран векторизатора Easy Trace з ділянкою міського плану

векторних графічних примітивів позначаються терміном *векторизування*. Векторизування може бути ручним і напіваавтоматичним. Напіваавтоматичне векторизування в основному застосовується для лінійних даних, точкові об'єкти вводяться в ручному режимі, полігональні об'єкти також замикаються в ручному режимі.

Процес напіваавтоматичного або ручного простежування лінії за її зображенням на растрі називається *трасуванням*³⁶. Процес векторизування керується набором параметрів трасування, які можна поєднувати в стратегії

трасування. Для автоматизованого векторизування необхідне використання попередньо підготовлених растрових матеріалів (рис.2). Рекомендується використовувати матеріали із заздалегідь розділеними тематичними шарами, тобто на карті, що векторизується, повинні бути елементи одного типу - горизонталі рельєфу, річкова мережа, дороги, контури будинків та ін. Для підвищення яскравості і контрастності растрової карти

³⁶ У різних програмних пакетах для векторизування різні інструменти трасування, заздалегідь прив'язані на визначені комбінації растрових елементів. Звичайно це основний трасувальник, призначений для простежування суцільних і пунктирних ліній, а також трасувальник ортогональних (що вигинаються тільки під прямим кутом), ламаних, точкових ліній, замкнених прямокутних контурів, інструмент оконтурювання заштрихованих ділянок і інструмент оконтурювання залитих плям. Для початку трасування суцільної або пунктирної лінії в автоматичному режимі зазначається початкова точка на «правильній» ділянці, де для автоматичного трасувальника не передбачається ускладнень. Для початку трасування пунктирної або точкової лінії потрібно послідовно вказати дві сусідні точки, таким чином задається зразковий крок і напрямок. Додаткові операції трасування ліній передбачають: максимальну відстань розриву між фрагментами лінії, максимальний кут повороту лінії і максимальну відстань пошуку початку іншої лінії під кутом від напрямку попередньої лінії, максимальну і мінімальну товщину лінії, що трасується, відстань між опорними точками вздовж лінії та ін. У разі затримки оператор у будь-який момент може взяти керування процесом векторизування на себе.

використовується процедура інвертування кольору, за якої білий колір стає чорним, і навпаки.(рис.) кольору. У процесі створення векторних об'єктів здійснюється присвоєння ідентифікаторів (номерів трубопроводів, будинків, назв вулиць, висот горизонталей рельєфу тощо). Одним із режимів автоматичної ідентифікації є присвоєння значень висот лініям горизонталей рельєфу, глибин та інших ізоліній з рівним кроком зміни значень³⁷.

3. Геокодування - метод і процес позиціонування просторових об'єктів відносно деякої координатної системи і їхніх атрибутів. Для геокодування необхідні табличний набір координатних даних — широта і довгота, координати X і Y , вулична адреса, файл просторової бази даних, у координатах якої буде здійснюватися пошук місця розташування точки, а також установлення в ці координати точкового об'єкта з заданими атрибутами.

У наш час у різних ГІС-пакетах реалізовані функції адресного прив'язування даних з використанням файлів спеціального формату, у яких формалізована інформація з вуличних мереж (StreetMap, рис.3,4)³⁸.



³⁷ Для автоматичної ідентифікації група близько розташованих ліній перекреслюється перпендикулярним відрізком, для якого задаються початкове значення і крок зміни значень. Аналізують послідовність перетинання ліній і виконують присвоєння значень у порядку проходження ліній. Відомим в Україні вектори затором є пакет Digital державного науково-виробничого підприємства «Геосистема» (м. Вінниця).

³⁸ Вулична мережа міста розбивається на окремі квартальні відрізки, для кожного відрізка в базі даних описані назва вулиці, номер будинку початкової точки відрізка з правого боку, номер будинку останньої точки відрізка з правого боку, номер будинку початкової точки з лівого боку і номер будинку кінцевої точки з лівого боку вулиці. Правий і лівий бік визначаються напрямком цифрування відрізка вулиці. При геокодуванні адреси будинку, описаної назвою вулиці і номером будинку, знаходиться відрізок з необхідною назвою та інтервалом номерів будинків, далі на відповідній стороні (парні / непарні номери) знаходиться приблизне місце розташування будинку за різницею між номерами будинків на початку і кінці ділянки. Розміри будинків і можливі пропуски між ними в даному методі не враховуються. Методами геокодування можна досить швидко створювати картографічні бази даних для інформації, що має текстове координатне прив'язування. Крім вуличних адресних координат, існують шаблони для створення об'єктів (точкових або площинних) за назвами міст і адміністративних одиниць, за кодами поштових округів та ін. (рис. 5.7). Необхідно контролювати ідентичність адресних координат у геокодованій базі і базі координатного прив'язування - географічні і топографічні координати повинні бути в одному числовому форматі з базовою системою координат; назви вулиць в обох наборах даних не повинні мати різночитань, скорочень; буквені ідентифікатори будинків (наприклад, корпус За) повинні зберігатися в окремому полі та ін.

4. Ручне введення даних. Апаратне та екранне дигітизування. Ручне дигітизування (дигіталізація, цифрування) на сьогодні є найбільш поширеним способом введення просторових даних у бази даних ГІС. Сам процес ручного дигітизування являє собою розпізнавання користувачем об'єкта на карті-джерелі і створення векторного елементарного графічного об'єкта шляхом обведення меж цього об'єкта. Карта-джерело може використовуватися як у вигляді паперового оригіналу, що закріплюється на дигітайзері, так і у вигляді її сканованої копії, яка виводиться на екран дисплея в спеціальному картографічному редакторі. У першому випадку виконується *апаратне дигітизування*, у другому - цифрування з використанням стандартного пристрою введення «миша» (*екранне дигітизування*).

При *апаратному дигітизуванні* з використанням спеціального пристрою - дигітайзера - застосовуються оригінальні паперові або пластикові картографічні матеріали високої якості. До складу багатьох програмних ГІС-пакетів входять спеціальні модулі для настроювання і керування роботою різних моделей дигітайзерів³⁹. При натисканні кнопки зчитування координати точки записуються у відповідний активний файл бази даних; відповідні атрибутивні дані вводяться клавіатурним способом. Точність і швидкість введення даних залежать від кваліфікації оператора.

Останніми роками через велику залежність від малодоступних паперових оригіналів карт, наявність перекручувань і ушкоджень паперових карт, складність редагування цифрових карт, а також високу вартість самих пристроїв, технології апаратних дигітайзерів поступово були витіснені технологіями екранного дигітизування.

При *екранному дигітизуванні* вхідний попередньо сканований і просторово прив'язаний картографічний матеріал знаходиться на задньому плані екрана. На нього накладаються один чи кілька похідних шарів, у межах яких, візуально порівнюючи з контурами оригінальних об'єктів на шарі-підкладці, виконують обведення об'єктів-копій.

Таким чином, перед початком роботи на екран має бути виведена сканована карта-підкладка і, як мінімум, один із раніше створених на базі цієї підкладки шарів. Для введення, видалення або зміни якихось просторових об'єктів необхідно, щоб робочий шар був редагованим⁴⁰.

³⁹ Аркуш карти, що цифрується, закріплюється на поверхні планшета дигітайзера за допомогою притискних планок або прозорого листа пластику. На початку роботи виконується процедура визначення координат - на карті вказуються чотири і більше контрольних точок, клавіатурним способом вводяться їхні координати, визначається похибка визначення системи координат. Можуть також зазначатися крайні кутові координати області дигітизування для зменшення обсягу просторових розрахунків. Також у межах робочої області дигітайзера можуть бути виділені області для операцій, наприклад, накладних інструментальних панелей. Для полегшення роботи оператора для деяких ГІС-пакетів розроблені спеціальні накладні меню інструментів для введення і редагування просторових об'єктів. При переміщенні курсора дигітайзера в область меню пристрій автоматично переключається на вибір відповідного інструмента. Аркуш із таким меню укладається на поверхню дигітайзера. Оператор за допомогою курсора дигітайзера здійснює обведення контурів просторових об'єктів, вручну або в напівавтоматичному режимі зчитуючи координати опорних точок.

⁴⁰ Для цифрування різних типів просторових об'єктів існують спеціально розроблені «інструменти». Залежно від типу інструментальної ПС і моделі просторових даних (топологічна, нетопологічна, CAD) набір таких інструментів і організація інтерфейсу користувача для роботи з ним можуть істотно відрізнятись. Звичайно інструментарій для цифрування і редагування векторних даних зібраний у спеціальному меню інструментального ГІС-пакета і дубльований на піктографічних меню. Залежно від конкретного пакета набір таких інструментів може мати різну комплектацію і позначатися різними термінами і піктограмами. Для будь-якого активного об'єкта або групи об'єктів доступні операції копіювання в буфер обміну і вставка з буфера обміну в інше місце цього ж картографічного шару чи в інший шар. Об'єкт може бути переміщений в інше місце робочої області шляхом перетаскування курсором «миша». Можуть бути змінені розміри і пропорції активного об'єкта, виконане його дзеркальне перетворення по вертикалі, горизонталі або діагоналі, поворот об'єкта на заданий кут чи довільну величину. Одночасно з закінченням введення графічного об'єкта створюється новий запис у зв'язаній базі даних. Описова інформація може заноситися в базу даних як безпосередньо в момент введення просторового об'єкта, так і в будь-який інший час вручну з клавіатури, копіюватися з інших джерел, обчислюватися різними аналітичними процедурами та ін.

5. Контроль якості створення цифрових карт. Залежно від сфери використання цифрових карт до них висуваються різні вимоги. У наш час можна виділити дві основні сфери використання цифрових карт:

- 1) як основи для створення різних паперових карт або картографічних ілюстрацій;
- 2) як основи для просторових вимірів, розрахунків, аналізу.

У першому випадку просторова точність визначається точністю поліграфічного відбитка створюваної карти і залежить від методу друку, системи умовних знаків, відображуваного масштабу та ін⁴¹.

У тому випадку, коли цифрова карта є основою для розрахунків відстаней, площ і обсягів у кадастрових, будівельних або навігаційних ГІС, просторові похибки можуть спричинити значні перекручування підсумкових просторових розрахунків, що, у свою чергу, призводить до похибок розрахунку вартості земельних ділянок, вартості будівництва, оподатковування та ін. У таких додатках просторова точність визначається точністю використовуваних приладових вимірів (до 0,1 мм на місцевості).

Систематичні похибки при створенні цифрової картографічної продукції виникають унаслідок різних об'єктивних і суб'єктивних причин (відсутність необхідного обладнання, невідповідність технічних характеристик обладнання необхідної точності, відсутність чи слабка формалізація класифікаторів об'єктів, що цифруються, помилки введення через неопрацьовані інструкції з введення різних ситуацій, низька кваліфікація операторів, відсутність контролю).

У наш час башто цифрових карт, особливо в неспеціалізованих установах і організаціях, виконується в ручному режимі, тому суб'єктивний фактор, тобто кваліфікація оператора і контролера, є основним стримуючим фактором для збільшення кількості якісної цифрової продукції. Для підготовки кваліфікованого оператора для екранного або апаратного дигітизування необхідно кілька років практичної роботи за наявності відповідної геодезичної, картографічної або географічної освіти. Унаслідок цього все більш істотним фактором картографічного виробництва стає зростання вартості кваліфікованої праці фахівців. Тому основною лінією зростання продуктивності цифрового картографування є подальший розвиток автоматизованих методів введення: підвищення якості розпізнавання картографічних образів сканованих карт і даних дистанційного зондування Землі.

6. Подання інформації в ГІС. Подання інформації в зрозумілій і зручній для користувача формі є однією з основних функцій будь-якої системи обробки даних. Оскільки ГІС орієнтовані переважно на обробку просторово-розподілених даних, вони подають оброблену інформацію у вигляді різних карт, картодіаграм, тривимірних і анімізованих зображень. На екран дисплея можна вивести кілька вікон з різними тематичними картами для їхнього спільного візуального аналізу; електронні карти легко масштабуються з можливістю автоматизованої генералізації; спеціальні засоби редагування дозволяють швидко змінювати підписи, умовні позначення і загальне компонування картографічного зображення. За наявності картографічної бази даних користувач одержує можливість робити швидкі інтерактивні запити про властивості того чи іншого об'єкта курсором миші, складати запити з використанням математичних і логічних функцій, робити вибірки, будувати тематичні карти й картодіаграми. Користувач може ставити перед інформаційною системою запити типу: «Які населені пункти з якою загальною чисельністю населення знаходяться на відстані 100 км від АЕС», «Які сади і

⁴¹ При створенні цього типу карт можна обмежитися візуальною подібністю картографічних об'єктів, просторова похибка допускається від 0,1-0,2 мм у видимому масштабі карти. При створенні картосхем величина просторової похибки може не вважатися визначальним фактором якості, іноді в просторову основу свідомо вносяться перекручування для кращого відображення якісних, ілюстративних характеристик відображуваного явища або об'єктів.

виноградники знаходяться в межах двох годин їзди від міста» - і одержувати відповіді в картографічній і табличній формі.

Унаслідок легкості побудови та аналізу карт за наявності готових картографічних баз даних картографічний аналіз і подання даних досить поширені в таких сферах діяльності, як маркетинг земельних ділянок, доставка товарів і надання послуг населенню, територіальне керування, освіта та ін.

ЗАНЯТТЯ №6

ТЕМА: РОБОТА З ЕЛЕМЕНТАРНОЮ ГІС НА ОСНОВІ ПАКЕТУ MS OFFICE

(МОДУЛЬ 2. ОСОБЛИВОСТІ КОРИСТУВАННЯ СУЧАСНИМИ ГІС)

План заняття

1. Обґрунтування необхідності застосування пакету MS Office для ГІС.
2. Практичне застосування методики елементарних ГІС.
3. Розробка елементарної ГІС екологічного моніторингу.
4. Позитивні риси елементарної ГІС.

1. Обґрунтування необхідності застосування пакету MS Office для ГІС.

Бурхливий розвиток інформатики в останній чверті XX століття здійснив справжню революцію не лише в промислових, але й в наукових і освітніх технологіях. Проте існують об'єктивні перешкоди застосування інформатики в просторових дослідженнях, а саме, - відсутність, або дефіцит комп'ютерного обладнання в більшості установ та навчальних закладів, відсутність навичок роботи із спеціальним програмним забезпеченням, пристосованим для спеціальних задач у управлінців, науковців і викладачів. Ще один аспект застосування розробленого інструментарію – суто стратегічний, а саме – популяризація ідеї ГІС серед представників муніципальних органів, малого і середнього бізнесу, аварійних служб та інших користувачів, які сьогодні не мають фінансової можливості закупити досить коштовне спеціальне програмне забезпечення і навчити персонал ним користуватись.

Отже, з одного боку виникає необхідність – не відстати від сучасних інформаційних технологій, з іншого - існує досить суттєва проблема – ступеню елементарної комп'ютерної підготовки пересічного користувача. Виходячи з цього ставилась мета - знайти синтетичний засіб одночасного подолання комп'ютерної неписьменності і не сходити із шляху новітніх інформаційних технологій. Як «новітні» будуть розглянуті геоінформаційні технології (ГІС), ідею і головний зміст яких було реалізовано в досить поширеному і популярному пакеті «Microsoft Office».

Початково було свідомо спрощено «інтерфейс» розроблюваної ГІС. Проте, у пропонованій елементарній ГІС залишилась можливість набуття практичних навичок векторизації, прив'язки атрибутивної інформації до конкретних географічних об'єктів в середовищі «Word», що наближає користувачів до розуміння внутрішнього змісту таких професійних ГІС, як «MapInfo», «ArcView», «GeoGraf», «GeoDraw» та інших.

Елементарна ГІС - це така система, яка лише частково використовує функції традиційних геоінформаційних систем. В нашому випадку відсутня координатна (географічні координати) прив'язка даних, оскільки картографічні зображення будуються згідно з «вбудованими» параметрами налаштування «Параметри сторінки». Головна ж перевага ГІС порівняно з паперовими картами в пропонованій елементарній ГІС зберігається, а саме, можливість оперативного доступу і візуалізації просторово прив'язаної інформації.

Ідеологія створення ГІС в текстовому редакторі «Word» не розбігається з основними теоретичними положеннями інформатики, картографії та просторового аналізу. Основою візуального уявлення даних за допомогою ГІС-технологій служить так зване графічне середовище. У загальному випадку моделі просторових (координатних) даних можуть мати векторне або растрове (комірка) подання, містити або не містити топологічні характеристики. Векторні моделі даних будуються на векторах, які займають частину простору, що визначає їхню основну перевагу - наявність на порядок меншої кількості пам'яті комп'ютера для збереження і менших витрат часу на опрацювання і подання інформації. При побудові векторних моделей об'єкти створюються шляхом з'єднання точок прямими лініями, дугами окружностей, полілініями. Площинні об'єкти, - ареали задаються наборами ліній. У векторних моделях термін полігон (багатокутник) є синонімом слова ареал. Виходячи із сказаного пропонується елементарна ГІС може бути віднесена до векторних нетопологічних моделей⁴².

2. Практичне застосування методики елементарних ГІС. Першою спробою практичного втілення пропонується методичного засобу була розробка ГІС торгівлі Соцміста Кривого Рогу в текстовому редакторі «Word». В якості картографічної основи ГІС було взято скановану туристичну карту-схему Кривого Рогу з усією змістовною інформацією, яка надалі була відображена окремими прошарками. Сукупність прошарків утворює інтегровану основу графічної частини ГІС. Послідовність створення картографічної основи:

За допомогою сканера переноситься растрове зображення і зберігається окремим файлом з розширенням JPG, TIFF або іншим (тобто тим, яке сприймає конвертор при вставці малюнку в поле «Word»), потім воно вставляється на сторінку «Word» і вирівнюється «По центру».

За допомогою «вбудованого» графічного редактору «Word» створюється географічна (картографічна) основа, тобто відробляються окремі шари (покриття або карти-підложки) та зберігаються окремими файлами, але вже з розширенням «doc». При роботі над прошарками активно використовуються графічні можливості «Word», особливо розбивка вузлів і їх видозміна. При цьому важливою є вимога, щоб векторизований об'єкт був «полігоном», тобто суцільним (замкнутим), а, отже і редагованим. «Прив'язку» до однієї системи умовних координат виконує функція головного меню «Параметри сторінки», які залишаються незмінними при роботі з кожним прошарком. При цьому бажаним би було змінити значення прив'язки до сітки в меню «Дії» з 0,32 до 0,03, що на порядок підвищить розрішувальну графічну здатність всієї системи.

Далі робиться аналогія картографічної генералізації за допомогою пунктів контекстного меню «Групувати» та «Порядок». Так, наприклад, якщо при роботі з графікою було напрацьовано багато об'єктів (точки, лінії, криві, автофігури та ін.) в тому числі і зайвих, за допомогою команди «Групувати» робиться відповідна селекція. Ті об'єкти, що треба згрупувати в один виділяються при наведенні на них перехрестя миші з одночасним натискуванням кнопки «Shift», або «Control», потім групуються. Якщо необхідно, щоб створені об'єкти редагувались (передусім для прив'язки гіпертексту), тобто могли виділятися при наведенні на них курсору, командою «Порядок» треба їх перемістити «на передній план».

На наступному етапі здійснюється прив'язка атрибутивної інформації до просторово-розподілених географічних об'єктів за допомогою гіперпосилів. Головним

⁴² Картографо-географічний аспект методичного підходу викладеного в даному розділі полягає в тому, що головним джерелом просторового подання географічної інформації є електронна карта, яка може масштабуватись в різних напрямках, редагуватись, доробляться, модифікуватись. Крім того, головною позитивною рисою, пропонується елементарної ГІС є можливість зчитування з карти просторово розподілених даних, яка за висловом одного з початківців електронної картографії С.М.Сербенюка дає додатковий якісний приріст у сприйнятті будь-якого явища або процесу.

типом такої інформації в нашому випадку є таблиці, в які занесені всі дані про торговельні точки: назва, адреса, телефон, спеціалізація, часи роботи, асортимент продукції. Проте, як свідчить досвід, такою інформацією може бути текст, малюнок, графік «Exel», звукова доріжка, відеокліп, або інша більш детальна карта. Спочатку географічний об'єкт, до якого буде прив'язуватись інформація виділяється натиском на нього курсору. Потім контекстним меню викликається гіперпосил, далі вказується шлях до файлу, на який треба послатись. При викликанні необхідної інформації в готовому варіанті при підведенні курсору до об'єкту на ньому виникає рука з витягнутим вказівним пальцем.

Створення картографічної основи - найбільш трудомісткий етап. Спочатку створюється новий документ за допомогою команди «Створити», розташованої у розділі «Файл» головного меню, або ж на панелі інструментів. Потім вставляється скановане зображення карти («Вставка»/«Малюнок»/«Із файлу...»/(Назва файлу)). На чистому полі з'явиться зображення. Зберігається цей малюнок у файлі з розширенням doc. за допомогою команди «Зберегти» («Файл»/«Зберегти»). Далі визначається, із яких прошарків буде складатися карта. Це - чотири прошарки: квартали, вулиці, назви вулиць та номери будинків.

За допомогою одного з видів (типів) ліній, відображаються межі кварталів, малюванням ліній поверх меж на растровому зображенні. Скановане зображення, яке було використане, мало високе розрішення та маленький розмір, тому для зручнішої роботи з документом збільшується масштаб до 500%. Після завершення відображення меж району виконується операція зміни вузлів для більш якісного повторювання контуру. Для цього виділяється потрібна лінія та використовується команда «Почати зміну вузлів». Для одержання кращого результату, можна змінювати властивості вузла, виділивши його і натиснувши праву клавішу миші (при цьому на екрані з'явиться меню з властивостями). Після того, як обведені всі потрібні квартали, треба відокремити ці квартали від сканованої карти. Для цього виділяється карта лівою кнопкою миші, тиснеться права і коли з'явиться меню вибирається команда «Вирізати». Після цього карта буде знаходитися в буфері і на листі залишаться лише квартали. Далі виділяються та групуються усі лінії. Для цього кнопкою «вибір об'єктів», розташованою на панелі малювання, обводяться усі квартали прямокутником, після чого вони стають виділеними і далі об'єднуються командою «Групувати». На завершення зображення зберігається у файлі під назвою «Кwartали» за допомогою команди «Зберегти як...» (меню «Файл»).

Створення другого прошарку схоже на створення першого, тільки в ньому замість меж кварталів лініями проводяться вулиці. Далі групуються лінії та в меню «Формат автофігури» змінюється колір, наприклад, на жовтий, товщина ліній та інші необхідні атрибути. Він також зберігається окремим файлом під назвою «Вулиці».

Наступний прошарок не схожий на перші два, тому що він складається із назв вулиць. Спочатку, як і у попередніх прошарках треба відкрити файл з растровою картою та збільшити масштаб. Проста вставка тексту не підходить тому, що назви вулиці можуть йти вертикально чи під кутом. Тому для надписів об'єктів було використано додаток Word Art. Для цього потрібно натиснути кнопку «Додати об'єкт Word Art», яка знаходиться на панелі малювання, або в меню – «Вставка»/«Малюнок»/«Об'єкт Word Art». Після цього потрібно вибрати простіший тип надпису, написати назву вулиці у вікні, що відкрилося, виставити розмір шрифту – 8 та натиснути «ОК». Поверх карти з'явиться введена назва вулиці. Оскільки карта має маленький розмір, то восьмий шрифт – занадто великий, отже треба змінити розмір надпису. Якщо правильно підібрати розміри, то надпис уміститься на зображенні вулиці. Але деякі вулиці йдуть вертикально, або під якимось кутом. Щоб правильно розмістити напис використовується функція «Вільне обертання». Коли встановлюється надпис під потрібним кутом, ще раз натискається кнопка «Вільне обертання», щоб закрити режим повороту. Закінчивши з усіма написами, вони групуються та зберігаються у файлі «Назви».

Останній прошарок складається із номерів будинків. Його створення аналогічно створенню попереднього прошарку. Номери наносити на зображення кварталів. Після закінчення роботи над прошарком файл зберігається з ім'ям «Номери».

Отже, усі потрібні прошарки готові. Далі вони об'єднуються. Для цього створюється новий документ, відкривається документ «Квартали.doc», виділяються згруповані квартали, копіюються в буфер. Потім в новий документ командою «Вставити»(головна панель) вставляється зображення кварталу. Аналогічні операції проводяться з файлами «Вулиці.doc», «Назви.doc» та «Номери.doc». Врешті решт отримуються накладені один на одний прошарки. Для подальшого редагування зображення прошарки групуються. Підсумкова карта зображена на рис.1.

3. Розробка елементарної ГІС екологічного моніторингу. Подальший досвід



Рис.1. Підсумкова карта елементарної ГІС «Торгівля Соцміста Дзержинського району м.Кривого Рогу»

використання запропонованої методики мав втілення у розробці геоінформаційної системи моніторингу навколишнього середовища Кривбасу засобами *Microsoft Office* на замовлення екологічного відділу Криворізького міськвиконкому. Геоінформаційна система моніторингу навколишнього середовища Кривбасу складається з 535 файлів формату «Документ MS Word» та «Книга MS Excel», розташованих в 75 ієрархічно розташованих каталогах.

Стартовим файлом системи є документ «Список підприємств», який включає в себе повний, розташований за абеткою, перелік підприємств, по яких є інформація про забруднення атмосферного повітря. Структурно документ складається з таблиці, яка має в своєму складі 5 головних та 4 підпорядкованих

стовпчики (рис.2).

Перший стовпчик має заголовок «Назва підприємства». В цьому стовпці в алфавітному порядку розташовані підприємства м. Кривого Рогу. Пошук необхідного підприємства в цьому списку може здійснюватися за допомогою як стандартних засобів пошуку в *MS Word* (Правка⇒Пошук або клавіатурне скорочення – *Ctrl+F*), так і за допомогою спеціально розробленої екологічної карти, яка має систему гіперпосилів на об'єкти пошуку.

Другий стовпчик має назву «Інформація про підприємство». Так, якщо у цьому стовпці навпроти підприємства стоїть червона літера «І», навівши на неї курсором миші можна отримати основну інформацію про підприємство (назву підприємства, поштову адресу, прізвище і телефон керівника підприємства, прізвище і телефон відповідального працівника служби охорони навколишнього середовища, відомості про організацію, яка виконувала проект ГДВ, прізвища відповідальних виконавців, які приймали участь в розробці проекту нормативів ГДВ). Взагалі, сюди можна внести будь-яку інформацію, яку надалі завжди можна вивести на монітор.

Наступний стовпець має назву «Розташування на карті». Він дозволяє перейти з алфавітного указчика до місця розташування підприємства на карті.

Четвертий стовпець «Проект ГДВ» вказує на наявність у базі даних довідкової системи «Проекту гранично допустимих викидів» відповідного підприємства. Наявність даного документа відображається галочкою. При наведенні курсору на цю галочку він перетворюється на долоню з витягнутим вказівним пальцем. При натисканні лівою клавішею миші на даний значок можна перейти до «Проекту ГДВ» відповідного

підприємства. У Проекті ГДВ є загальні дані про підприємство, характеристика підприємства як джерела забруднення атмосферного повітря та прив'язані за допомогою гіперпосилів дві таблиці у форматі «Книга MS Excel», що містять перелік забруднюючих речовин, які викидаються у атмосферне повітря та перелік забруднюючих речовин кожного структурного відділу підприємства. Внесення цих даних до формату MS Excel обумовлюється наявністю спеціалізованого інструментарію для статистичної та аналітичної обробки наявної інформації та поданих щорічних «Звітів про охорону атмосферного повітря».

Останній головний стовпчик «Звіт про охорону атмосферного повітря» включає в себе чотири підпорядкованих рядки з назвами «1999», «2000», «2001», «2002», що потрібно розуміти як наявність (яка вказується галочкою) звіту відповідно до кожного року відповідного підприємства.

Розробка «Довідкової геоінформаційної системи моніторингу навколишнього середовища Кривбасу» в своїй основі має методику викладену вище. Спочатку було створено всі необхідні файли і теки. Так, вся система знаходиться у кореневій теці «Ecology of Krivbass». Далі у створеній теці необхідно створити 5 підтек (підкаталоги) з назвами «Maps», «Maxi bulletin», «Monthly bulletin», «Projects» та «Zvit». У кожній з цих тек створюємо 7 підтек з відповідними назвами до назв районів Кривого Рогу. Наприклад, «Dolgintsevsky», «Dzerginsky», «Zhovtnevy» і т.д.



Назва підприємства	Інформація про підприємство	Місце на карті	Проект ГДВ	Звіт про охорону атмосферного повітря			
				1999	2000	2001	2002
КДГМК «Криворіжсталь»							
Криворізький державний залізорудний комбінат							

Рис.2. Загальний вигляд таблиці «Список підприємств»

В них ми вже створюємо необхідні файли *.doc з картами, які складаються з чотирьох прошарків (*hidro, forests, squears, industry*), та текстами з проектами нормативів гранично допустимих викидів (далі скорочено ГДВ), а також файли *.xls з таблицями статистичних даних про реєстровані викиди забруднюючих речовин усіх промислових об'єктів міста.

Створюється файл першого району, наприклад «*Sacsagansky*». У діалоговому боксі «Параметри сторінки» у меню «Файл» відкривається вкладка «Розмір паперу» вибирається альбомна орієнтація сторінки. Тепер необхідно вставити графічний файл з зображенням адміністративно-територіального поділу району, який заздалегідь було відскановано і збережено на жорсткому диску. Вставка файлу проводиться через такі меню «Вставка ⇒ Малюнок ⇒ Із файлу», у діалоговому боксі, що з'явився, необхідно знайти потрібну папку і файл. Вставлена карта району буде виконувати роль підложки, на основі якої малюється векторна карта.

Коли кордони всіх районів будуть готові, на карту наносяться назви. При нанесенні основних гідрографічних об'єктів використовується методика обведення, яка була використана при нанесенні лінійних об'єктів. Методика створення написів гідрографічних об'єктів така ж, як при створенні написів районів міста. Аналогічно створюються прошарки лісонасаджень, кварталів та промислових об'єктів (Рис.3.).

Для створення промислової карти району, використовується в якості підложки вже інша відсканована карта, спеціалізована. Підписуються назви промислових підприємств,

об'єднань, організацій і установ, а також пости спостереження і фіксування кількості викинутих забруднюючих речовин.

Для роботи з папкою «Statistic» в електронних таблицях *MS Excel* створюється загальний шаблон таблиць: окреслюються потрібні межі за допомогою інструменту «Межі» на панелі інструментів, встановлюється потрібний розмір клітинок перетягуванням їх меж за допомогою лівої кнопки миші та задається потрібний формат комірок за допомогою натискання правою кнопкою миші по виділеному діапазону комірок і вибору необхідних дій із контекстного меню, що з'явилося, і далі – із діалогового вікна. Ці зміни зберігаються у файлі під назвою «Шаблон статзвітності». Після занесення даних по кількості викинутих шкідливих речовин в атмосферу кожним промисловим об'єктом міста Кривого Рогу, зберігається цей файл, увійшовши у головне меню «Файл ⇒ Зберегти як», та обираємо ім'я відповідно до назви промислового об'єкту. Таких таблиць буде багато, тому для більшої зручності їх було систематизовано та занесено в такі теки, як «daily», «monthly» та підтеки «1999», «2000», «2001»; «January», «March», «September»; «1», «15», «30» і т.д.

Для роботи з текстами для теки «ГДВ» створюється новий файл у текстовому редакторі *MS Word*, куди вставляються відскановані та розпізнані у програмі *FineReader* потрібні тексти за допомогою меню «Вставка ⇒ Файл» - «Проект нормативів ГДВ забруднюючих речовин в атмосферу». Проект містить таку інформацію:

1. Загальні відомості про підприємства (назва, адреса, телефон, прізвище, ім'я та по батькові керівника підприємства, прізвище відповідального робітника служби охорони навколишнього середовища, відомості про організацію, яка виконала проект ГДВ).
2. Характеристика виробництва (структурний склад виробництва).
3. Перелік забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферне повітря.

Для зв'язки файлів з інформацією про промислові об'єкти міста та до їх позначок на картах у кореневій теці «Ecology of Krivy Rig» створюється файл під назвою «Startfile.doc» – головний діючий файл даної ГІС у текстовому редакторі *MS Word*. Сюди через меню «Вставка ⇒ Малюнок ⇒ З файла» вставляється загальна карта міста Кривого Рогу, де всі райони помічаються пунсонами. До кожного пунсону робиться гіперзв'язок з

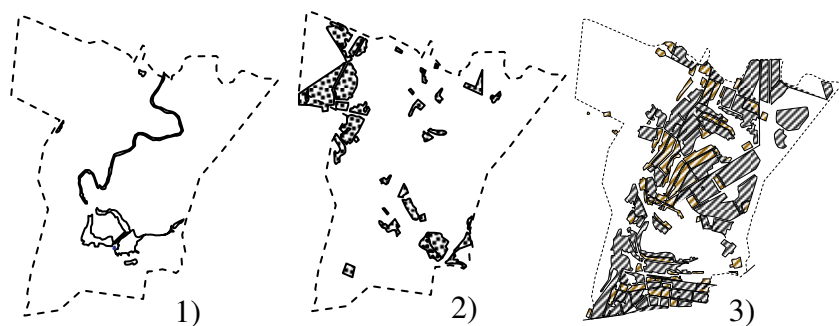


Рис.3. Прошарки карти Саксаганського району: 1) hidro, 2) forests, 3) squares.

відповідним файлом. Виділяється необхідний пунсон, натисканням клавіш *Ctrl+K* або вибирається у меню «Вставка» пункт «Гіперпосил», далі у боксі «Огляд» знаходиться необхідний файл, ставиться галочка навпроти напису «Використати для гіперпосилу відносний

шлях» і натискається клавіша *OK*.

Далі на панелі «Малювання» вибирається інструмент «Вибір об'єктів», ним виділяється вся карта Кривого Рогу (це саме стосується і кожного району окремо), підвівши курсор до лівого верхнього кутку і опустивши у правий нижній, щоб усі елементи були охоплені прямокутником. Тепер в меню «Дії» обирається пункт «Групувати». Таким чином групуються всі графічні об'єкти карти, що робить їх одним цілим. Це дозволяє скопіювати цілу карту в буфер обміну, вставити її в інший документ або створити карту певного розміру, що робиться простою зміною розмірів у меню «Формат авто фігури». Тепер залишається лише зберегти всі зроблені зміни у файлі і

закрити його. Проте групування об'єктів карти у єдине ціле зовсім не говорить, що карта стане вже нередагованою. Для внесення додаткової інформації можна розташовувати її якби на другому рівні (шарі) або в меню «Дії» на панелі інструментів «Малювання» обрати пункт «Розгрупувати» і додати чи вилучити зайві елементи з шару.

4. Позитивні риси елементарної ГІС. Підводячи підсумок можна сказати, що пропонується методика сполучає в собі риси геоінформаційної системи і окремо - електронної карти. Враховуючи ту увагу, яка приділяється вирішенню регіональних проблем, краєзнавчій роботі, а також в умовах дефіциту картографічного забезпечення, завдяки пропонованій методиці можливе постійне відновлення і поповнення тематичних карт як в паперовому, так і в електронному вигляді.

Позитивною рисою пропонованої методики є певна простота поповнення та зв'язування з географічною основою нової атрибутивної інформації. Проте, означена риса може розцінюватись і як недолік. Мовляв, якщо об'єкти «розкриваються», тобто здатні до редагування, то кожний пересічний користувач ПЕОМ може «вкрасти» (перекопіювати, надрукувати) даний програмний продукт. На нашу думку це зовсім не так. Остання риса найцінніша і певною мірою може розцінюватись як перевага, тому що завдяки цьому підприємець, науковець, викладач вузу, державний службовець можуть постійно поповнювати картогра-фічну і атрибутивну базу ГІС.

Крім того, пропонована елементарна ГІС може стати надійним інструментом виготовлення якісних демонстраційних карт до наукових статей, доповідей, презентацій в режимі векторної графіки.

Тема: **АНАЛІТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ГІС**
(МОДУЛЬ 2. ОСОБЛИВОСТІ КОРИСТУВАННЯ СУЧАСНИМИ ГІС)

План заняття

1. Головні методи і прийоми просторового ГІС-аналізу.
2. Корекція окремих шарів тематичної карти та топографічної основи.
3. Організація гіперпосилань.
4. Робота з буфером.
5. Користування просторовою статистикою.

1. Головні методи і прийоми просторового ГІС-аналізу. До складу аналітичних можливостей сучасних інструментальних ГІС пакетів входить декілька десятків різних процедур, які в сукупності складають могутній арсенал просторово-часового аналізу і моделювання. Вони поділяються на такі групи:

- картометричні операції;
- операції вибору;
- рекласифікація;
- картографічна алгебра;
- статистичний аналіз;
- просторовий аналіз;
- оверлейний аналіз;
- мережний аналіз.

Крім зазначених, у пакетах, орієнтованих на завдання, пов'язані з проблемами навколишнього середовища, у тому числі й екологічними, в окрему групу виділяють:

- аналітичні процедури, що базуються на цифровій моделі рельєфу;
- операції просторової інтерполяції, завданням яких є побудова безперервних поверхонь на основі наборів дискретних просторово-координованих даних.

Більшість аналітичних процедур ґрунтується на растровій моделі просторових даних. Їх реалізація здійснюється з використанням операцій картографічної алгебри. У рамках векторної моделі аналітичні процедури реалізуються з використанням алгоритмів аналітичної геометрії.

Картометричні операції, тобто вимірювання по картах та інших геозображеннях з використанням програмних засобів, є одним із найбільш розповсюджених типів аналітичних операцій у ГІС. Можливість і точність виконання вимірювань багато в чому визначається моделлю даних (векторна або растрова), методами вимірювань і точністю цифрування даних (просторова похибка для векторних об'єктів, розмір комірки растра та ін.). Найбільш часто вимірювальні операції в ГІС-пакетах реалізовані у вигляді спеціальних функцій і подані у вигляді окремого пункту меню. До таких функцій відносять:

- вимірювання (визначення) координат точки;
- вимірювання відстаней між двома зазначеними координатами (з урахуванням або без урахування системи тривимірних координат);
- вимірювання довжини прямої чи ламаної лінії;
- вимірювання довжини периметра полілінії;
- вимірювання площі полігона;
- вимірювання об'ємів з використанням поверхні і січної площини.

Вимірювання координат. Технологія і точність вимірювання координат точки (що існує у вигляді об'єкта на цифровій карті або курсора в площині карти) визначаються моделлю даних і використовуваною системою координат. При створенні цифрових карт, як правило, використовуються такі системи координат.

1. *Двовимірна декартова система координат* - початок відліку в нульовій точці в нижньому (чи верхньому) лівому куті площини карти, координати X і Y можуть мати тільки позитивні значення. Ця система координат, як правило, використовується в растрових цифрових або сканованих картах. У більшості випадків такі системи координат створюються користувачем для локальних проєктів.

2. *Двовимірна картезіанська система координат* - початок відліку в нульовій точці, координати X і Y можуть мати як позитивні, так і негативні значення. Значного поширення набули дві глобальні системи координат, побудовані за цим принципом, - *географічна* з нульовою точкою в місці перетинання екватора і Гринвіцького меридіана; одиниці вимірювання - кутові градуси-хвилини-секунди; і *топографічна* система координат з нульовою точкою також у місці перетинання екватора і Гринвіцького меридіана; одиниці вимірювання - метри.

3. *Тривимірна сферична система координат* — початок відліку X і Y з нульової точки в місці перетинання екватора і Гринвіцького меридіана, координати X і Y можуть мати як позитивні, так і негативні значення, для координати Z відлік ведеться від геометричного центра еліпсоїда обертання⁴³.

Координати точок у векторному поданні вимірюються і подаються користувачу у певному форматі - шестидесятеричні градуси, десятинні градуси, метри із заданою кількістю знаків після коми. Для полігональних об'єктів визначаються крайні значення координат X і Y , координати геометричного центра (центроїда) полігона. При растровому поданні просторових даних визначаються координати центральної точки комірки растра.

Вимірювання відстаней. До складу більшості ГІС-пакетів входить спеціальний інструмент «Лінійка» або «Рулетка», що дозволяє проводити вимірювання найкоротшою прямою або за складним маршрутом. Вимірювання відстаней може проводитися:

- за найкоротшою прямою з урахуванням або без урахування сферичності земної поверхні («повітрям»);
- за заданим маршрутом з використанням точок повороту;
- за заданим маршрутом з урахуванням нерівностей рельєфу («землею»).

У складі растрових ГІС-пакетів вимірювання відстаней реалізовано у вигляді аналітичної функції Distance, яка дозволяє будувати карти полів рівної далекості комірок растра відносно одного або декількох об'єктів. Вимірювання відстаней з урахуванням нерівностей рельєфу може бути реалізоване при спільному використанні карти поля рівних відстаней і цифрової моделі рельєфу.

Вимірювання довжин ліній і периметрів полігонів багато в чому подібне до вимірювання відстаней між двома і більше точками. Ця процедура звичайно реалізована у вигляді окремої функції (Object Length, Perimeter), доступної при побудові просторових запитів або при виконанні розрахункових операцій у картографічних базах даних. За допомогою цієї функції можливий пошук лінійних об'єктів певної довжини, а також автоматичне визначення довжини або периметра в заданих одиницях вимірювання і поміщення результату в зазначене поле бази даних. Визначення довжин ліній і периметрів може виконуватися як з урахуванням, так і без урахування сферичності поверхні Землі⁴⁴.

Вимірювання площ. Вимірювання площі векторних і растрових полігонів виконується з використанням спеціальної функції Area. Вимірювання площі може

⁴³ Звичайно користувач має можливість вибору якого-небудь еліпсоїда і готової картографічної або топографічної проєкції, так само в деякі пакети ГІС входять функції створення користувальницьких систем координат і проєкцій. При використанні стандартних проєкцій і еліпсоїдів користувач має можливість переводити свої цифрові карти з однієї системи координат в іншу.

⁴⁴ Вимірювання довжин ліній у растровому поданні виконується через центри комірок, що містять відповідні ідентифікатори. Вимірювання виконується по вертикалі, горизонталі і діагоналі комірки; вертикальна і горизонтальна відстань дорівнює розміру сторони комірки растра, діагональна відстань збільшується на коефіцієнт 1,44, отримані довжини сумуються. Периметри растрових полігонів підраховуються за сумою вертикальних і горизонтальних сторін суміжних комірок растра з однаковими числовими значеннями.

виконуватися як з урахуванням, так і без урахування сферичності поверхні Землі. За допомогою цієї функції можливий пошук полігонів заданої площі, а також автоматичне визначення площі в заданих одиницях вимірювання і поміщення результату в зазначене поле бази даних⁴⁵.

Вимірювання об'ємів виконується з використанням цифрових моделей рельєфу. Користувач повинен задати рівень горизонтальної площини, що розсікає, в одиницях вимірювання цифрової моделі рельєфу. Найпростіші процедури вимірювання об'ємів визначають об'єми, обмежені земною поверхнею знизу чи зверху, які розміщені нижче або вище площини, що розсікає. Звичайно цей спосіб використовується для визначення об'ємів води у водоймищах при різних рівнях заповнення. Так само досить поширеними є методи розрахунку об'ємів шляхом порівняння рівнів двох поверхонь, що характеризують геологічні або ґрунтові шари⁴⁶.

Операції вибору допомагають користувачу одержати саме ту інформацію, яка необхідна йому в даний момент роботи з ГІС. Вибір необхідної частини інформації з однієї чи декількох картографічних баз даних здійснюється за допомогою запитів.

Запити (query) є одним з основних інструментів практично будь-якого ГІС-пакета, за допомогою якого користувач одержує інформацію з бази даних. Як правило, користувач за допомогою різних інструментів організації запитів формулює вимоги до інформації, яку необхідно витягти із загального масиву доступних даних і подати у певному вигляді.

Залежно від характеру необхідної інформації запити можуть організовуватися як за *місцем розташування* (за координатами і взаємоположенням об'єктів), так і за *атрибутами* (ідентифікаторами, класифікаторами і текстовими описами, що зберігаються в атрибутивній базі даних). Залежно від типу запиту і переліку параметрів, які беруть участь у запиті, його організація здійснюється за допомогою різних наборів інструментів. У ході виконання запиту відбувається пошук об'єктів, що задовольняють задані умови; об'єкти, які мають необхідні властивості, попадають у вибірку, які може бути оформлена як у вигляді таблиці в окремому екранному вікні, так і у вигляді карти, на якій обрані об'єкти позначені спеціально визначеним кольором чи штрихуванням. Для участі в запитах у властивостях картографічного шару має бути зазначено, що вибірка дозволена.

Вибірка може бути скопійована в інший файл даних, використана для зміни графічних змінних обраних об'єктів або змісту полів бази даних.

Основним інструментом *запитів за місцем розташування* в більшості програмних ГІС-пакетів є велика стрілка на кнопці піктографічного меню. За допомогою цього інструмента визначаються й активізуються картографічні об'єкти при редагуванні. При затримці цього інструмента над об'єктом на певний час (2-5 с) на екран виводиться текстове повідомлення про атрибути об'єкта (звичайно виводяться вміст першого текстового поля або, можливо, настроювання на інше поле, або використання комбінації вмісту полів).

Стандартним інструментом запиту атрибутів одиничного об'єкта є кнопка Інфо (i), при цьому на екрані з'являється спеціальне вікно інформації, у яке виводиться вміст усього запису, який відповідає обраному об'єкту.

Так само можуть бути організовані групові просторові вибірки за допомогою побудови рамок, що розсікають. При вибірці об'єктів у прямокутній області в підсумкову вибірку потраплять усі об'єкти, центральні точки яких (для ліній і полігонів) містяться всередині рамки, що розсікає. Аналогічно відбувається вибірка в радіальній області,

⁴⁵ Площі растрових полігонів підраховуються за сумою комірок растра з однаковими числовими значеннями. При відомій довжині сторони комірки растра сума комірок перераховується в площинні одиниці вимірювання.

⁴⁶ У спеціалізованих інженерних системах для гірської промисловості або будівництва реалізовані більш складні алгоритми розрахунку об'ємів. Тут можуть використовуватися площини, що розсікають, з ухилом або кривизною, декілька площин, що розсікають, площини певної форми і розміру, що обмежують ділянку розрахунку (наприклад, для окремого будівельного майданчика або ділянки дорожньої поверхні).

радіус області звичайно відображається в рядку стану екрана програми. Для пошуку об'єктів, які знаходяться в межах території більш великого полігона, використовується вибірка в області довільної форми. При вказівці на певний полігон одного шару всі точкові, лінійні або полігональні об'єкти інших шарів, що знаходяться на його території, попадають у вибірку.

При організації просто-рових вибірок з використанням різних шарів використовуються різні функції визначення взаємоположення просторових об'єктів. Просторове положення розраховується відносно одини-чних об'єктів, груп об'єктів або усієї сукупності об'єктів зазначених шарів. У багатьох пакетах ГІС доступні такі функції (рис.1):

- *цілком містить* - у вибірку попадають всі об'єкти, у межах яких цілком знаходяться об'єкти іншого шару (а);
- *частково містить* — у вибірку попадають всі об'єкти, у межах яких знаходяться центральні точки об'єктів іншого шару (б);
- *цілком міститься* - у вибірку попадають об'єкти, що цілком знаходяться всередині об'єктів іншого шару (в);
- *частково міститься* - у вибірку попадають об'єкти, центральні точки яких знаходяться всередині об'єктів іншого шару (г);

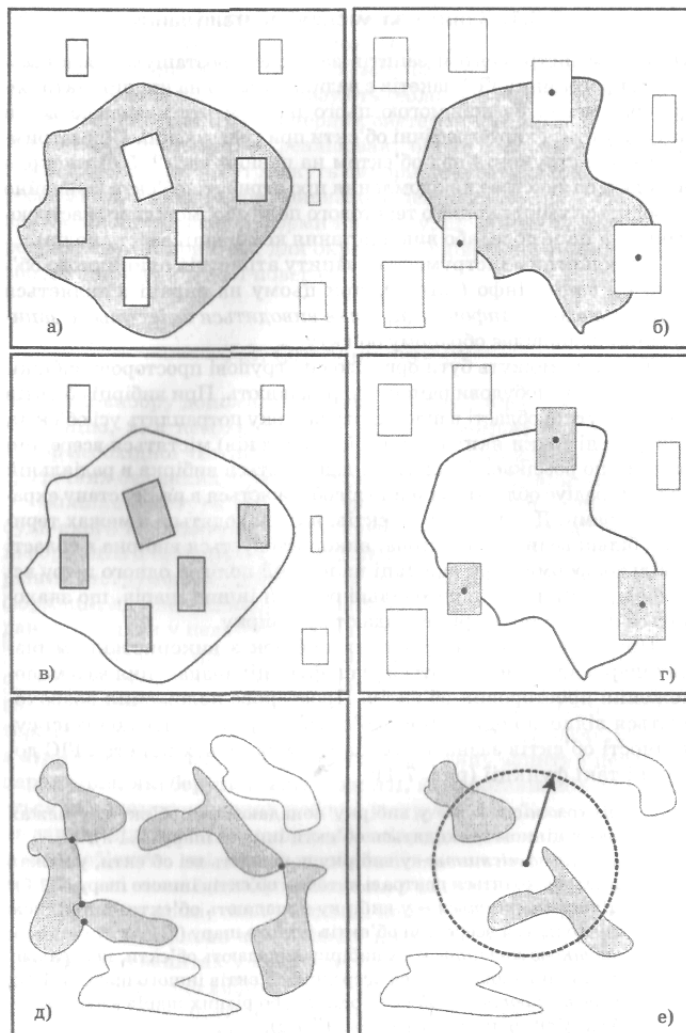


Рис. 1. Методи організації просторових вибірок (пояснення в тексті)

- *перетинаються* - об'єкти одного або різних шарів мають хоча б одну спільну точку на межі (д);

- *знаходяться на певній відстані від межі* (лінії, точки) іншого об'єкта на одному чи різних шарах (будується буферна зона відповідного розміру) (е).

Побудова *запиту за атрибутами*, що зберігаються в записах реляційної бази даних, виконується з використанням спеціальних мов програмування - універсальних (ЗОЦ мова структурованих запитів) або ГІС-пакета. Звичайно запит являє собою вираз, написаний в спеціальному редакторі або рядку побудови запиту; текст запиту може бути збережений для повторного використання. У запиті використовуються імена полів атрибутивної бази даних, оператори і функції.

Дані, за якими виробляється пошук, визначаються ім'ям файлу картографічної бази даних і ім'ям поля в цій базі даних; як правило, пропонується список імен доступних полів⁴⁷.

⁴⁷ Для обробки даних використовуються такі оператори:

- *арифметичні оператори* (додавання, віднімання, множення, ділення, піднесення до ступеня);
- *оператори порівняння* (дорівнює, не дорівнює, більше, менше, менше або дорівнює, більше або дорівнює);

При побудові текстів запитів мовою SQL для користувача доступні оператори і функції однієї з версій цієї мови роботи із СКБД. Тут можливий пошук у двох і більше таблицях одночасно, зв'язування полів різних таблиць. За допомогою SQL-запитів можливе здійснення пошуку у віддалених базах даних, що зберігають дані в різних файлових форматах, одержання вибірки, побудованої за заданою умовою, і збереження отриманої інформації у внутрішньому форматі конкретного ГІС-пакета.

Рекласифікація є поширеною на практиці операцією, суть якої полягає в зміні змісту растрової карти або на основі характеристик, які містяться в іншій карті (чи картах) з наявної бази даних, або одержаних в результаті просторового аналізу, або, нарешті, на основі сформульованої умови. Операція застосовується для створення нових шарів просторових даних для даної території на основі вже наявної цифрової картографічної бази. Шляхом рекласифікації можуть бути побудовані тематичні карти, що мають самостійне наукове або прикладне значення, наприклад, карти еколого-технологічних груп земель, побудовані на основі карти крутизни схилів, або карти оцінки умов життя людей для гірських територій, побудовані шляхом рекласифікації цифрової моделі рельєфу тощо⁴⁸.

Більшість процедур аналізу в середовищі ГІС, які виконуються з растровими просторовими даними, виконується з використанням операцій *картографічної алгебри*.

Операції картографічної алгебри поділяються на *локальні операції* (point operation), *операції сусідства* (neighbourhood operation), або *фокальні операції* (focal operation), *зональні операції* (area operation) і *глобальні операції* (map operation). Операції картографічної алгебри реалізуються за допомогою набору операторів, які виконуються через введення команд, записаних з використанням певних правил побудови. У загальному вигляді ці команди мають вигляд: *Результат* = оператор (*вираз*), де *Результат* - результуюча карта; оператор - один з операторів картографічної алгебри; *вираз* - карта, або оператор, або послідовність операторів.

- *оператори пріоритету* (дужки, допускається вкладеність дужок, спочатку виконуються дії у внутрішніх дужках);

- *логічні (булівські) оператори* для зв'язування частин складних запитів (логічне «і» (and) - повинні виконуватися обидві умови, зв'язані цим оператором; логічне «або» (or) - може бути виконана одна з умов, пов'язаних цим оператором; логічне «ні» (not) - жодна з пов'язаних умов не повинна бути виконана та ін.);

- *оператор пошуку текстових рядків за заданою маскою пошуку* (може бути визначена довжина слова або фрагмента слова, порядок проходження визначених символів у будь-якому місці слова або речення; у вибірку попадають усі записи, у яких є зазначене слово, буквосполучення чи символ);

- *просторові оператори* (аналогічно до запитів за місцем розміщення можуть використовуватися оператори пошуку включень і перетинань просторових об'єктів).

У процесі обробки даних у деяких ГІС-пакетах доступні додаткові функції, наприклад:

- *функції перетворення форматів даних* (перетворення числових форматів, перетворення числових даних у символні, округлення чисел, перетворення дат у числа або символні рядки та ін.);

- *математичні функції* (обчислення квадратного кореня, експоненти, натурального логарифма, абсолютних, мінімальних і максимальних значень);

- *функції обробки календарних дат* (обчислення кількості днів між зазначеними датами, обчислення дня від зазначеної дати, визначення року, місяця, дня тижня зазначеної дати);

- *функції обробки просторових об'єктів* (обчислення довжин і периметрів полігонів, обчислення довжин ліній, обчислення відстаней між зазначеними точками, визначення координат окремих точок і центрів полігонів).

⁴⁸ Ще більше розповсюдження має вживання цієї процедури для побудови карт просторового розподілу характеристик компонентів природно-господарських або соціально-економічних територіальних систем або параметрів їх математичних моделей на основі так званої інтерполяції з використанням додаткової інформації. Додатковою інформацією при цьому можуть бути карти контурів природних або антропогенних компонентів природно-господарських або соціально-економічних територіальних систем. Даний спосіб просторової інтерполяції застосовується за відсутності або крайньої обмеженості даних спостережень або вимірювань просторової мінливості відповідної характеристики. Як приклад можна навести завдання побудови карти просторової мінливості протиерозійної стійкості поверхневого шару ґрунту на основі ґрунтової карти і таблиці співвідношення показника протиерозійної стійкості і генетичних різновидів ґрунту.

Необхідною умовою для виконання операцій з декількома картографічними шарами є збіг просторових атрибутів цих шарів - кількості рядків, кількості стовпців, розміру комірок раstra, систем координат і картографічних проекцій, що використовуються.

Локальні операції. Клас локальних операцій містить функції, що впливають на картографічні шари «покомірково», тобто - на окремі комірки однієї або декількох карт. Властивості комірок змінюються на основі вмісту цих самих комірок або вертикального потоку матеріалу через ці комірки. Операції не залежать від властивостей навколишніх комірок і для кожної комірки нове значення обчислюється на основі значень у цій комірці в одному (чи більше) з картографічних шарів.

Найбільш простими з локальних операцій є арифметичні, тригонометричні, експоненціальні (показові) і логарифмічні функції, застосовувані до комірок одного або кількох шарів даних. Простими є оператори округлення, оператори порівняння й умовні оператори. До цієї ж групи операторів належать булівські (логічні) оператори, оператори перекодування карти за алгоритмами, що задаються користувачем, і генерування полів випадкових чисел, реалізовані в ГІС-пакетах з розвинутими аналітичними можливостями.

Наведемо нижче стислий опис операторів даного класу, що найбільш часто використовуються в сучасних інструментальних ГІС.

Арифметичні оператори:

+ - оператор додавання;

Комутативність	Асоціативність	Дистрибутивність
$A \text{ and } B = B \text{ and } A$	$A \text{ and } (B \text{ and } C) = (A \text{ and } B) \text{ and } C$	$A \text{ and } (B \text{ or } C) = (A \text{ and } B) \text{ or } (A \text{ and } C)$
$A \text{ or } B = B \text{ or } A$	$A \text{ or } (B \text{ or } C) = (A \text{ or } B) \text{ or } C$	$A \text{ or } (B \text{ and } C) = (A \text{ or } B) \text{ and } (A \text{ or } C)$

- (<) - оператор «менше»;
- (>)- оператор «більше або дорівнює»;
- (<=) - оператор «менше або дорівнює»;
- (=) - оператор «дорівнює»;
- (≠) - оператор «не дорівнює».

Логічні оператори є операторами булевої алгебри - розділу математики, який вивчає закони алгебри двох значень. Уперше досліджений Джорджем Булем, англійським математиком і логіком XIX сторіччя. Загальний вигляд булівської операції:

З операторів логічної алгебри можуть формуватися складні логічні функції на основі законів комутативності, асоціативності і дистрибутивності.

Результатом виконання логічних операцій є карта, яка містить тільки логічні «1» і/або «0». Найбільш часто використовуваними логічними операторами є *and* (логічне «і»),

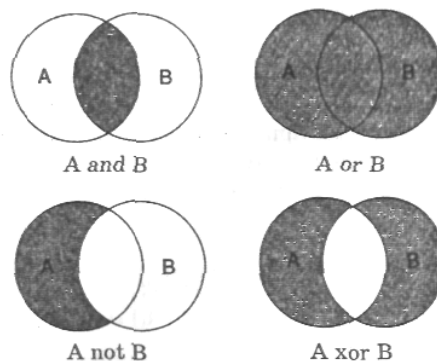


Рис. 3. Просторова інтерпретація операцій логічної алгебри (затемненими показані області, де результат виконання операції дорівнює «1», світлими - «0»)

2,0	2,8	3,7	4,8	5,1
2,9	3,2	4,5	5,3	5,5

1,3	1,1	2,4	2,7	3,0
0,9	1,0	1,7	2,1	2,5

3,3	3,9	6,1	7,5	8,1
3,8	3,2	6,2	7,4	8,0

Рис. 2. Приклад локальної операції картографічної алгебри (операції додавання)

- оператор віднімання;
- * - оператор множення;
- / - оператор ділення;
- ** - оператор піднесення до ступеня.
- Оператори порівняння:*
- (>) - оператор «більше»;

or (логічне «або»), *not* (логічне «ні»), і деякі інші. Просторова інтерпретація операцій логічної алгебри наведена на рис.3.

Операція *A and B* має результатом «1» у тих місцеположеннях (комірках растра), де одночасно є об'єкти *A* (наприклад, нееродовані ґрунти) і *B* (наприклад, ділянки з нахилом земної поверхні, що не перевищує 3°).

Операція *A or B* («або», що не виключає) має результатом «1» у тих місцеположеннях, де є об'єкт *A* або об'єкт *B*, включаючи частини території, де ці об'єкти присутні одночасно (наприклад, для ділянок досліджуваної території з не еродованими ґрунтами або з ухилом поверхні менше 3°).

Операція *A not B* має результат «1» для частини об'єкта *A*, яка не збігається з об'єктом *B* (наприклад, для ділянок з нееродованими ґрунтами, які мають ухил 3° і більше).

Операція *A xor B* має результат «1» для об'єктів *A* або *B* за винятком ділянок, де ці об'єкти присутні одночасно (наприклад, для ділянок досліджуваної території або з нееродованими ґрунтами, або з ухилом поверхні менше 3°).

Для логічних функцій без дужок використовується такий порядок обчислень:

- обчислити операції заперечення;
- обчислити операції логічного множення;
- обчислити операції логічного складання.

Порядок дій може бути змінений за допомогою круглих дужок.

До *алгебраїчних операцій* відносять операції перетворення змісту комірок растра з використанням таких алгебраїчних функцій, як *степенева* (з виділенням як самостійного оператора обчислення квадрата числа і кореня квадратного з числа), *логарифмічна* (з використанням як десяткових, так і натуральних логарифмів), *експоненційна*, ціла частина числа (реалізована шляхом відкидання дробової частини або за правилами округлення), абсолютна частина числа, знак числа і деякі інші. До цієї ж групи слід віднести операції генерації випадкових поверхонь, що підпорядковуються певному закону розподілу, у тому числі, як правило, нормальному, експоненційному і рівномірному.

З *тригонометричних операцій* в ГІС, як правило, реалізуються основні прямі і зворотні тригонометричні функції: синус (*sin*), косинус (*cos*), тангенс (*tg*), котангенс (*ctg*) і, відповідно, арксинус (*arcsin*), арккосинус (*arccos*), арктангенс (*arctg*) і арккотангенс (*arcctg*).

При *операціях сусідства* (фокальних операціях) вміст (властивості) комірки растра зіставляється зі вмістом (властивостями) оточуючих комірок і змінюється за певним правилом, або на основі властивостей оточуючих комірок, або залежно від характеристик потоку матеріалу із сусідніх комірок. В цьому випадку для кожної комірки нове значення обчислюється на основі інформації, що міститься в одному чи декількох картографічних шарах у комірках, просторово асоційованих з даною, і зберігається в новому картографічному шарі⁴⁹.

Розглянемо далі зазначені вище види операцій сусідства більш докладно.

⁴⁹ При операціях сусідства може бути розглянуто *п'ять категорій просторових асоціацій*.

По-перше, нове значення комірки може бути обчислене за рахунок властивостей комірок, що знаходяться в межах прямокутного вікна, яке оточує дану комірку. Такі операції називають операціями в змінному вікні.

По-друге, нове значення комірки може представляти напрямок руху води до сусідньої комірки на карті місцевих ліній течії, побудованої на основі цифрової моделі рельєфу.

По-третє, нове значення комірки може бути обчислене за рахунок комірок, розміщених на шляху руху до даної комірки від деякої вихідної. Цей шлях - найкоротша відстань від вихідної комірки до даної з урахуванням „тертя” (витрат на одиницю шляху) або без нього. Такі операції називають дистанційними.

По-четверте, нове значення комірки може бути обчислене на основі урахування вмісту комірок, що знаходяться вище за течією від розглянутої комірки. Ці оператори використовують карту місцевих ліній течії для гідрологічного моделювання транспорту матеріалу в межах річкового басейну або його частини.

По-п'яте, просторові асоціації можуть розглядатися як комірки, що знаходяться в межах прямої видимості від даної комірки на цифровій моделі рельєфу. У цьому випадку фокальні операції називають аналізом видимості.

Операції в ковзному (або змінному) вікні. Полягають у виконанні певних операцій в прямокутному вікні, що переміщається по растру, з присвоєнням на кожному кроці результату центральній комірці вікна.

Існують дві групи операцій у ковзному вікні. До *першої групи* відносять операції обчислення деяких статистичних параметрів зі значень комірок, що надходять у вікно. Для цих операцій розмір квадратного вікна визначається користувачем і не обмежений загальною кількістю комірок. До цієї групи відносять операції, що виконуються такими операторами, як:

- визначення мінімального значення у вікні (*minimum*);
- визначення максимального значення у вікні (*maximum*);
- визначення різниці між найбільшим і найменшим значеннями у вікні (*range*);
- визначення суми всіх значень у вікні (*total*);
- визначення середнього арифметичного значення у вікні (*mode*);
- визначення значення, що з'являється у вікні найчастіше (шпигіт);
- визначення значення, що з'являється у вікні найрідше (шпигіт);
- визначення кількості унікальних значень у вікні (шпигіт) і деякі інші.

До *другої групи* операцій у ковзному вікні відносять операції у фіксованому вікні розміром 3x3 комірки, за допомогою яких обчислюються морфометричні характеристики

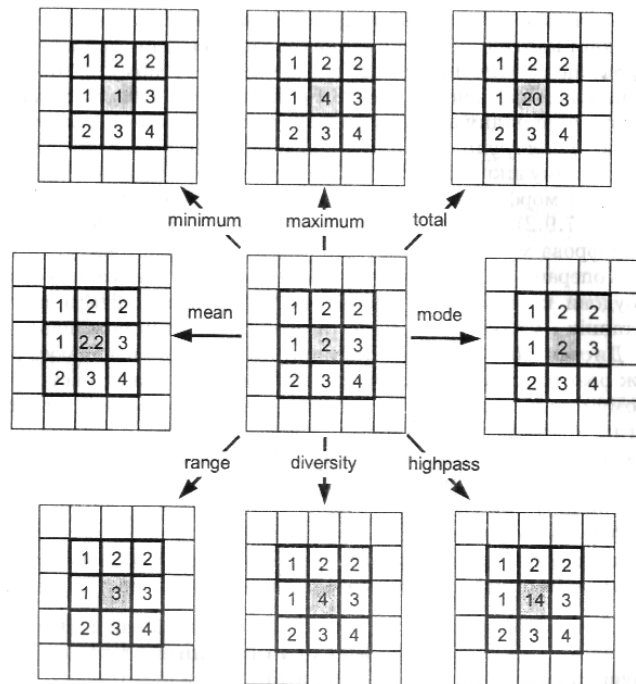


Рис. 4. Операції в ковзному вікні розміром 3x3 комірки

топографічної поверхні. Як вихідна карта в цьому випадку використовується цифрова модель рельєфу. До складу операцій цієї групи належать операції з обчислення ухилів, експозицій, кривизни поверхні і побудови карт місцевих ліній течії.

Дистанційні операції

визначають шлях між розглянутою (цільовою) та іншими комірками растра. При цьому шлях може бути визначений двома способами: як найкоротша відстань між комірками або по лініях течії з використанням карти місцевих ліній течії. При цьому й у першому, і у другому випадках можуть враховуватися витрати на подолання кожної комірки (тертя).

Операція з *аналізу видимості* використовує вихідну карту висот (цифрову модель рельєфу), за якою

визначаються комірки, що знаходяться в прямій видимості від даної.

Зональні операції картографічного моделювання складаються із операторів, що обчислюють нове значення для кожної комірки як *функцію значень комірок, які входять у той самий ареал (зону), що і розглянута в даний момент комірка*. Ці операції забезпечують агрегування значень комірок у межах територіальних одиниць (ареалів) розглянутої карти. Для кожної комірки розглянутої територіальної одиниці обчислюється статистичне значення на основі значень комірок вихідної карти. Це значення присвоюється всім коміркам результуючої карти, що належить до однієї (даної) територіальній одиниці (зони, ареалу)⁵⁰. Загальний формат команд більшості зональних

⁵⁰ До операторів, що забезпечують виконання операцій даної групи, звичайно належать оператори:

- присвоєння кожній комірці карти значення площі ареалу, до якого вона належить;
- присвоєння кожній комірці середнього значення комірок, що належать даному ареалу (класу);

операцій такий: *Результат* = оператор (*вираз*, *класи ареалів*), де *Результат* - результуюча карта; оператор - один із зональних операторів; *вираз* - карта змінної, з якою виконуються дії (обчислюється площа, середнє значення, знаходиться кількість унікальних значень і т.ін.), *класи ареалів* — карта просторового розподілу деяких класів просторових ареалів (грунтових, рослинності, ландшафтних, адміністративних або господарських одиниць).

Глобальні операції виконуються в тому випадку, коли карта класів об'єктів представлена одним об'єктом, розподіленим по всій площі. Результатом виконання глобальної операції є число - функція значень всіх комірок, що не містять відсутні значення. До складу глобальних входять такі оператори, як:

- обчислення загальної площі комірок;
- обчислення суми значень всіх комірок;
- обчислення середнього значення зі значень усіх комірок;
- знаходження максимального чи мінімального значень зі значень усіх комірок;
- визначення площі і довжини комірки растра і деякі інші.

Загальним форматом глобальної операції є: *Результат* = оператор (*вираз*), де *Результат* - результуюча карта; оператор - один із глобальних операторів; *вираз* - карта змінної. Результат виконання глобальних операцій присвоюється всім коміркам нової карти з такими ж просторовими атрибутами, що й у вихідній.

Сучасні інструментальні ГІС мають різні можливості *статистичного аналізу*. Функції статистичного аналізу реалізовані як власні оператори і відображені в головному меню. У низці пакетів, у тому числі й у пакеті *Mapinfo*, що широко використовується в Україні, функції статистичного аналізу реалізуються засобами офісного пакета фірми (*MS Excel*), з яким вони цілком сумісні.

До найбільш часто реалізованих у рамках ГІС-пакетів операцій статистичного аналізу відносять такі:

- обчислення статистичних параметрів просторового розподілу змінної, представленої на карті, — середнього, середньоквадратичного відхилення, дисперсії, мінімального і максимального значень;
- побудова гістограм просторового розподілу змінної для всієї території або її частини в графічній і табличній формі з можливістю задання користувачем кількості інтервалів і/ або ширини інтервалів.

У пакетах з розвинутими аналітичними можливостями набір операцій статистичного аналізу значно розширений, у тому числі:

- визначення статистичних параметрів - середнього, середньоквадратичного відхилення, мінімального і максимального значень, розмаху коливань вибіркової сукупності, сформованої на основі карти по масці, що задається;
- лінійної регресії просторових розподілів двох змінних з побудовою графіка регресії;
- множинної лінійної регресії кількох просторових змінних (геозображень);
- лінійної регресії двох логарифмічно перетворених просторово розподілених змінних;
- побудови трендової поверхні геозображення з використанням поліномів першого, другого і третього порядку, параметри яких визначаються за допомогою методу найменших квадратів;

-
- присвоєння кожній комірці кількості унікальних значень змінної в межах ареалу;
 - присвоєння кожній комірці значення, що найбільш часто виявляється в даному класі;
 - присвоєння кожній комірці максимального значення з комірок ареалу, до якого вона належить;
 - присвоєння кожній комірці мінімального значення з ареалу, до якого вона належить;
 - присвоєння кожній комірці суми значень комірок ареалу, до якого вона належить;
 - ідентифікації всіх безперервних груп комірок з однаковими значеннями і присвоєння коміркам, що належать до однієї безперервної групи, нового унікального значення.

- розрахунку характеристики «однокрокової» просторової автокореляції - статистики Морана / для усього геозображення або його частин, що задаються картою-маскою;
- зіставлення двох просторових розподілів і оцінка їх відповідності один одному
- нормалізації просторового розподілу кількісної змінної з використанням попередньо обчислених середнього арифметичного значення і середньоквадратичного відхилення - шляхом віднімання від значення кожної комірки середнього значення і ділення отриманої різниці на середньоквадратичне відхилення;
- генерування просторового розподілу випадкової змінної, що підпорядковується лінійному, нормальному і логнормальному законам розподілу.

До методів *просторового аналізу* можна, по суті, віднести переважну більшість процедур аналітичного блока сучасних ГІС, а саме: *побудову буферів, аналіз географічного збігу і включення, аналіз близькості і зонування території з використанням полігонів Тиссена - Вороного.*

Побудова буферів. Точкові, лінійні і територіальні об'єкти можуть бути використані для побудови нових територіальних об'єктів, межі яких знаходяться на певній відстані від вихідних. Ці нові територіальні об'єкти в ГІС-технології називаються *буферами*. Буфери можуть будуватися навколо точкових (свердловина питного водопостачання, зосереджене джерело забруднення та ін.), лінійних (ріка, траса автомобільної дороги або залізниці, нафтопроводу тощо) і просторових (територіальних) об'єктів (смітник побутових відходів, водоймища, лісовий масив та ін.) (рис. 5).

Навколо точкового об'єкта буфер утворить коло з радіусом, визначеним користувачем або обчисленим за зазначеним правилом з використанням набору характеристик.

Для лінійних об'єктів буфер формує прилеглі до них смуги, що вміщують територію, яка лежить у межах визначеної відстані від лінійного об'єкта. Відстань знову-таки може бути задана або обчислена. Можливе задання буферів змінної ширини а відстанню від лінійного об'єкта, пропорційною деяким атрибутам.

Для просторового об'єкта буфер може бути побудований поза вихідним просторовим об'єктом або всередині нього. Розміри буфера можуть бути постійними або визначені автоматично за деякими правилами на основі інформації, що міститься в базі даних, або змінюватися відповідно до змінних зовнішніх умов.

Аналіз географічного збігу і включення полягає у визначенні взаємного розміщення точкових, лінійних і просторових об'єктів. Варіантами є:

- визначення знаходження всіх точкових об'єктів (наприклад, метеорологічних станцій), що знаходяться в межах територіального об'єкта (наприклад, адміністративної області або річкового басейну);
- ідентифікація всіх лінійних об'єктів (наприклад, магістральних трубопроводів) у межах територіального об'єкта (наприклад, адміністративної області);
- визначення територіальних об'єктів (наприклад, водойм, звалищ побутових відходів, масивів лісонасаджень), що лежать у межах інших територіальних об'єктів (наприклад, території міста, річкового басейну).

Дана процедура часто використовується разом із процедурою побудови буферів для знаходження об'єктів, що потрапляють у межі буферної зони.

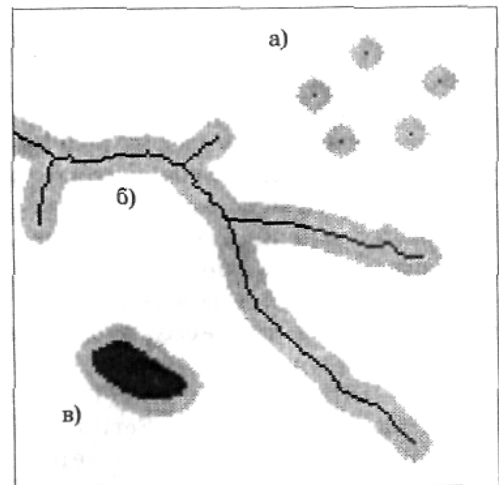


Рис. 5. Буфери навколо точкових (а), лінійних (б) та просторових (в) об'єктів

Аналіз близькості. Завданням даного виду географічного аналізу є пошук об'єктів, що лежать на визначеній відстані від початкового об'єкта. Результати аналізу можуть бути використані для подальшої обробки. Концептуально ця процедура подібна до побудови буфера «на льоту» і не вимагає розроблення нової карти - карти буферів. Аналіз близькості передбачає, наприклад, пошук усіх будинків, що містять небезпечні матеріали, у межах 300 м від місця пожежі. Ця процедура може також бути використана, наприклад, для виявлення всіх людей похилого віку, а також інших людей із хронічними респіраторними захворюваннями, які потрапляють у зону задимлення і потребують евакуації при пожежі тощо.

Зонування території за допомогою полігонів Тиссена – Вороного. Полігонами Тиссена - Вороного називаються багатокутники, побудовані навколо мережі точкових об'єктів таким чином, що для будь-якої позиції в межах полігонів відстань до центрального точкового об'єкта завжди менша, ніж до будь-якого іншого об'єкта мережі, що розглядається.

Побудова багатокутників (полігонів) Тиссена - Вороного на практиці є однією з основних операцій, що поділяють територію, яка розглядається, на сукупність районів, що визначають просторові асоціації і взаємодії. Цей вид аналізу широко використовується для розподілу поверхні на основі визначених користувачем критеріїв і атрибутів. Як приклад можна навести завдання визначення ареалів поширення даних спостережень на мережі метеорологічних станцій, нерівномірно розміщених у межах розглянутої території (рис. 6).

При представленні аналітичних можливостей ГІС серед інших звичайно називають і

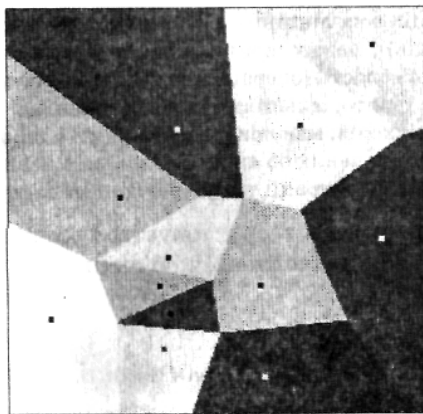


Рис. 6. Полігони Тиссена – Вороного, побудовані для нерівномірної мережі точкових об'єктів

оверлейні операції, або оверлейний аналіз. Як правило, при цьому розуміють операції „накладення” один на одного двох або більше шарів, в результаті якого утворюється графічна композиція, або графічний оверлей, вихідних шарів або один похідний шар, що містить композицію просторових об'єктів вихідних шарів; топологія цієї композиції і атрибути

арифметично або логічно похідні від топології і значень атрибутів вихідних об'єктів в топологічному оверлей. У сумісних оверлейних операціях можуть використовуватися різні типи просторових об'єктів: точкові, лінійні і полігональні⁵¹. Проте найчастіше спостерігаються накладення двох полігональних шарів.

Аналіз рельєфу. Перш ніж перейти до процедур аналізу рельєфу в ГІС, які базуються на цифрових моделях рельєфу, слід визначити поняття «цифрова модель рельєфу» і розглянути методи побудови цифрових моделей рельєфу, оскільки внаслідок нерегулярності топографічної поверхні й обмеженості наявних даних для її побудови - це завдання не є тривіальним.

⁵¹ Наприклад, аналіз вартості прокладення кабелю через кілька різних ділянок передбачає операцію накладення карти траси кабелю (лінійні дані) на карту землекористування (полігональні дані). При цьому визначається довжина ділянки траси, що проходить через кожне землекористування, і залежно від типу ділянки визначається вартість прокладення. Можуть також аналізуватися перетини з іншими підземними комунікаціями, розміщеними на різній глибині, наявність додаткових споживачів та ін.

Під *цифровою моделлю рельєфу* - ЦМР, хоча останній термін не є точним, оскільки його дослівним перекладом з англійської мови є термін «цифрова модель місцевості») - у геоінформатиці звичайно розуміють цифрове подання топографічної поверхні у вигляді регулярної мережі комірок заданого розміру або нерегулярної трикутної мережі. Ці дві форми подання ЦМР є в наш час взаємно конвертованими і мають практично однакові можливості щодо подання і аналізу рельєфу.

Відомо, що в геоморфології і картографії існують дещо інші підходи до трактування цього поняття. У коло визначення ЦМР згідно з цими підходами звичайно входять форма задання вихідних даних і спосіб обчислення значень поля в заданих точках. Так, О.В.Поздняков і І.Г.Черваньов (1990) цифровою (точніше, структурно-цифровою) моделлю рельєфу називають модель, утворену дискретним масивом чисел, що описує просторове положення характерних точок каркасних ліній (талвегів і вододілів) одного порядку. У картографії під ЦМР будь-якого географічного поля, у тому числі й рельєфу, розуміють певну форму подання вихідних даних і спосіб їх структурного опису. Це дозволяє обчислювати (відновлювати) значення поля в заданій області шляхом інтерполяції і/чи екстраполяції (Сербенюк, 1990).

Уявляється, що з погляду на аналіз територіальних природних або природно-господарських комплексів і вирішення прикладних завдань, пов'язаних з навколишнім середовищем, засобами ГІС-технологій, кращим є перше визначення. Воно трактує ЦМР як один із шарів інформаційного блока ГІС, що містить цифрову інформацію про відмітки топографічної поверхні у вигляді растра або ТІМ-моделі. У цьому випадку форма представлення вихідних даних про рельєф і спосіб відновлення значень топографічної поверхні по комірках растра заданого розміру з використанням методів інтерполяції й екстраполяції складають основу її побудови.

Дані про рельєф можуть бути отримані шляхом натурних вимірювань, включаючи топогеодезичні роботи на місцевості, промірні роботи на водоймах, дистанційне зондування, а також картометричні роботи. У зв'язку із цим можливі істотно різні форми задання цих даних:

1) з регулярним розміщенням точок на прямокутних, трикутних і шестикутних (гексагональних) сітках, отриманих при тахеометричній зйомці або спеціальних видах площинного нівелювання, а також у результаті картометричних робіт;

2) з нерегулярним поданням точок по структурних лініях, профілях, центрах площ, локальних точках, отриманих у результаті інструментальної зйомки чи картометричних робіт;

3) з ізолінійним заданням точок, розміщених по ізолініях рівномірно або з урахуванням складності їхнього рисунка, отриманих, при цифруванні горизонталей топографічних карт.

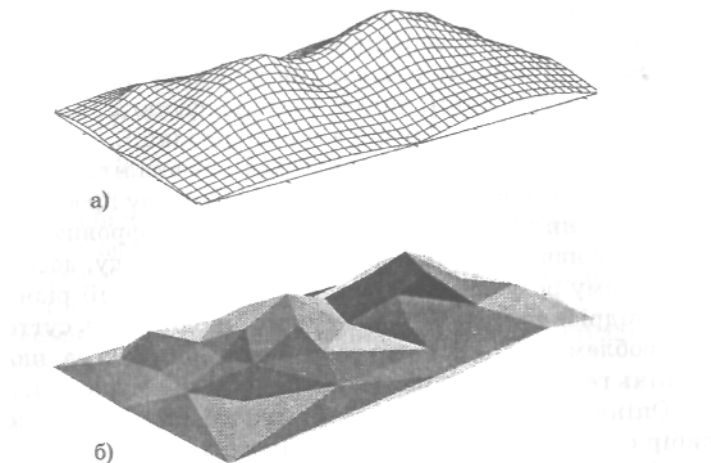


Рис. 7. Цифрова модель рельєфу у вигляді растра (а) і трикутної нерегулярної мережі (б)

цифрове подання топографічної поверхні у вигляді растра (рис. 7.а). Побудова ЦМР у

Форма задання вихідних даних про рельєф, їх детальність і вірогідність визначають вибір різновиду ЦМР, спосіб просторової інтерполяції в межах досліджуваної території, а також ступінь адекватності побудованої моделі рельєфу. Найбільш поширеним різновидом цифрової моделі рельєфу, що використовується, є

цьому випадку полягає в поширенні наявного обмеженого набору точкових даних про відмітки топографічної поверхні в прилеглі комірki растра, що суцільно покриває дану територію, з використанням методів просторової інтерполяції. Просторова інтерполяція точкових даних ґрунтується на виборі аналітичної моделі топографічної поверхні. Завдання інтерполяції тут полягає в тому, щоб побудувати за цими даними цю функцію для всієї області, тобто задати алгоритм обчислення функції (X, Y) у будь-якій точці з координатами X, Y . У зв'язку з неможливістю опису топографічної поверхні в межах усієї території однією функцією для просторової інтерполяції поверхонь з регулярним розміщенням опорних точок звичайно використовують методи локальної (або кускової) інтерполяції. Для визначення значення змінної в розглянутій точці (вузлі) використовується не вся сукупність наявних даних, а дані вимірювань у точках, що знаходяться в деякому околі цієї точки. При цьому використовують поліноміальну і сплайнову інтерполяцію із застосуванням в останньому випадку бікубічних сплайнів. При нерегулярній схемі розміщення опорних точок використовується кускова поліноміальна інтерполяція з застосуванням як ортогональних, так і неортогональних поліномів, рядів Фур'є, аналітична сплайн-інтерполяція (з використанням - О-сплайнів), ковзного зваженого осереднення і деякі інші методи.

Для мережного аналізу в різних ГІС-пакетах розроблено ряд спеціальних алгоритмів, користувач має можливість створювати власні алгоритми на основі набору функцій мережного аналізу. Перед початком аналізу користувач повинен провести підготовку мережі - установити початкові і кінцеві точки для розрахунку напрямку потоку (руху); установити стан перемикачів, що забороняють рух у визначеному напрямку; встановити проміжні пункти руху на ребрах або з'єднаннях. На основі стандартних функцій (визначення пройденої відстані, визначення напрямку руху, опору при русі та ін.) в ГІС, як правило, реалізовані такі алгоритми мережного аналізу:

- визначення найкоротшого маршруту руху транспорту між двома і більше точками (враховується тільки сума довжин ребер);
- визначення оптимального маршруту руху транспорту між двома і більше точками (враховується довжина і час проходження ребер залежно від атрибута, що характеризує опір руху);
- визначення максимальної або оптимальної швидкості руху транспорту між двома і більше точками (враховується довжина і час проходження ребер залежно від атрибута, що характеризує опір руху, кількість транспорту, зупинки на світлофорах);
- визначення витрат на рух транспорту, нарахування дорожніх зборів (враховується довжина і час проходження ребер залежно від атрибута, що характеризує опір руху);
- пошук маршруту для перевезення небезпечних матеріалів (враховуються атрибути ребер і з'єднань, що забороняють відповідні дії);
- визначення зони транспортної досяжності з початкової точки за певний відрізок часу (враховуються довжина і час проходження ребер залежно від атрибута, що характеризує опір руху);
- визначення тиску чи температури у водопровідній або газовій мережі (враховуються довжина і діаметр труб, пропускна здатність вентилів, тиск або температура на виході з джерела, тиск або температура у кінцевого користувача);
- визначення спадання напруги в електричній мережі (враховуються довжина, перетин і опір ребер, коефіцієнти передачі й опору на з'єднаннях).

У процесі аналізу проводиться трасування мережі від початкової до кінцевої точки, зазначеної користувачем. Залежно від поставленої мети будуть обрані і відповідним чином позначені ребра і з'єднання, що знаходяться на маршруті руху, у табличному вигляді подані відстані і витрати на подолання маршруту (витрати часу, палива та ін.; витрати продукту або електричної напруги); списки проміжних об'єктів на маршруті, їхній стан. Отриманий у результаті аналізу маршрут або списки об'єктів на маршруті можуть бути використані для побудови інших аналітичних процедур.

Тема: **ДАНІ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ У ГІС**
(МОДУЛЬ 3. СУЧАСНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ)

План заняття

1. Види дистанційних зйомок, поняття про аерофотознімання.
2. Особливості застосування даних ДЗЗ у ГІС.
3. Головні проблеми використання даних ДЗЗ у ГІС.
4. Роль дистанційних методів в охороні довкілля.

1. Види дистанційних зйомок, поняття про аерофотознімання. Дистанційні методи поділяються на два основних типи: *пасивні* й *активні*. Пасивні методи ґрунтуються на вимірюванні природного теплового або відбитого сонячного випромінювання. Активні методи передбачають використання штучних джерел випромінювання (насамперед лазерів) та реєстрацію відбитого випромінювання або флуоресценції об'єктів, що досліджуються. Фізична сутність сучасних дистанційних видів зйомки полягає у *цифровій, фотографічній або графічній реєстрації ультрафіолетового, видимого, інфрачервоного і гамма-випромінювань, радіохвиль, радіоактивних процесів, а також геомагнітного, штучного електричного і гравітаційних полів*. Структура космічної системи вивчення природних ресурсів наведено на рисунку 1.

Реєстрація сигналів може здійснюватися за допомогою цифрових фотографічних систем, оптико-електронних систем і геофізичних приймачів. Сучасні види дистанційних зйомок залежно від типу приймача і способу реєстрації об'єктів і явищ поділяються на 4 види (табл.1): *візуальні, фотографічні, фотоелектронні, геофізичні*.

Візуальні спостереження природних об'єктів з літаків, гелікоптерів або космічних

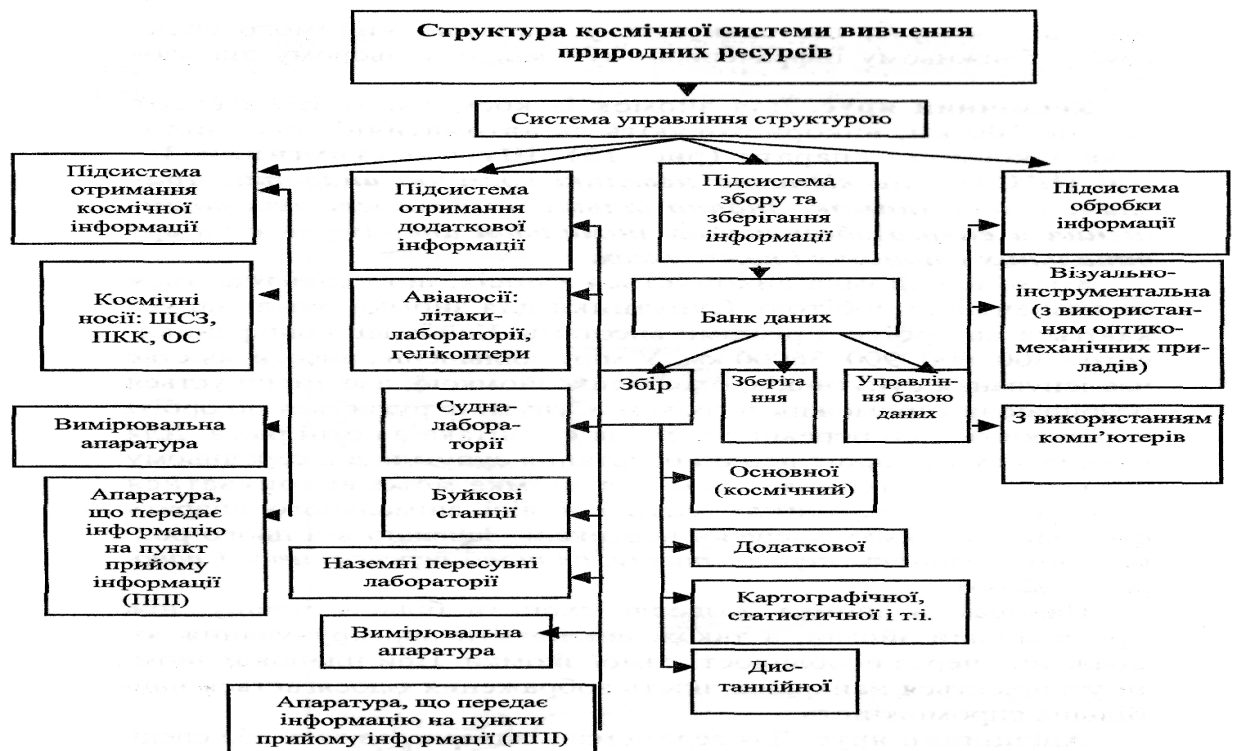


Рисунок 1 - Структура космічної системи вивчення природних ресурсів

кораблів дозволяють збільшити ефективність виконання низки задач щодо дослідження

природних ресурсів Землі за рахунок скорочення обсягу інформації, що фіксується, її попереднього опрацювання і добору перед передачею на Землю.

Фотографічна аерокосмічна зйомка дуже поширена через наочні знімки, які отримують за допомогою цієї зйомки. Такі зображення є найбільш змістовними та детальними, тому фотографічна зйомка з літальних апаратів найбільш розповсюджена.

Фотоелектронна зйомка дає можливість систематичного одержання зображення всієї поверхні Землі протягом тривалого часу.

Геофізична зйомка використовується для геологічних досліджень, де основним чинником, що забезпечує формування сигналу, є гірські породи, у той час як вплив інших компонентів ландшафту близький до нуля.

Аерофотознімання, фотографування місцевості з повітря спеціальним *аерофотоапаратом*, встановленим на літаку, вертольоті, дирижаблі, штучному супутнику Землі або ракеті. Площина аерофотоапарата може займати задане горизонтальне (планове аерофотознімання найбільш поширене) або похиле (перспективне аерофотознімання) положення. В окремих випадках фотографування здійснюється на циліндрову поверхню або об'єктивом, що обертається (панорамне аерофотознімання)⁵².

Таблиця 1

Види космічних зйомок

Аерокосмічні методи	Види зйомок	Область спектру
Візуальні дослідження	Візуальні остереження, окомірна зйомка, дешифрування знімків у польоті	Видима
Фотографічна зйомка	Чорно-біла, спектрональна, кольорова, кольорова спектрональна, інфрачервона, голографія	Видима, інфрачервона (ближній діапазон)
Фотоелектронна зйомка	Телевізійна, тепла (ІЧ), радіотеплова, радіолокаційна, ультрафіолетова спектрометрична	Видима, інфрачервона (теплова) радіодіапазон
Геофізична зйомка	Магнітна, радіометрична, електророзвідка, гравіметрична	Радіодіапазоні

Для підвищення якості і точності аерознімків при аерофотозніманні застосовують аерофотооб'єктиви з високою роздільною здатністю і малою дісторсією і аероплівку з дуже малою чутливістю. Аерофотоапарат має бути строго вирівняним за площиною, падіння освітленості по полю зору має бути найменшим, затвор повинен забезпечити дуже короткі (до 1:1000 сек) витримки, щоб зменшити нерізкість аероплівки у момент фотографування.

Фотоматеріали класифікують: за призначенням (аерофотоплівки, фототехнічні плівки та ін.); за кольором отриманого фотографічного зображення (чорно-білі, спектрональні і кольорові); за будовою (фотоплівки, фотопластинки, фотопапір). Усі фотоматеріали мають підложку (основу) та світлочуттєвий або емульсійний шар. В аерофотографії застосовуються підложки з прозорих (триацетатних або лавсанових)

⁵² Зазвичай аерофотознімання виконують однооб'єктивним аерофотоапаратом, але інколи для збільшення площі, що фотографується на одному знімку, — багатооб'єктивним аерофотоапаратом, фотографування здійснюють одиночними аерознімками, певним напрямом (маршрутне аерофотознімання) або за площею (площинне аерофотознімання). При прокладенні маршруту частина ділянки місцевості, сфотографованої на одному знімку повинна фотографуватися і на іншому. Відношення площі, сфотографованої на двох суміжних знімках, до площі, змальованої на кожному окремому знімку, виражене у відсотках, називається *подовжним перекриттям*; його задають відповідно до вимог подальшої фотограмметричної обробки (звичайне подовжнє перекриття 60%). При аерофотозніманні значної по ширині ділянки фотографування площі здійснюють серією паралельних маршрутів, що мають між собою поперечне перекриття (зазвичай 30%).

плівок. При фототеодолітних зйомках підложкою використовуваних фотоматеріалів зазвичай слугують тонкі скляні пластинки. В аерофотознімальних роботах застосовуються фотоплівки: чорно-біла панхроматична, ізопанхроматична і інфрахроматична; кольорові спектрозональні для умовної кольоропередачі (спектрозональні); кольорові для натурального відтворення об'єктів місцевості.

Багатозональна зйомка - це зйомка у вузьких спектральних діапазонах, коли одночасно використовується декілька (до 6 і більше) каналів. Діапазони багатозональної зйомки зазвичай розташовуються у різних ділянках спектра. Багатозональну зйомку можна віднести до фотографічної, якщо зображення отримують безпосередньо на світлочутливих матеріалах, і до нефотографічної, якщо зображення отримують безпосередньо у вигляді електричних сигналів, які потім передають по каналах зв'язку і (або) записують на магнітну стрічку. Багатозональну фотокартку отримують у результаті фотографування однією багатооб'єктивною або комплексом синхронізованих фотокамер з різними комбінаціями фотоплівок і світлофільтрів, що дають зональні зображення в різних спектральних інтервалах. При багатозональній зйомці отримують серію знімків, неідентичних за розподілом оптичних щільностей, що пов'язано з розходженнями в відбивній спроможності об'єктів зйомки в різних зонах спектра⁵³.

Характеризовані вище види ДЗЗ належать до *пасивних*, або тих, які різними засобами фіксують природне випромінювання об'єктів знімання. До *активних* систем належать ті, які дозволяють отримати більшу інформацію або завдяки більшому куту захоплення зображення, або завдяки застосуванню штучного променевого або хвильового випромінювання.

Так, в аерофотоапаратах встановлюються *високоякісні об'єктиви* з різною фокусною відстанню від 35 до 1000 мм, що дозволяє збільшувати територіальне охоплення зйомки.

За допомогою *сканерів-радіометрів* формуються «мозаїчні» знімки, що складаються з багатьох окремих, послідовно отриманих елементів зображення. При сканерній зйомці зображення місцевості отримують у вигляді неперервної смуги, що складається зі смуг (сканів), що в свою чергу складаються з окремих елементів (пікселів)⁵⁴.

Телевізійна апаратура поділяється за засобом запису та передачі відеоінформації на *оптичну, оптико-механічну і фото-телевізійну*. За спектральним діапазоном фотографічні і телевізійні системи охоплюють довгохвильову частину УФ-діапазону (0,3-0,4 мкм), видиму і ближню ІЧ-область (0,4-0,9 мкм) спектру. На виході таких камер формується видиме зображення об'єкту. Одним з ефективних приладів відеознімання є *телевізійні камери*.

Можлива також активна зйомка за допомогою *лазерних локаторів (лідарів - скорочення від Light Distance And Ranging)*, що використовують монохроматичне

⁵³ Природні об'єкти навколо нас мають різні спектри відбиття. Якщо усю видиму область електромагнітного випромінювання розбити на декілька зон і через світлофільтри, що пропускають тільки визначену частину усього видимого спектру, приймати випромінювання від якогось об'єкта, то інтенсивність і форма прийнятих сигналів виявляться різними. Маючи зображення земної поверхні в цьому діапазоні, можна за вимірами інтенсивності випромінювання від різних об'єктів визначити їхній тип. Якщо використовувати ще один діапазон хвиль і в ньому виміряти інтенсивність випромінювання від тих же об'єктів, тоді випромінювальні і відбивні характеристики об'єктів, різних за своїми фізичними і біологічними властивостями, проявляться сильніше, і дозволять виявити наявні в них відмінності. Наприклад, рілля і посіви різних культур, сфотографовані в декількох зонах спектра, відобразяться по-різному, опинившись на знімку зовсім різного кольору, відтінку і щільності. Так, у діапазонах 0,4 - 0,44 мкм, 0,62 - 0,66 мкм виявилось можливим розрізнити такі категорії посівів, як жито, кукурудза, соя, люцерна й інші, і не засаджені ґрунти.

⁵⁴ Сканування - це послідовний порядковий перегляд смуги місцевості з КЛА або літака. Зображення формується по мірі переміщення КЛА по трасі польоту за рахунок додавання окремих рядків. Рядки сканування зазвичай розташовуються перпендикулярно до напрямку польоту. Радіометри, що сканують, за спектральним діапазоном можуть бути поділені на сканери видимого діапазону (λ , = 0,4-0,7 мкм), ІЧ радіометри (λ , = 0,9-1,3; 1,5-1,8; 2-2,5; 3-4; 8-12 мкм), мікрохвильові радіометри, що сканують (λ , = 1,55 см) і багатоспектральні системи, що сканують, які обладнані приймачами.

випромінювання УФ та видимого діапазонів. Принцип дії лідара у вимірюванні інтенсивності розсіювання лазерного випромінювання аерозолем атмосфери. Лідар посиляє в атмосферу короткий імпульс світла і приймає назад сигнал зворотного розсіювання.

Локатори бічного огляду є прикладами знімальних систем, що дозволяють отримати «строчні» знімки. Бічний огляд - один з видів активної зйомки з рухомого носія здійснюється в радіо або акустичному діапазонах хвиль за допомогою знімальних систем - *радіолокатора бічного огляду та гідролокатора бічного огляду*.

Радіолокаційні системи - це радіометри активного типу, що сприймають відбиту від об'єкта енергію при його опроміненні у визначеній ділянці радіочастотного або видимого діапазонів спектру.

Для вимірів спектральних характеристик відбитка різних природних утворень використовуються *спектрометри* - прилади, що сприймають відбиту об'єктом енергію або енергію, що випромінюється об'єктом, одночасно в декількох, значно більш вузьких, ніж у радіометрах, смугах УФ, ІЧ- або радіочастотного діапазонів спектру.

2.Особливості застосування даних ДДЗ у ГІС. Дані *дистанційного зондування* (ДДЗ, *син. дані аерокосмічного зондування*) (англ. *remote sensing data, remotely sensed data, remote surveying data, aerospace data*) - це дані про поверхню Землі і об'єкти, розташовані на ній або у її надрах, які отримані в процесі зйомок будь-якими неконтактними, тобто *дистанційними методами*.

До ДДЗ відносяться дані, отримані за допомогою знімальної апаратури наземного, повітряного або космічного базування, яка дозволяє отримувати зображення у одному чи декількох частинах електромагнітного спектра. Характеристики такого зображення залежать від багатьох природних умов і технічних факторів. До *природних умов* відносять сезон зйомки, освітленість поверхні, що знімається, стан атмосфери і т.ін. До *основних технічних умов* належать тип платформи, яка несе знімальну апаратуру, тип датчика (або сенсора), метод управління процесом зйомки, орієнтація оптичної вісі знімального апарата та метод отримання зображення. Головні характеристики ДДЗ визначаються числом та градаціями спектральних діапазонів, геометричними особливостями отриманого зображення (видом проекції, розподілом викривлень), *розрізнюванням* цього зображення (англ. *image resolution, resolution*).

Датчики (сенсори) дистанційного зондування можуть сприймати різні ділянки електромагнітного спектра, як у видимому діапазоні, так і поза ним. Вони забезпечують повторну зйомку тих же ділянок поверхні Землі через певний інтервал часу, а також можуть створювати стереозображення. Кожна система ДЗ унікальна і характеризується власними особливостями. А проте, незалежно від типу чутливих елементів, сенсори передають зображення у вигляді прямокутної матриці *пікселів* (скорочення від англ. «*picture elements*» - «*елемент зображення*»).

Отже, піксел (англ. *pixel*) - це *двовимірний елемент зображення, найменший з його складників, який отримується в результаті дискретизації (квантування) зображення* (поділу на далі неподільні елементи, - *комірки растра*). Піксел характеризується *прямокутною формою і розмірами*, що визначають просторове розрізнювання зображення (або просто просторове розрізнювання), під яким у цілому розуміється *розмір порції земної поверхні, що охоплюється одним, пікселом*. Чим меншим є розмір піксела, тим вищим є просторове розрізнювання. В залежності від призначення, апаратури, способів та умов зйомки, зображення дистанційного зондування можуть мати розмір піксела, тобто розрізнювання, від декількох сантиметрів до декількох кілометрів⁵⁵.

⁵⁵ Інколи, особливо при характеристиці можливостей апаратури ДЗ тощо, застосовують термін «розрізнювальна здатність» (англ. *resolution ratio, resolution*) як синонім терміна «розрізнювання». Для подавання тіл (поверхонь) або багатошарих комбінацій зображень (цифрових тривимірних зображень) використовується тривимірний аналог піксела - найменший тривимірний елемент об'ємного зображення, що

Кількість електромагнітної енергії, що потрапляє в один піксел, перетворюється у число і у бінарному вигляді передається на землю. *Число бінарних розрядів (бітів), якими кодується кожен піксел*, зветься радіометричним розрізнюванням зображення (або просто радіометричним розрізнюванням). Чим більше бітів використовується на кожний піксел, тим вищим є радіометричне розрізнювання.

Для кожного пікселя визначаються *декілька відліків* — по одному на кожну зону спектра. Позаяк кожна система ДЗ працює у визначених зонах спектра, для того, щоб обрати належний сенсор, потрібно визначитись не тільки з вимоговими значеннями просторового і радіометричного розрізнювань, а і з зоною спектра, у якій відображаються досліджувані явища та об'єкти.

3. Головні проблеми використання даних ДЗЗ у ГІС. До найбільш складних проблем, пов'язаних з використанням ДДЗ, відносяться їх *геометрична корекція та отримання корисної інформації із знімків (дешифрування)*.

Стосовно *проблеми геометричної корекції ДДЗ* слід зазначити, що квантування простору на піксели створює ще один рівень спрощення зображення наземних об'єктів. Об'єкти, які є істотно меншими за розмір пікселів, не можуть бути виявлені (випадок недостатнього просторового розрізнювання), а проте їх присутність впливає на кількість випромінювання, що потрапляє на сенсор, створюючи *проблему змішаних пікселів або мікселів*, про які вже йшла мова. Практично завжди піксели містять більше або менше число різних об'єктів чи їх частин - питання лише у тому, як таке змішування вплине на наступний аналіз інформації. Коли на знімок потрапляє ділянка з відносно невеликою часткою дрібних «сторонніх» об'єктів, можна вважати, що такі об'єкти, менші просторового розрізнювання зображення на знімку, не впливають на результати аналізу. Але у випадку, наприклад, міського середовища, знімки із низьким розрізнюванням можуть істотно спотворити результати дешифрування, позаяк в окремих пікселях будуть змішуватися суттєво різні за класом об'єкти.

Іншою проблемою є *дешифрування ДДЗ*, процедури якого поділяються на дві групи:

1) процедури поліпшення читабельності знімків (*англ. Enhancemen*) їх призначення - полегшення сприйняття зображення людиною-аналітиком. Сюди входять такі дії, як зміна яскравості та контрастності всього зображення чи окремих його частин, згладжування (в основному для шуму, який створює ефект зйомки через «снігопад»), а також підкреслювання контурів та дрібних деталей;

2) процедури класифікації (категорування) об'єктів (*англ. categorization*). Класифікація по відношенню до ДДЗ є схожою до всіх інших видів класифікації у ГІС тим, що вона зазвичай вносить додаткове спрощення даних у кінцевий продукт, переводячи ці дані з шкали відношень у більш «грубі» шкали - інтервальну, порядкову і номінальну. А проте, аналітична парадигма потребує забезпечення доступності вихідних даних для користувача з метою отримання максимуму інформації, чому недешифровані знімки все частіше стають частиною баз даних ГІС, особливо пов'язаних з фактографічною геоecологічною інформацією.

несе в собі інформацію, тобто своєрідна «кубічна» комірка, яка зветься *воксел* (*англ. Voxel як скорочення від «volume element» або «volume pixel»*). Крім того, піксел, утворений змішуванням декількох суміжних з ним комірок з відмінними значеннями класів, а також піксел, що не піддається віднесенню до жодного з класів з визначеного їх набору, у технології цифрової обробки зображень отримав назву *міксел* (*англ. mixel як скорочення від «mixed element»*). З огляду на останнє, не дивлячись на спорідненість, взаємопоєднання і вживання як синоніми термінів «класифікація» і «категорування», доцільним для цього посібника, на наш погляд, є їх певне змістовне розрізнення. Згідно з ним класифікацію слід більшою мірою ототожнювати з обґрунтуванням класифікаційних ознак і власне створенням універсальних предметних класифікаційних схем, а категорування - з безпосереднім процесом розподілу і віднесення об'єктів до категорій прийнятої класифікаційної схеми. За таких умов категорування є близьким до поняття «типізація за класифікаційними ознаками».

Всі методи класифікації (категорування), які застосовуються при дистанційному зондуванні, мають один результат - *групування пікселів за категоріями, яким можуть бути присвоєні назви (або які воює мають назви)*⁵⁶.

Таким чином, можна вирізнити три основних методи класифікації і/або категорування при дешифруванні ДДЗ:

1) *автономна класифікація* з наступним категоруванням, коли для визначення її інтервалів використовуються спеціальні алгоритми, які забезпечують потрібні умови розподілу пікселів за класами (категоріями). Деякі з цих алгоритмів вимагають від користувача введення числа класів, інші реалізуються повністю «самостійно»;

2) *класифікація і категорування за еталонами*, коли оператор вибирає набір заздалегідь встановлених еталонів, які визначаються за існуючими класифікаційними схемами або за характеристиками вказаних користувачем областей знімка тощо, після чого програма автоматично «класифікує і категорує» всі піксели цього знімка;

3) *інтерактивне категорування*, коли користувач задає програмі декілька пікселів (навіть один), які повинні подавати обраний об'єкт, після чого програма «відшукує і показує» всі інші сусідні піксели з аналогічними значеннями.

Усі перелічені методи класифікації і/або категорування тією чи іншою мірою є автоматизованими, а проте навіть автономна класифікація потребує від користувача певного уявлення про зміст знімка, не кажучи вже про інтерактивне категорування.

Окрім вищезазначених проблем використання ДДЗ, можна окреслити ще й такі.

По-перше, це проблеми, які виникають у зв'язку з тим, що отримані при дешифруванні категорії можуть бути погано зіставними з тими, які раніше створювалися при ручній інтерпретації знімків і інших картографічних шарів і з якими порівнюються актуальні знімки у середовищі ГІС.

По-друге, існують також певні труднощі, пов'язані із порівнянням знімків території, зробленими у різний час при відмінних між собою погодних умовах, у т.ч. з різних супутників, проблеми корекції геометричних та часових викривлень, обумовлених постійним рухом Землі і супутника та деякі інші проблеми.

Проте, не дивлячись на відносну складність використання ДДЗ у ГІС, ці дві колись абсолютно окремі технології наразі невпинно інтегруються і можливість швидкого створення актуальних карт відчутно «переважає» всі розглянуті проблеми.

4. Роль дистанційних методів в охороні довкілля. У зв'язку з загостренням регіональних і глобальних екологічних проблем виникла необхідність інформаційного забезпечення вивчення антропогенного впливу на природне середовище за допомогою аерокосмічних знімків⁵⁷.

Дані про об'єкт зондування отримують з використанням властивостей електромагнітних хвиль, які випромінюються, відбиваються, поглинаються чи розсіюються об'єктами зондування. Застосування дистанційних методів дає можливість

З огляду на останнє, не дивлячись на спорідненість, взаємопоеднання і вживання як синоніми термінів «класифікація» і «категорування», доцільним для цього посібника, на наш погляд, є їх певне змістовне розрізнення. Згідно з ним класифікацію слід більшою мірою ототожнювати з обґрунтуванням класифікаційних ознак і власне створенням універсальних предметних класифікаційних схем, а категорування - з безпосереднім процесом розподілу і віднесення об'єктів до категорій прийнятої класифікаційної схеми. За таких умов категорування є близьким до поняття «типізація за класифікаційними ознаками».

⁵⁷ Як найбільш яскраві приклади, можна виділити чітке відображення на аерокосмічних знімках видів еродованих ґрунтів, форм водної та вітрової ерозії, стан пасовищ, порушення лісової рослинності - вирубок, згаищ, лісових пожеж; розораність ґрунтів, наслідки розробки кар'єрів і гірських виробіток, забудованість території. З'являються на аерокосмічних знімках і форми сприятливого впливу людини на природне середовище, її діяльність, спрямована на відновлення втрачених природних багатств або покращення несприятливих умов. Добре видно лісосмуги, зрошувальні системи, застосування таких засобів антропогенного впливу, як протиерозійні заходи, насаджування деревинно-чагарникової рослинності на схилах ярів, наслідки сівозмін тощо.

спостереження за змінами природних умов великих регіонів, екологічних лих і катастроф. Деякі наслідки антропогенного впливу, що мають глобальний характер, наприклад, скорочення площі тропічних лісів, опустелювання багатьох регіонів потребують особливої уваги.

Завдяки чіткій фіксації особливостей екологічного стану довкілля аерокосмічні знімки можуть виконувати ревізійну роль. Для такого використання знімків істотне значення має створення системи еталонів зображення різних видів антропогенного впливу на довкілля. Так були зроблені космічні знімки на території радіаційного забруднення у районі Чорнобильської АЕС, а потім складено карти радіаційного забруднення регіону.

У системі комплексного картографування природних ресурсів передбачається картографічне вивчення їх антропогенної динаміки, для чого використовуються карти, що складаються за знімками, карти ландшафтів, сучасного використання ґрунтів і, створені в результаті їх аналізу, карти антропогенно змінених ландшафтів чи оцінки антропогенного впливу на ландшафт. За знімками виявляються природні або антропогенні процеси, що визначають напрям чи характер змін природних ресурсів, реєструються також зміни за певний проміжок часу, виявляються тенденції їх подальшого розвитку при існуючому характері впливу.

Особливості антропогенного впливу і природних умов у різних регіонах проявляються в специфіці малюнка зображення на аерокосмічних знімках. Це є добрим підґрунтям для класифікації ландшафтів, змінених людиною. За знімками вдається дослідити низку катастрофічних явищ, викликаних антропогенним впливом. До них належать, наприклад, піщані бурі. При оцінюванні значення аерокосмічних знімків для охорони лісів від пожеж слід знати, що лісові пожежі надійно дешифруються за димовими шлейфами.

Поряд із вагомими практичними дистанційними дослідженнями антропогенного впливу на природне середовище розвивається і теоретична база - вчення про антропосферу як середовище існування людини, що може бути об'єктом аерокосмічного екологічного моніторингу. Аерокосмічні знімки забезпечують можливість стеження, наприклад, за динамікою атмосфери і прогнозування негативних явищ.

Вочевидь, різноманітні форми антропогенного впливу на довкілля займають значну частину площі Земної кулі. З кожним роком площі антропогенних ландшафтів зростають швидше, а антропогенний вплив на довкілля підсилюється. У зв'язку з цим можна припускати, що в найближчому майбутньому аерокосмічний екологічний моніторинг довкілля стане найбільш розвиненою частиною прикладних дистанційних досліджень, навіть більш важливою і актуальною, ніж вивчення природних ресурсів.

Особливістю дистанційних методів досліджень, які підвищують екологічну інформативність космічних знімків, є можливість отримання повторних знімків на одну і ту ж територію через задані проміжки часу, що дозволяє об'єктивно відстежити зміни в екологічній ситуації, їх динаміку та встановити головні її тенденції. У подальшому це надасть можливість прогнозувати майбутні зміни у навколишньому середовищі. Екологічна інформативність космічних знімків та покриття ними усієї поверхні Землі дозволять створити серії екологічних карт на усі райони світу. Такі карти можуть забезпечити вирішення низки глобальних задач, наприклад: управління використанням та охороною природних ресурсів; прийняття прогнозних рішень щодо можливого антропогенного або стихійного лиха, вивчення антропогенних змін і динаміки у природних системах і т.ін. Така карта у подальшому може використовуватися як базова щодо здійснення космічного картографічного моніторингу біосфери в цілому.

Оскільки екологічний стан різних регіонів України та інших територій постійно змінюється, національне космічне агентство й АН України у рамках Національної Космічної програми створили 5 центрів наземних станцій прийому й переробки інформації, кожний із яких несе відповідне функціональне навантаження: у Севастополі на базі Морського гідрофізичного інституту, у Дніпропетровську - НПО «Орбіта», у

Харкові - інститут радіофізики й електроніки АН України, у Києві - центр аерокосмічних досліджень Землі АНУ і у Львові - відділення інституту кібернетики АНУ.

ЗАНЯТТЯ №9

Тема: ЗАСТОСУВАННЯ GPS ТЕХНОЛОГІЙ В ГЕОІНФОРМАТИЦІ

(МОДУЛЬ 3. СУЧАСНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ)

План заняття

- 1.Геоінформаційні системи і управління ресурсами.
- 2.Загальна схема і принцип визначення точних координат в системі GPS.
- 3.Робочі можливості GPS для ГІС.
- 4.Застосування приладів супутникового позиціонування в прикладних завданнях і ГІС.
- 5.Приклади вирішення конкретних завдань з використанням GPS/ГІС.

1.Геоінформаційні системи і управління ресурсами. У зв'язку із зростаючою вартістю землі і потребою у відповідних природних ресурсах, такі інструменти, як комп'ютерні Геоінформаційні Системи і системи управління ресурсами забезпечують механізм запису, зберігання і пошуку великих об'ємів географічних даних.

Проте, до тих пір, поки цей обширний об'єм пов'язаної із землею інформації не буде заснований на єдиній початковій системі координат, він може виявитися даремним, оскільки окремі частини не поєднуюватимуться одна з іншою. Будь-яка інформація, яка відноситься до положення об'єкту у реальному світі, є, по суті, географічною. Необхідно задати загальну географічну основу, на якій може базуватися інформація про місцезнаходження об'єктів і пов'язати її з інформацією різних типів (тобто дані про володіння землею, про природні ресурси і політичні межі). GPS виявляється найбільш ефективним, точним і дешевим засобом створення такої основи. Будь-який з поширених методів GPS-зйомки можна використовувати для своєчасного створення і обслуговування даних в географічно прив'язаній базі даних, такий як ГІС.

2.Загальна схема і принцип визначення точних координат в системі GPS. Глобальна Система Позиціонування (Global Positioning System) або GPS розроблена на замовлення Міністерства Оборони США і створена в 1979 р. Ядро цієї системи складають 24 космічних навігаційних супутника Землі «NAVSTAR». Вся система складається з трьох блоків (сегментів):

Космічний сегмент з системою з 24 навігаційних штучних супутників Землі (ШСЗ), розташованих на майже кругових орбітах, на висоті понад 20 тис. км. Супутники оснащені радіопередавачами і еталонами часу (атомний годинник)

Сегментом управління з мережа наземних станцій стеження за ШСЗ і центрами обробки інформації. Основне завдання - підтримка в робочому стані космічного сегменту.

Сегмент споживачів – це власники GPS-приймачів на суші, воді, в повітрі.

Принцип визначення координат заснований на радіодальномерії. Радіосигнали, ШСЗ приймаються антенною GPS-приймача. Сигналом є спеціальний код, що несе інформацію про час випромінювання його передавачем супутника і координати супутника. Процесор приймача після прийому радіосигналу обчислює час його проходження від передавача на ШСЗ до антени приймача. Таким чином, обчислюється відстань від GPS-приймача до всіх ШСЗ, що знаходяться в даний момент в полі радіовидимості, а потім і координати самого приймача. Створення системи GPS дозволяє визначати координати в будь-якій точці

Земної кулі, у будь-який час, незалежно від погодних умов. Точність визначення координат (залежно від типів і класів апаратури, а також від методики вимірювань) від 100 м до 1 мм.

Основні переваги GPS-технології в порівнянні з традиційними геодезичними методами:

- Не вимагається взаємної видимості між пунктами
- Працює в будь-яких погодних умовах, у будь-який час, в будь-якій точці Землі
- Володіє високою точністю визначення координат
- Має набагато вищу швидкість
- Надає тривимірні координати в плані і по висоті

3.Робочі можливості GPS для ГІС. GPS-приймачі, призначені для ГІС-застосування, дозволяють до отриманої точки додати її опис. Приймачі деяких типів дозволяють просто вводити опис за допомогою вбудованої клавіатури, інші дозволяють вибирати терміни із списку заздалегідь введеного словника безпосередньо в польових умовах. Деякі із словників даних мають ієрархічну структуру. Деякі з таких систем здійснюють офсетну підтримку, тобто дозволяють працювати методом засічки. Метод засічки дає користувачеві можливість картографувати об'єкт на місцевості, якщо йому відомі відстань і пеленг до об'єкту. Програмне забезпечення (ПО), що поставляється GPS-виробниками, грає вельми важливу роль відносно інтеграції даних вимірювань з базою даних ГІС. Все ПО, що постачається допускає його реалізацію на IBM-сумісних персональних комп'ютерах. Зв'язок комп'ютера з приймачем GPS здійснюється зазвичай через послідовний порт Rs232.

Класифікація GPS-приймачів

Область застосування	Вартість USD	Стислий опис
Позиціонування	500-1000	Лише стаціонарний режим, портативний, мало каналів, точність позиціонування 100 м, немає системи автоматизованого запису даних
Навігація	1000-20000	Диференціальний режим, точність в метровому діапазоні, спеціальні навігаційні об'єкти
ГІС	3000-13000	Диференціальний режим, точність в метровому і меншому діапазоні, автоматизований запис даних, інтерфейс з програмним забезпеченням для ГІС
Геодезія/Геодинаміка	10000-50000	Диференціальний режим, подвійна частота, сантиметрова точність, автоматизоване накопичення даних
Таймінг	до 60000	Застосовується виключно з метою контролю часу, точність в межах 1 мкс
Військове призначення	до 60000	Точність в стаціонарному положенні 16 м. Висока точність в диференціальному режимі. Заборона для цивільних користувачів

Найбільш відомі на ринку приймачі наступних фірм: Garmin International, Lenexa, Kan.; Leica Inc., Navigation and Positioning Division, Torrance, Calif.; Magellan Systems Corp., San Dimas, Calif.; Motorola Inc., Scottsdale, Ariz.; Sokkia Corp., Overland Park, Kan.; Trimble Navigation, Sunnyvale, Calif.

4.Застосування приладів супутникового позиціонування в прикладних завданнях і ГІС. Сфери застосування GPS-засобів можна систематизувати за змістом основних завдань. Землевпоряджувальні завдання, картографія і координування будівельних об'єктів відносяться до такої групи додатків, як вимірювання Землі і її поверхні. Тут можуть використовуватися не тільки окремі приймачі, але і цілі обчислювальні вимірювальні комплекси, точність вимірювань яких доходить до часток сантиметра. GPS дозволяє «присвоїти» унікальну адресу буквально кожному квадратному метру поверхні Землі.

Сфери застосування GPS-засобів в *дорожньому господарстві*. Залежно від точності необхідних даних, використання GPS в дорожньому господарстві може вестися в наступних напрямках: навігація, топографія, геодезичні роботи.

Використання GPS-оборудованості для *навігації*. Традиційно першою є область навігації рухомих об'єктів. Їй відповідають GPS-приймачі навігаційного класу, що визначають місцезнаходження з погрішністю не гірше за декілька десятків метрів. За винятком спеціальних завдань, це - дуже висока точність навігації.

Для збору точних ГІС даних і картографічних робіт використання новітніх технологій GPS у поєднанні з могутніми накопичувачами даних і програмним забезпеченням дозволяє отримувати точні результати зйомки для створення і оновлення ГІС. За допомогою топографічних GPS-приладів забезпечується точність визначення координат об'єктів в діапазоні від 5 метрів до 30 сантиметрів кожен секунду вимірювань навіть в русі, що дозволяє істотно збільшити число точок зйомки при створенні карт в масштабі від 1:2000 і дрібніше. При відповідальних роботах використовується спеціальний режим підвищеної точності. Окрім тривимірних координат GPS-приймачі дозволяють зберігати і розгорнені описи об'єктів зйомки із заздалегідь підготовлених словників. Координати об'єктів можна отримувати як в прийнятих Державних Системах, так і в будь-яких місцевих системах координат.

При оснащенні комплексу GPS-приладів спеціальним радіоканалом для передачі поправок висока точність зйомки стає можливою і в реальному масштабі часу. Це дозволяє вирішувати завдання по винесенню об'єктів в натуру, виконати точну навігацію або пошук пунктів. З допомогою ГІС або інформаційної програми цю роботу можна виконати наочно відразу на екрані комп'ютера по електронних картах-підкладах.

Використання GPS геодезичного класу (міліметровий-сантиметровий рівень точності). Вельми обширною сферою застосування GPS-засобів і методів є ЗЕМЛЕМІРСТВО в найширшому розумінні цього слова. В даний час GPS приймачі цього класу широко використовуються в геодезії, геофізиці, для топографії і земельного кадастру, для винесення проектів в натуру, при геодинамічних і гідрографічних дослідженнях.

Найважливішою особливістю переважної більшості цих проблем є вимога виняткової точності визначення координат, моментів часу і часових інтервалів. Тут рахунок погрішностям йде на долі метра і долі сантиметра при вимірюваних відстанях в десятки кілометрів.

Найбільш могутніми приймачами геодезичного класу є не окремі приймачі, а цілі обчислювальні вимірювальні станції і комплекси. Вони забезпечені і лініями радіозв'язку, і зовнішніми комп'ютерами, і розгалуженими програмами так званої камеральної обробки даних, накопичених під час польових вимірювань.

5.Приклади вирішення конкретних завдань з використанням GPS/ГІС. *Земельний кадастр.* Головною умовою інформаційної системи ГІС - земельний кадастр є не тільки створення цифрових карт, але і постійне їх оновлення відповідно до змін, що відбуваються. Найбільш перспективним вирішенням цієї проблеми є застосування GPS-технологій при зборі інформації. Американська фірма Trimble Navigation, що є лідером на ринку GPS-обладнання, випускає різні типи приймачів для різноманітних, у тому числі і

ГІС-додатків. Приймачі можуть застосовуватися для збору даних в ГІС, що вже існують з метою внесення оперативних змін і доповнень до баз даних. Координати точкових об'єктів можуть бути визначені в місцевій системі з точністю до 10 см. Програмне забезпечення, що поставляється з приймачами сімейства Pathfinder, дозволяє перетворити вихідний файл у формат найбільш популярних ГІС (Arc/info, Mapinfo, Caddy і ін., включаючи стандартні формати DXF і DWG).

Найбільш перспективним напрямом GPS-технологій і їх застосування в ГІС можна вважати диференціальне позиціонування - DGPS, що дозволяє підвищити точність навігаційних визначень до 0,1 м безпосередньо в полі. Для нормального функціонування системи DGPS необхідна наявність на території країни базових станцій, що транслюють диференціальні поправки і що створюють т.з. диференціальне поле. В цьому випадку користувач GPS-приймачів для ГІС може отримувати необхідну точність вимірювань без обробки поста, використовуючи всього лише один приймач (економія 50%). Для прийому диференціальних поправок використовується радіомодем.

Ще один напрям розвитку GPS-технологій в геодезії, картографії і ГІС - цифрова аерозйомка з використанням GPS-приймачів для визначення координат знімальної камери в процесі польоту. Подібна методика зйомки місцевості дозволяє практично у польоті отримувати цифрову модель місцевості в растровому вигляді з прив'язкою до місцевої системи координат.

GPS-картографування об'єктів для страхування урожаїв. RCIS - найкрупніший страховик урожаїв в США. Він страхує більш ніж 110 типових культур: від винограду і суниці до бавовни, зернових і навіть молюсків. Тільки за 2007 рік, RCIS (що входить до складу найбільшої компанії Wells Fargo & Company) зібрав \$1,7 мільярда страхових внесків. Застосування GPS там почалося ще в 1997 р., внаслідок чого компанія змогла зайняти лідируюче положення в цьому сегменті ринку. Супутникові приймачі Trimble застосовувалися для точного координування і нанесення на карти страхованих об'єктів. У 2000 році компанія запустила розробку власного програмного забезпечення. В даний час в систему введено більш ніж 30 мільйонів акрів зернових культур, для яких можна легко вивести звіт про площу ділянки, врожайність за минулі роки, роздрукувати карту і будь-яку іншу інформацію. Для нанесення меж ділянки клієнта безпосередньо в полі, використовуються приймачі Trimble Juno ST - це компактний, повністю інтегрований польовий комп'ютер з програмним забезпеченням Windows Mobile 5.0 і GPS приймачем з точністю 2-5 метрів в реальному часі. У полі, за допомогою координатних визначень можна визначити площу, розміри і периметр страхованої ділянки. Таку інформацію, як особливості об'єкту, тип страхованої культури і тому подібне, можна ввести в систему прямо на місці. Після синхронізації з Farmmaps, пропонується можливість надрукувати карту або звіт, відредагувати, відновити або систематизувати інформацію. Окрім вказаних переваг, точніше визначення площі ділянки дозволяє акуратніше розрахувати вартість страхових внесків.

Моніторинг заповідників за допомогою GPS. Одному з планових завдань в рамках збереження лісових масивів є локалізація «диких» туристичних стоянок. Необхідно зібрати інформацію про те, де в лісах знаходяться стоянки, щоб можна було регулярно спостерігати за їх станом. Лісництво в національному заповіднику Unita-wasatch-cache використовує польові комп'ютери типу Trimble GEOXT і Trimble GEOXH (з вбудованим GPS-модулем і програмним забезпеченням Terrasync і GPS Pathfinder Office відповідно). Була створена база кодів, яка дозволяла швидше вводити атрибутивну інформацію, що стосується кожної досліджуваної стоянки (кількість вогнищ, наявність сміття і так далі). Завдяки цим кодам, зібрана інформація могла експортуватися в існуючу ГІС. Була досліджена і записана інформація про 450 раніше відомих в окрузі Логан і більше 108 в окрузі Стенсбері (у окрузі Солт Лейк) стоянках. Після збору даних, інформація була завантажена в загальну базу і візуалізована. Тепер лісництво може ввести потрібні фільтри, швидко відшукати всі дані, що відносяться до конкретного запиту, що істотно

спрощує роботу по управлінню природними ресурсами. Це дало можливість встановити, в якому ступені людська діяльність на стоянках впливає на стан навколишнього середовища.

Застосування GPS для оцінки можливого збитку рослинності в зоні передбачуваного будівництва. Передбачувана зона робіт (Долина Сан Фернандо Лос Анжелес, Каліфорнія) розташовується серед історичних дубових гаїв. Картографічні роботи виконувалися за допомогою GPS-приймача, об'єднаного з польовим комп'ютером Trimble GEOXT. Перед початком досліджень були розроблені спеціальні форми заповнення, які дозволили прискорити збір даних. За шість виїздів була проведена інвентаризація 430 дерев. Для кожного з дерев указувалися специфічні характеристики: вигляд, діаметр, загальний стан. Збір даних безпосередньо в електронному форматі дозволив забезпечити їх одночасну передачу в загальну базу, і там - прискорений аналіз. Це дозволило визначити, які дерева більшою мірою підпадуть під вплив людини, а які - ні. Карта, на якій ясно видні обидва шари, - рослинності і передбачуваного будівництва, дозволила проектувальникам і архітектором розробити альтернативні схеми, що дозволяють понизити вплив робіт на старовинні гаї. Окрім дерев, GEOXT допоміг зібрати дані про природні об'єкти, що проходять через зону інтересів: струмки, яри і інші природні утворення. Вся ця інформація відбилася в підсумковому звіті: вказані довжина, ширина і глибина ярів, пропускна спроможність річок і швидкість потоку. Поєднання вимірювань GEOXT і цифрових фотографій дозволяє проводити гео-прив'язку знімків, і відповідно, отримати більш повну інформацію в результаті аналізу.

ЗАНЯТТЯ №10

ТЕМА: ВИКОРИСТАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ В ГІС (МОДУЛЬ 3. СУЧАСНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ)

План заняття

1. Уявлення про дешифрування.
2. Дешифрування аерокосмознімків як сучасна технологія.
3. Загально географічне і галузеве дешифрування та їх особливості.
4. Головні прийоми і засоби дешифрування аерофотознімків.

1. Уявлення про дешифрування. Під *дешифруванням* розуміється виявлення, розпізнавання і визначення характеристик об'єктів місцевості, що зображені на фотознімках. Внаслідок різностороннього (комплексного) змісту аерофотознімків зазвичай застосовується спеціалізоване дешифрування, тобто виявлення лише тих об'єктів, які необхідні для вирішення окремого завдання. Дешифрування проводиться або шляхом простого розгляду окремих контактних відбитків через лупу, або шляхом широкого огляду *накидних монтажів*

В залежності від призначення і вирішуваних в ході дешифрування задач, розрізняють два його види: *топографічне і спеціальне*. *Топографічне* дешифрування виконують з метою виявлення, розпізнавання і визначення характеристик об'єктів місцевості, які повинні наноситись на план або карту у відповідності з вимогами діючих умовних знаків⁵⁸. *Спеціальне*, відповідно, має за мету отримання спеціальної (геологічної, лісознавчої, гідрологічної та ін.) інформації.

⁵⁸ Дешифрування знімків в процесі обстеження місцевості в натурі називається *польовим*. Розпізнавання на фотозображеннях об'єктів і контурів без обстеження їх в натурі називається *камеральним* дешифруванням. В залежності від топографічної дослідженості картографованого району і прийнятої технології робіт польове дешифрування проводиться до камерального або після нього.

Ефективність дешифрування, тобто розкриття інформації, що міститься в аерознімках, визначається особливостями досліджуваних об'єктів і характером їх передачі при аерозйомці (дешифрувальними ознаками), досконалістю методики роботи, забезпеченням приладами і кваліфікацією виконавців дешифрування. В переліку дешифрувальних (демаскувальних) ознак розрізняють *прямі і опосередковані*⁵⁹. При дешифруванні аерознімків об'єкти пізнаються в першу чергу за тими їх властивостями, які мають назву *прямих дешифрувальних ознак*. До них належить форма, розмір, тон (колір) і тінь зображення об'єктів. Прямих дешифрувальних ознак часто не вистачає для дешифрування з двох причин. Перша – об'єкти або їх характеристики не відобразились на аерознімках (наприклад, підземні споруди, або призначення споруди). Друга – об'єкти не мають певних стійких дешифрувальних ознак: одна і та сама ознака відповідає різним об'єктам (наприклад прямокутну форму можуть мати житловий будинок, сарай, офіс), один і той самий об'єкт має різні дешифрувальні ознаки (наприклад водна поверхня залежно від освітлення і мутності зображується різним тоном).

В зв'язку з цим вдаються до *опосередкованих дешифрувальних ознак*, які вказують на наявність або характеристику об'єкта не зображеного на знімку або не визначеного за прямими ознаками (наприклад, тунель розпізнається по розриву фотозображення залізниці, вихід ґрунтових вод в пустельних районах підкреслюється плямами густішої рослинності, елементи прихованої геологічної структури дешифруються методом аналізу плану річкової мережі, та ін.), або позбувається багатозначності і невизначеності прямих ознак. Опосередковані ознаки ґрунтуються на існуючих у природі закономірних взаємозв'язках просторового розміщення окремих об'єктів або комплексів об'єктів (компонентів ландшафту) або між природними об'єктами і результатами господарської діяльності людини.

Ті об'єкти (комплекси), наявність і властивості яких вказують на наявність і властивості інших об'єктів називають *індикаторами*, а метод дешифрування за опосередкованими ознаками – *індикаційним*.

Часто виділяють ще *комплексні* дешифрувальні ознаки, до яких відносять сполучення у певній закономірності прямих ознак об'єктів, що утворюють природно-територіальні комплекси (ландшафти). До них належать: співвідношення площ зайнятих різними об'єктами; співвідношення числа різних об'єктів; просторова орієнтація і характер розподілу різних об'єктів; сполучення і видозміна форм окремих об'єктів, сполучення і зміна за певним законом тонів різних об'єктів. Комплексні ознаки пов'язані зі структурою об'єктів або рисунком аерофотозображення, що відображує характер ландшафту.

2. Дешифрування аерокосмознімків як сучасна технологія. Дешифрування аерознімків, один з методів вивчення місцевості по її зображенню, отриманому за допомогою аерозйомки. Полягає у виявленні і розпізнаванні знятих об'єктів, встановленні їх якісних і кількісних характеристик, а також реєстрації результатів в графічній (умовними знаками), цифровій і текстовій формах. Дешифрування (аерознімків) має

⁵⁹ *Дешифрувальні визначальники* у вигляді табличних зведень прямих, опосередкованих і комплексних дешифрувальних ознак, виявлених за індикаторами внутрішньої будови ландшафту стосовно до конкретних географічних районів, постійно публікуються в монографіях та окремих статтях, присвячених галузевому дешифруванню. Найбільш детальним вважається дешифрувальний визначальник, складений для топозйомки і поновлення карт масштабів 1:10000 і 1:25000, в якому даються також класифікація і перелік топографічних об'єктів, особливості їх зображення на картах і дешифрувальні ознаки. До цього визначальника додано альбом, що показує вигляд топографічного об'єкта на звичайній фотографії, на аерознімку, та зображення його умовним знаком на фоні на півтонового фотографічного зображення. Дешифрувальний визначальник повинен складатися з наступних складових частин: 1) аерознімків – еталонів географічного ландшафту; 2) зведеної таблиці характеристик дешифрувальних ознак ділянки еталону; 3) характеристик загальних географічних особливостей ландшафту. В останні роки такі визначальники стали доповнюватися оптичними характеристиками аерофотозображення (СКЯ, спектральна щільність, та ін.).

ОБРАЗЕЦ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОСНИМКОВ

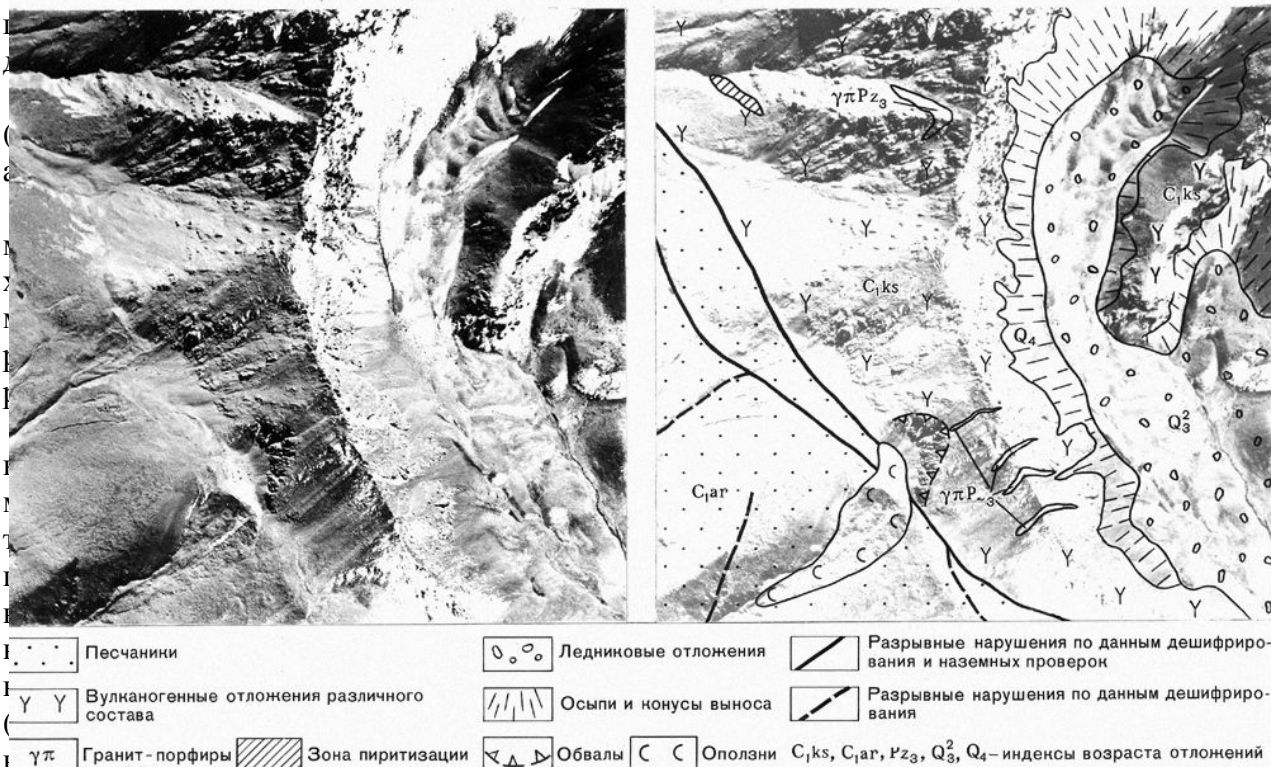


Рис.1. Аерознімок гірського району: *ліворуч* — з нормальним фотозображенням місцевості, *праворуч* — з ослабленим, по фоні якого в умовних знаках показані: площі вулканогенних порід (розчленований малюнок схилів хребта), піщаників (гладкий малюнок плато), площі льодовикових відкладень і конуси виносу по долині, місця обвалів і зсувів, лінії розривів і ін.

ОБРАЗЕЦ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ АЭРОСНИМКОВ

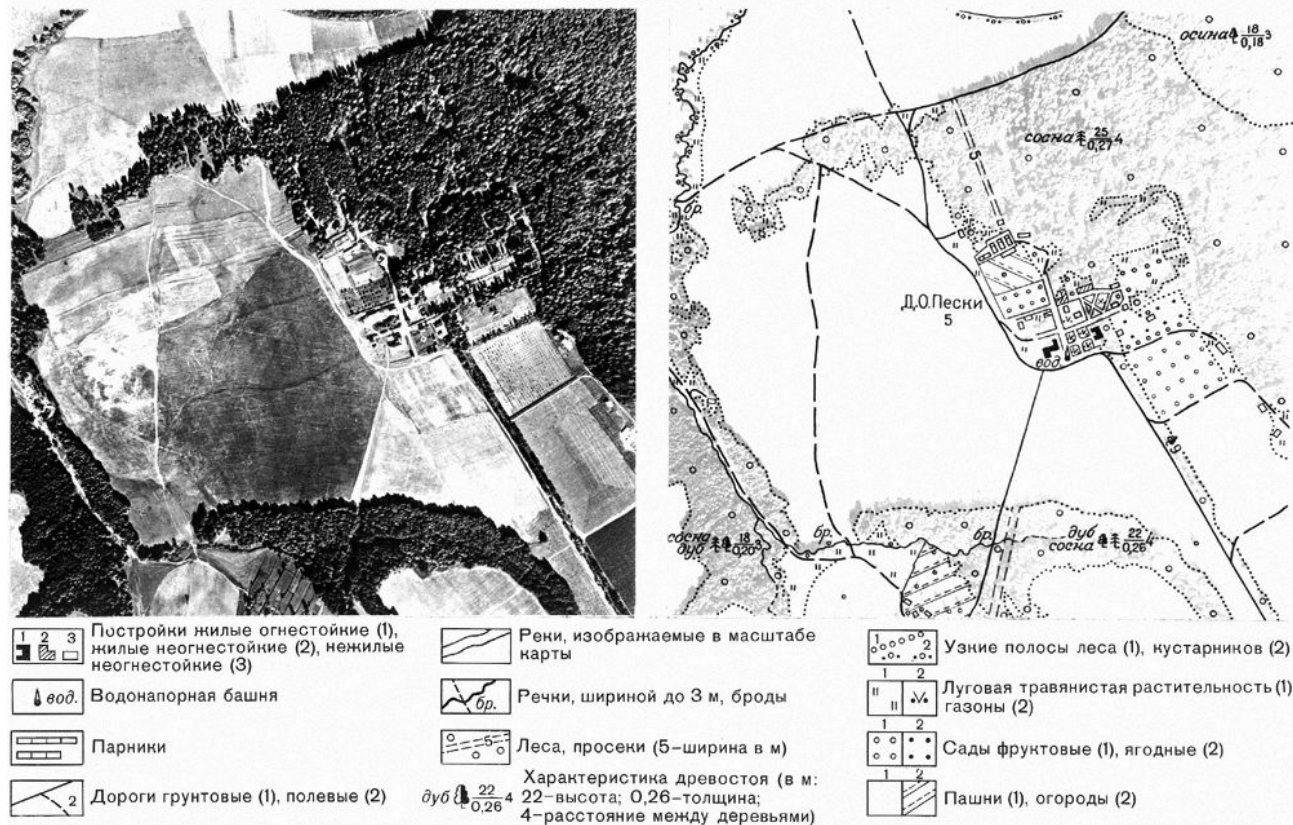


Рис.2. Аерознімок рівнинного району: *ліворуч* — з нормальним фотозображенням місцевості, *праворуч* — з ослабленим, по фоні якого в умовних знаках показані: ліси (зернистий малюнок), рілля на різній стадії обробки (гладкий і смужчатий малюнок), малюнок будинків відпочинку із спорудами і садами точковий) і ін.

Сьогодні ведуться розробки з автоматизації дешифрування в напрямках:

а) відбору аерознімків, що володіють потрібною інформацією, і перетворення їх з метою поліпшення зображення досліджуваних об'єктів, для чого використовуються методи оптичної, фотографічної і електронної фільтрації, голографії, лазерного сканування та ін.

б) розпізнавання об'єктів зіставленням за допомогою ЕОМ закодованих форми, розмірів даного зображення і щільності фототону даного зображення і еталонного, що може бути ефективним тільки за стандартизованих умов аерозйомки і обробки знімків. У зв'язку з цим найближчі перспективи автоматизації дешифрування зв'язують із застосуванням так званої багатоканальної аерозйомки, що дозволяє отримувати синхронні зображення місцевості в різних зонах спектру.

Для дешифрування використовуються прилади: збільшувальні — лупи і оптичні проектори, вимірювальні — паралактичні лінійки і мікрофотометри і стереоскопічні — польові переносні і кишенькові стереоскопи, стереоскопічні окуляри і камеральні настільні стереоскопи, частково з біноклярними пристроями і вимірниками (наприклад стереометр СТД). Стаціонарним приладом, розробленим спеціально для цілей дешифрування, є інтерпретоскоп. Дешифрування проводять і на універсальних стереофотограмметричних приладах у комплексі робіт по складанню оригінала карти. Залежно від завдання дешифрування може виконуватися по негативах аерознімків або їх копіях (на фотопапері, склі або позитивній плівці) на змонтованих по маршруту або по площах фотосхемах і на точних фотопланах. Дешифрування здійснюють в наскрізному або відбитому світлі з викреслюванням (або гравіюванням) його результатів в одному або декількох кольорах на самих матеріалах аерозйомки або накладених на них листах прозорого пластика.

До виконавців дешифрування висуваються особливі професійні вимоги у відношенні сприйняття яскравості і кольорних контрастів, стереоскопічності зору, а також здатностей до ефективного розпізнавання і визначення об'єктів за їх специфічним зображенням на аерознімках. Поряд з цим виконавці дешифрування повинні знати особливості природи і господарства даної території і мати відомості про умови її аерозйомки.

3. Загальногеографічне і галузеве дешифрування та їх особливості. Розрізняють загальногеографічне і галузеве дешифрування. До першого відносять *топографічне і ландшафтне дешифрування*, до другого — решту його видів. *Топографічне дешифрування*, що характеризується найбільшим вживанням і універсальністю, має своїми об'єктами мережу гідрографії рослинність, ґрунти, угіддя, форми рельєфу, льодовикові утворення, населені пункти, будови і споруди, дороги, місцеві предмети, геодезичні пункти, кордони. *Ландшафтне дешифрування* завершується регіональним або типологічним районуванням місцевості. Основні з *галузевих видів* дешифрування застосовуються при виконанні наступних робіт: *геологічне* — при площинному геологічному картуванні і пошуках корисних копалини, гідрогеологічних і інженерно-геологічних роботах; *болотне* — при розвідці торф'яних родовищ; *лісове* — при інвентаризації і впорядкуванні лісів, лісогосподарських і лісокультурних дослідженнях; *сільськогосподарське* — при створенні землевпорядкувальних планів, обліку земель і стану посівів; *ґрунтове* — при картуванні і вивченні ерозії ґрунтів; *геоботанічне* — при вивченні розподілу рослинних співтовариств (переважно в степах і пустелях), а також для індикаційних цілей; *гідрографічне* — при дослідженні вод суші і площ водозбору, при дослідженні морів щодо характеру течій, морської криги і дна міліних ділянок; *геокріологічне* — при вивченні мерзлотних форм і явищ, а *гляціологічне* — льодовикових і супутніх ним утворень. Дешифрування застосовується також в *метеорологічних цілях* (спостереження за хмарами, сніговим покривом і ін.), при пошуку *промислових тварин* (особливо тюленів і риби), у *археології*, при *соціально-економічних*

дослідженнях (наприклад, контролі руху транспорту) і у *військовій справі* при обробці матеріалів аерофоторозвідки. При вирішенні багатьох завдань дешифрування носить комплексний характер (наприклад, для цілей меліорації).

У ряді галузей науки і практики поряд з дешифруванням аерофотознімків ведуться роботи по дешифруванню космічних фотознімків, що виконуються з пілотованих космічних кораблів і орбітальних станцій, а також з штучних супутників Землі. У останньому випадку отримання фотознімків повністю автоматизоване; доставка їх на Землю здійснюється за допомогою контейнерів або передачею зображення телевізійним шляхом. Завдяки знімкам з космосу забезпечується можливість безпосереднього дешифрування об'єктів глобального і регіонального характеру і дешифрування динаміки природних процесів і проявів господарської діяльності відразу на значних просторах за короткий проміжок часу. Дешифрування здійснюється не лише знімків, як результату фотографічної зйомки із звичайних висот і з космосу, але і при різних видах фотоелектронної зйомки.

4. Головні прийоми і засоби дешифрування аерофотознімків. *Накидний монтаж* — велика кількість *контактних відбитків* (аерофотознімків), розкладених по рядах льотно-знімальних маршрутів, поєднаних з врахуванням подовжнього і поперечного перекриттів, що дає фотографічне зображення обширної території. Контактні відбитки вмонтовуються на великих щитах або столах. Вони підкладаються по кожному маршруту в тій же послідовності, в якій їх отримували під час аерофотознімання, так, щоб збігалися контури ситуації на суміжних знімках в області подовжнього перекриття. Необхідно, щоб біля знімків сусідніх льотно-знімальних маршрутів також збігалися ситуації в області поперечного перекриття. По накидному монтажу визначають, чи всю площу аерофотознімання рівномірно покрити знімками, чи ту, де немає розривів між маршрутами і де збережений заданий відсоток подовжнього (60%) і поперечного (40%) перекриттів, а також знайомляться із спільним орієнтуванням аерофотознімання обширної території. По накидному монтажу отримують схему розташування окремих аерофотознімків і їх порядковий номер. Зменшена фотографія з накидного монтажу називається репродукцією накидного монтажу. В разі відсутності репродукції накидного монтажу часто роблять кальки зі всього накидного монтажу на яких обводять контури і номери аерофотознімків. Такі номерні схеми необхідні для стереоскопічної обробки аерофотознімків і впорядкованого зберігання великої кількості контактних відбитків.

Фотосхема — в аерофотозніманні, сукупність змонтованих *контактних відбитків*, не трансформованих і не приведених до одного масштабу. Частки знімків, що перекриваються, вирізуються з таким розрахунком, щоб від кожного знімка залишилася середня частка (робоча площа), що має мінімум спотворень. Відбитки наклеюються на картон. Фотосхема, що складається з вирізаних центральних часток аерофотознімків, носить назву *мозаїчної*. Щоб отримати уявлення про всю зняту територію з декількох фтосхем змонтовують фотокарту, яку потім зазвичай зменшують. Ця карта має ті ж неточності, що і фотосхема.

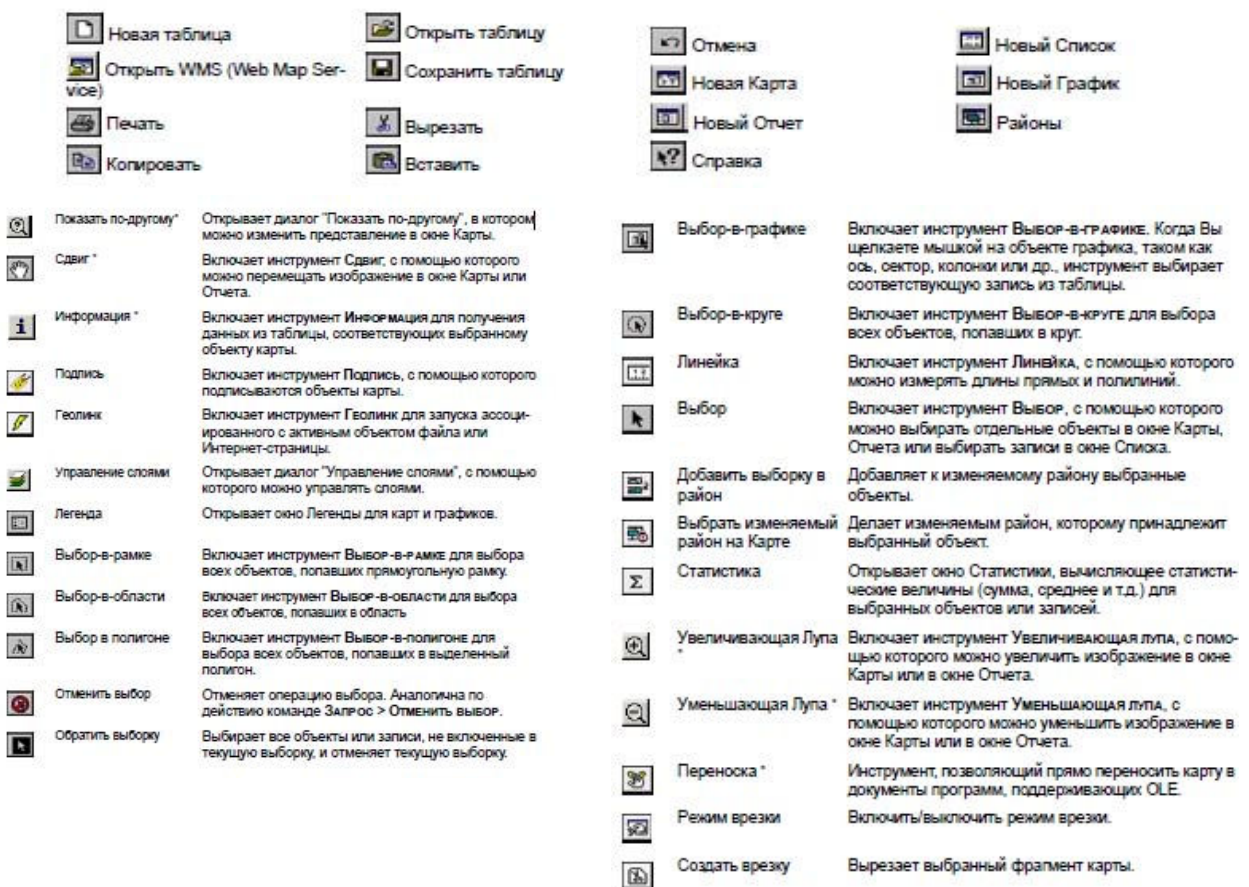
Фотоплан — планшет, на якому поверх фотографічного зображення земної поверхні, нанесені топографічні умовні знаки — горизонталі, висотні відмітки, дороги, населені пункти і т. п., а також назви річок, озер, селищ і ін., як на звичайних картах. Складається в кінці аерофотознімальних робіт, після фотограмметричної обробки аерознімків, по трансформованих знімках, які приведені до точного масштабу і позбавлені спотворень. Має стандартні для карт і планів зарамочное оформлення, номенклатуру трапецій по міжнародній розграфці, масштаб, градусну сітку і її оцифрування, дату складання і інші відомості.

Тема: РОБОТА В ГІС «MARINFO»
(МОДУЛЬ 3. СУЧАСНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ)

План заняття

1. Робота з інструментальними панелями.
2. Відкриття таблиці і файлів.
3. Реєстрація координат растрового зображення.
4. Файлова структура таблиці

1. Робота з інструментальними панелями. У чотирьох інструментальних панелях Marinfo зібрані кнопки, що представляють найбільш часто використовувані команди, процедури і інструменти. Користувач може змінювати розмір і положення інструментальних панелей за допомогою миші так як це прийнято в середовищі Windows. Наприклад, користувач може переміщати панель по екрану.



















Для того, щоб прикріпити інструментальну панель до рядка меню Marinfo треба перемістити її під рядок меню. Кнопки панелі вишикуються під рядком меню. Щоб повернути інструментальну панель в режим показу в рамці (тобто зробити «плаваючою») потрібно, вказавши мишею на область інструментальної панелі, що не містить кнопок, перемістити інструментальну панель вниз. Після цього інструментальна панель придбає той вигляд, який вона мала до того моменту, коли ми прикріпили її до меню.

Інструментальна панель Команди (або Стандартна) містить часто використовувані інструменти з розділів меню **ФАЙЛ**, **ПРАВКА** і **ВІКНО**. Вона містить також інструменти швидкого доступу до команд **РАЙОНИ** і **ДОВІДКА**. *Інструментальна панель Операції* - в ній зібрані засоби вибору об'єктів на Карті, зміни виду вікна Карті і отримання

інформації. Тут також знаходяться кнопки прискореного відкриття деяких вікон і показу відстані між об'єктами. Є кнопки, що дозволяють змінювати атрибути шарів і відкривати вікна Легенди або Статистики.







Інструментальна панель Пенал містить інструменти і викликає команди, пов'язані з малюванням на карті.

	Добавить узел	Включает инструмент Добавить узел, с помощью которого можно добавлять узлы в режиме <i>Форма</i> .
	Дуга	Включает инструмент Дуга, который позволяет рисовать дуги с угловым размером в четверть эллипса.
	Эллипс	Включает инструмент Эллипс с помощью которого можно рисовать эллипсы и круги.
	Рамка	Включает инструмент Рамка, который позволяет разместить в окне Отчета карты, графики, списки и другие окна MapInfo.
	Линия	Включает инструмент, рисующий прямые линии.
	Стиль линии	Открывает диалог "Стиль линии", в котором можно выбрать стиль, цвет и толщину для линейных объектов.
	Полигон	Включает инструмент Полигон, позволяющий создавать замкнутые области, ограниченные прямыми линиями.
	Полилиния	Включает инструмент Полилиния, позволяющий создавать полилинейные объекты.
	Прямоугольник	Включает инструмент Прямоугольник, позволяющий создавать прямоугольники и квадраты.
	Стиль области	Открывает диалог "Стиль области", в котором можно выбрать штриховку, цвет и стиль контура замкнутой области.
	Форма	Включает и выключает режим <i>Форма</i> . В этом режиме можно перемещать, добавлять и удалять узлы объектов.
	Скругленный прямоугольник	Включает инструмент Скругленный прямоугольник, позволяющий создавать прямоугольники и квадраты со скругленными углами.
	Символ	Включает инструмент Символ, который позволяет помещать на карту точечные объекты.
	Стиль символа	Открывает диалог "Стиль символа", в котором можно выбрать размер, стиль и цвет символа, представляющего точечный объект.
	Текст	Включает инструмент Текст, с помощью которого на карты или отчеты помещаются тексты и подписи.
	Стиль текста	Открывает диалог "Стиль текста", в котором можно выбрать шрифт, размер, стиль, цвет и цвет фона для текстового объекта.

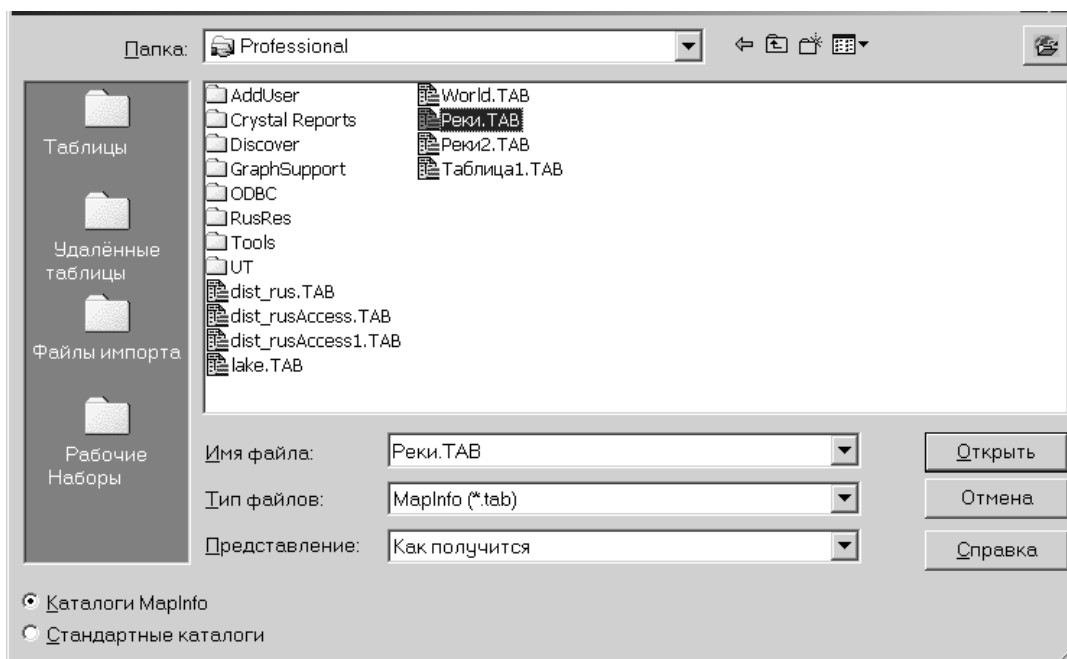
Інструментальна панель СУБД містить кнопки команд доступу до таблиць віддалених баз даних.

2. Відкриття таблиці і файлів. Для роботи з даними з бази треба спочатку відкрити файл або таблицю, що містить дані. Щоб відкрити звичайну, не видалену, таблицю:

1. Виконаєте команду **ФАЙЛ > ВІДКРИТИ ТАБЛИЦЮ**. Відкриється діалог «Відкрити таблицю».

	Открыть таблицу СУБД	Открывает диалог "Открыть таблицу СУБД", который позволяет загрузить таблицу из удаленной базы данных в связанную таблицу MapInfo.
	Присвоить геоинформацию	Открывает диалог, в котором можно сопоставить записям из таблицы СУБД координатные пары.
	Обновить таблицу СУБД	Открывает диалог "Открыть таблицу СУБД", который позволяет загрузить таблицу из удаленной базы данных в связанную таблицу MapInfo.
	Разорвать связь	Разрывает связь с таблицей на сервере и превращает таблицу СУБД в обычную таблицу MapInfo.
	Сменить символ для геокодированной таблицы СУБД	Заменяет символ для точечных объектов, представляющих данные из связанной таблицы.
	Отсоединить СУБД	Открывает диалог "Закреть соединение СУБД", где Вы можете закрыть соединение с удаленной базой данных.

Якщо Ви знаходитесь в діалозі «Відкрити відразу» (перший діалог, що з'являється при запуску Mapinfo Professional), виберіть кнопку *Відкрити*, з'явиться діалог «Відкрити таблицю».



2. Виберіть потрібний Вам в роботі файл, який треба відкрити. Використовуйте налаштування у віконці *Тип файлів*, щоб вибрати потрібний по розширенню файл.

3. Виберіть *Подання*, тобто ту форму проглядавання таблиці, яка потрібна.

- **ЯК ВИЙДЕ** - Mapinfo автоматично вибирає найбільш відповідний спосіб представлення таблиці у вікні Карти. Якщо дані містять графічні об'єкти, Mapinfo відкриває таблицю у вікні Карти. Якщо вже існує відкрите вікно Карти і Ваші дані можуть бути нанесені на карту, Mapinfo автоматично відкриватиме таблицю в поточному вікні Карти. Якщо таблиця не містить графічних об'єктів, Mapinfo відкриває для неї вікно Списку. Якщо

в таблиці не міститься ні графічні, ні табличні дані, Mapinfo використовує режим *Приховати* (дані не виводитимуться на екран).

- *СПИСКОМ* - Mapinfo спробує відкрити таблицю у вигляді списку.
- *У АКТИВНІЙ КАРТІ* - Mapinfo спробує додати Ваші дані у вікно активної Карті.
- *У НОВІЙ КАРТІ* - Mapinfo спробує відкрити таблицю в новому вікні Карті.
- *ПРИХОВАТИ* - Mapinfo відкриє таблицю, але дані не виводитимуться на екран.

4. Щоб відкрити файл, виконайте одну з наступних дій:

- Двічі клацніть на файлі, який треба відкрити.
- Клацніть на файлі, який треба відкрити, або виділіть файл із списку і клацніть на

кнопці *Відкрити*. Mapinfo Professional відкриє файл даних.

У Mapinfo Professional можна працювати з декількома типами таблиць. Деякі таблиці даних схожі на таблиці з адресами. Основне ж ділення полягає в тому, що є таблиці, що мають графічні об'єкти (об'єкти карти), і таблиці даних, які не мають таких об'єктів (це електронні таблиці або зовнішні бази даних). Растрові таблиці - це графічні зображення, які можна проглядати у вікні Карті. Такі комп'ютеризовані зображення не мають табличної структури даних у вигляді полів записів, індексів.

3. Реєстрація координат растрового зображення. Щоб Mapinfo показувала растрове зображення правильним чином, разом з векторними даними поверх нього, слід провести реєстрацію зображення.

Реєстрація проводиться в діалозі «Реєстрація зображення». Тут визначаються координати точок прив'язки, а також тип проекції растрового зображення. Дуже важливо точно розставляти контрольні точки при реєстрації растрового зображення. Якщо контрольні точки розміщені акуратно, Mapinfo показуватиме растрове зображення без спотворень і поворотів. При накладенні векторних даних Mapinfo таким чином трансформує векторну інформацію, щоб добитися правильного взаємного розташування растру і векторних шарів («пришиває до растру»).

Вибирайте контрольні точки в тих місцях на карті, які легко знайти і зіставити з джерелом (наприклад, на перетині вулиць).

Вибір правильної проекції растрового зображення також дуже важливий для точного показу. Тому аерофотознімки, які не пройшли процес виправлення (і проекція яких, отже, невідома), не можуть коректно використовуватися в Mapinfo в одному вікні з векторними даними.

Існує два можливі способи зареєструвати растрове зображення в Mapinfo, щоб відкрити його і показати у вікні Карті. У обох випадках необхідно указувати координати контрольних точок в проекції сканованої Карті, і відповідні їм відносні координати растрової картини. Щоб визначити координати в проекції Карті, можна:

- обчислити координати вибраних точок по паперовій карті або.
- визначити координати точок по відсканованому зображенню і внести їх в діалог реєстрації.

Якщо сканується зображення з паперової карти, то часто карта містить координатну сітку. Потрібно вибрати вузли перетину координатної сітки як контрольні точки.

Щоб зареєструвати координати растрового зображення і створити ТАВ-файл з растрового зображення:

1. Треба відкрити растровий файл командою *ФАЙЛ > ВІДКРИТИ ТАБЛИЦЮ*, вибравши формат файлу *Растр*.

2. Обрати назву файлу і натиснути кнопку *ВІДКРИТИ*. З'явиться пропозиція показати або реєструвати зображення.

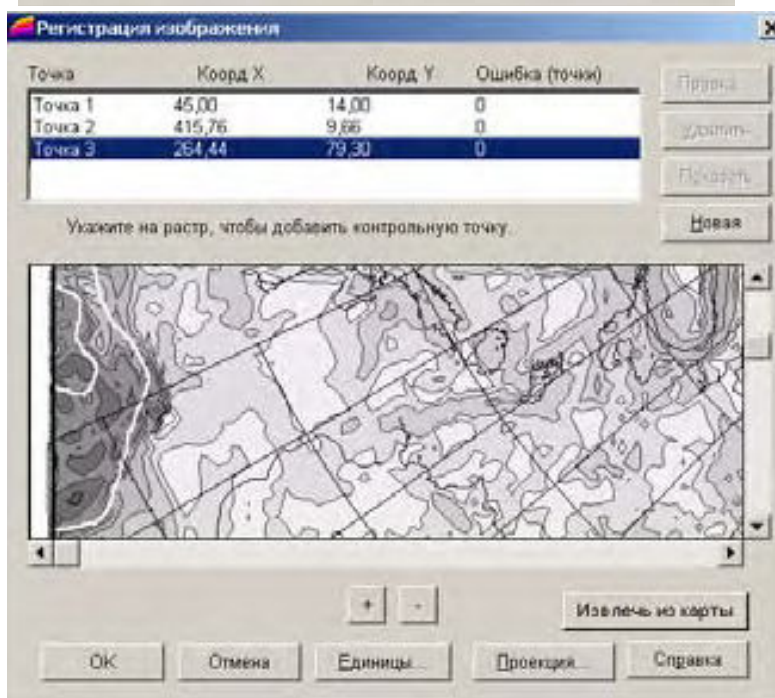
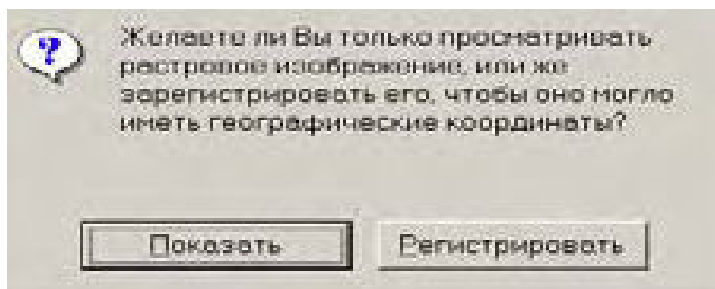
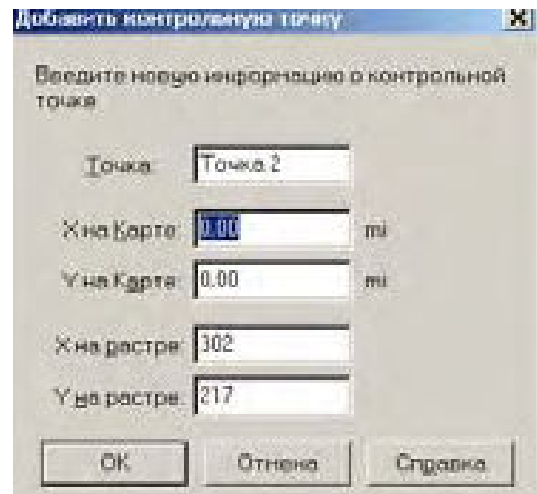
3. Натиснути кнопку *Реєструвати*, відкриється діалог «Реєстрація зображення».

4. Задати проекцію растрового зображення, натиснувши кнопку *ПРОЕКЦІЯ*. Якщо проекція не задана, Mapinfo використовуватиме проекцію широта-довгота. Доцільно вибрати таку проекцію, при якій спотворення будуть мінімальні при подальшому накладенні векторних шарів. Не можна поміняти проекцію з вікна Карти.

Якщо проекцію не задано, то Mapinfo Professional за умовчанням встановить «Довготу/Широту» або проекцію таблиці, за умовчанням визначену в налаштуваннях вікна Карти.

5. Натиснути кнопку *ОДИНИЦІ...* У діалозі «Одиниці вимірювання» можна вибрати потрібні одиниці.

6. Щоб вибрати координати для реєстрації растру, натиснути кнопку, *НОВА*, щоб додати інформацію про нову точку в список контрольних точок. Клацнути мишкою на потрібній точці, відкриється діалог «Додати контрольну точку».



7. Введіть координати з паперової карти в діалог. Розміщення кожної точки можна проглянути, збільшивши зображення за допомогою клавіші «+». Можна змінити ім'я точки у верхньому віконці діалогу, наприклад, Us85/la132, що означає перетин сітки координат.

8. Повторити цей процес (крок 6 і крок 7), поки не буде зареєстровано як мінімум три точки на растровому зображенні. Прагніть розташовувати точки не на одній прямій лінії, так карта визначиться якнайкращим чином. Якщо дуже багато точок на одній лінії, то з'явиться повідомлення про помилку.

Якщо відбувається робота із зображенням, проекція якого не відома (наприклад, у аерофотознімка), вводяться як

мінімум три контрольні точки для підвищення точності, а краще більше точок.

9. Після введення всіх контрольних точок натискається *ОК*. Растрове зображення відкривається як ТАВ-файл.

Масштаб показу зображення у вікні перегляду міняється кнопками «+» і «-» знизу від зображення. Зменшуючи масштаб, можна добитися більшої точності визначення положення точок прив'язки. Якщо важко знайти контрольну точку у вікні попереднього прогляду растру, то обирається опис цієї крапки і натискається кнопка *ПОКАЗАТИ*, яку видно у вікні растра.

4. Файлова структура таблиці. Коли відкривається файл даних в Mapinfo, Mapinfo створює таблицю. Ця таблиця складається принаймні з двох різних файлів. Перший містить дані, а другий - опис структури даних:

- <ім'я файлу>.ТАВ: Цей файл містить опис структури даних таблиці. Він вдає із себе невеликий текстовий файл, що описує формат того файлу, який містить дані.

- <ім'я файлу>.DAT або <ім'я файлу>.WKS, .DBF, .XLS: Цей файл містить табличні дані. Якщо Ви працюєте з файлами dbase/foxbase, ASCII з роздільниками, Lotus 1-2-3, Microsoft Access або Microsoft Excel, таблиця Mapinfo складатиметься з файлу з розширенням ТАВ і або файлу даних, або файлу електронної таблиці. Таблиці, що містять растрові зображення, зберігають дані у файлах-компонентах форматів BMP, TIF або GIF.

Якщо записам відповідають координати X і Y, це означає, що таблиця містить графічні об'єкти. У такому разі до таблиці відноситимуться ще два файли:

- <ім'я файлу>.MAP: Цей файл описує графічні об'єкти.
- <ім'я файлу>.ID: Цей файл містить список покажчиків (індексів) на графічні об'єкти, дозволяючи Mapinfo швидко знаходити об'єкти на карті.

Для таблиць Microsoft Access буде створений файл <ім'я файлу>.AID, пов'язаний з таблицею (замість <ім'яфайла>.ID). Цей файл є посиланням, яке зв'язує дані з об'єктами таблиці Microsoft Access.

Таблиця може містити також і індексний файл. Індексний файл дозволяє проводити пошук об'єктів на карті за допомогою команди *ЗНАЙТИ*. Якщо Вам потрібно знайти вулиці, міста або області з використанням команди *ЗНАЙТИ*, відповідні поля таблиці мають бути проіндексовані. Індекс зберігається у файлі:

- <ім'я файлу>.IND.

ЗАНЯТТЯ №12

Тема: СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ГІС ДЛЯ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА (МОДУЛЬ 3. СУЧАСНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ)

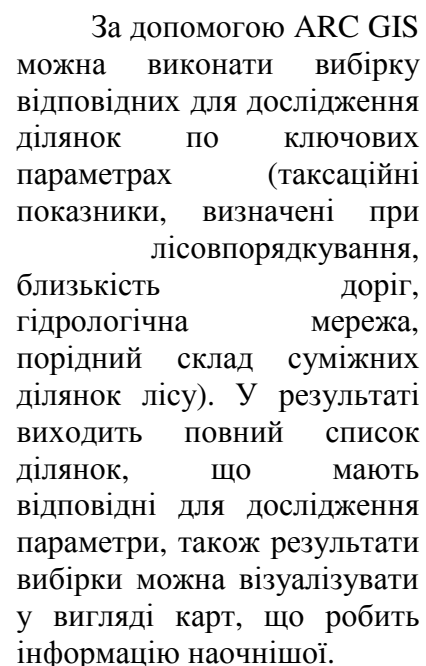
План заняття

1. Досвід використання ГІС в лісовому господарстві.
2. Загальна характеристика ГІС «Тополь».
3. Сучасна технологія Field-Map

1. Досвід використання ГІС в лісовому господарстві. В даний час в Російській Федерації основним компонентом інформаційної системи лісгоспу є суміщена база даних реляційного типу і геоінформаційних систем для введення, зберігання, обробки і видачі матеріалів планово-картографічного супроводу. Розроблені принципи побудови такої суміщеної бази даних на лісгосп.

Проведений ряд робіт по впровадженню нових інформаційних технологій в лісове господарство, зокрема, пройшли випробування GPS-технології, апробовано застосування космоснімков для виявлення лісових пожеж, ведеться розробка комп'ютерної програми

Стандартні пакети типу ARC GIS дозволяють проектувати технології розробки ділянок (рис.1), а також спростити і автоматизувати деякі операції, пов'язані з лесовирозведенням.

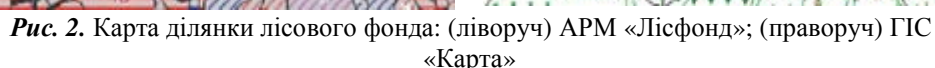


Окрім стандартних в Росії розроблені спеціальні

х завдань: ЛУГІС, Тополь, Л-
території Росії з початку 1990-х

й комплекс АРМ «Лесфонд»,
их характеристиках. Зокрема,

- даних для ГІС «Карта» (КБ
XF або TXF (рис.2).



Далі в текстові або табличні файли набираються геоданні окружних меж із геожурналів, які потім імпортуються ГІС Тополь. Проекти окружних меж сполучаються з растровими зображеннями топокарт і здійснюється пошук грубих помилок, що виникли при багаторазових переписуваннях геожурналів. З метою полегшення пошуку й виправлення помилок скануються й також накладаються на топооснову старі планшети лісовпорядкування. Однак, в остаточному підсумку як основу для окружної межі беруться відкоректовані матеріали геожурналів. Зі старих планшетів лісовпорядкування після сполучення всіх даних як проект квартальної мережі беруться просіки.

У такий спосіб забезпечується максимальна точність створення топооснови за рахунок використання всього наявного в розпорядженні лісовпорядкування вихідного матеріалу.

Тільки після створення топооснови починається оцифрування внутрішньої ситуації за матеріалами аерофотознімків.

Після ідентифікації всіх виділів здійснюється автоматичний розрахунок площ, їхнє зв'язування і їхня передача в базу даних. Після цього вона готова для використання в ГІС, у тому числі для виготовлення карт на паперових носіях.

Прогляд таксації. При виборі будь-якого об'єкта в лівій частині форми баз даних і у її правій частині з'являються доступні характеристики цього об'єкта. У випадку, якщо обраним ліворуч об'єктом є виділ - то це таксаційний опис, якщо квартал або лісництво - це таблиці з різними підсумками (розподілу запасів по породах, площ по бонітетах й т.п.).

Опис виділа представлений у формах на декількох сторінках, що перемикаються: загальна характеристика, додаткова характеристика, опис насаджень, додаткові відомості, примітки. Є також сторінка товаризації для експрес-оцінки товарного поїзда. Для перемикання сторінок досить клацнути мишкою в їхній заголовок (видиму закладку).

Якщо заголовок сторінки вийшов з області видимості екрана, його можна висунути у видиму область стрілочними кнопками праворуч від заголовків сторінок. Поверх всіх сторінок лежить завжди видима планка із площею, категорією земель і запасом на виділі.

На малюнку нижче показані дві сторінки таксаційного опису виділа - загальна характеристика й опис насаджень.

3. Сучасна технологія *Field-Map*. Завдяки розвитку супутникових систем, лазерних приладів й електронного польового обладнання сьогодні у світі динамічно розвиваються нові (передові) технології проведення польових робіт з моніторингу та інвентаризації лісів⁶⁰.

⁶⁰ Ці технології надають широкі можливості для якісного, точного та швидкого проведення польових вимірювань і ефективної обробки одержаної інформації завдяки використанню сучасних комп'ютерних систем та високоточних електронних вимірювальних приладів (польові комп'ютери, лазерні вимірювачі відстаней та висот, електромагнітні компаси, супутникові системи позиціонування (GPS), електронні мірні вилки та інші сучасні інструменти). У зв'язку із застосуванням передових технологій, у останні роки відбулися істотні зміни у системі збору інформації про ліси – контроль динаміки стану, продуктивності та біорізноманіття лісів проводяться на основі комбінованого використання засобів дистанційного зондування Землі і наземних спостережень на мережі ділянок моніторингу та інвентаризації лісів.



Для проведення збору польових даних, зокрема – при інвентаризації та моніторингу лісів, фахівці інституту досліджень лісових екосистем (IFER, Чеська Республіка) розробили передову технологію – польову географічну інформаційну систему Field-Mar (польова карта), яка дозволяє при роботі у лісі поєднувати у єдиному технологічному процесі формування атрибутивної й картографічної інформації про лісові об'єкти, максимально автоматизує процедури вимірювання лісівничо-таксаційних та інших показників, забезпечує контроль повноти й вірогідності зібраної

інформації, формує реляційні бази даних у польовому комп'ютері, дозволяє відображати лісові об'єкти на електронній карті комп'ютера безпосередньо в польових умовах⁶¹.

Головні переваги технології Field-Mar, які забезпечують гнучкість, високу продуктивність і точність робіт у лісі: ·

- легке створення різних типів проектів у переносних польових комп'ютерах для вирішення завдань, визначених користувачем,
- отримання безпомилкових результатів вимірів різного типу (кількісні показники, що характеризують ландшафти, лісову рослинність, просторово-геодезичні параметри та ін.),
- легке використання зібраних у польових умовах електронних даних для подальшої обробки,
- простота приладів та надійність їх у використанні.

Базовий комплект польового обладнання для Field-Mar включає (рис.):

- ПОЛЬОВИЙ КОМП'ЮТЕР – з Field-Mar можуть використовуватися різні модифікації польових комп'ютерів типа ноутбук, палм, айфон.
- ЛАЗЕРНИЙ ДАЛЕКОМІР-ВИСОТОМІР – Forest Pro (виробництва фірми LaserTechnology, США). Він має дальність вимірювання відстаней у лісі до 575 метрів, роздільну здатність вимірювання – 1 см, точність вимірювання відстаней – до 50 метрів – 3 см, понад 50 м. – 5 см, точність вимірювання вертикальних кутів – 1/10 градуса.
- ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ КОМПАС – MapStar (виробництва фірми LaserTechnology, США). Він має точність вимірювання азимутів 0,3 градуси.
- ПРИЛАД GPS – з Field-Mar можуть використовуватися різні модифікації GPS приймачів і точність вимірювання залежить від їх марки. При використанні GPS Trimble

⁶¹ Технологія Field-Mar являє собою гнучкий програмно-інструментальний засіб для збору й управління польовими даними при лісовій інвентаризації й моніторингу, який забезпечує пряму передачу інформації від зовнішніх електронних вимірювальних приладів до польового комп'ютеру. Вона придатна для вирішення практично усіх задач, пов'язаних зі створенням карт та вимірюванням у польових умовах – починаючи з простого картографування лісових ділянок і до національної інвентаризації лісів з десятками атрибутів, які зберігаються у великій кількості взаємопов'язаних таблиць. Внутрішня структура баз даних Field-Mar базується на таблицях Paradox для зберігання атрибутів і файлів формату Arc View для зберігання графічних об'єктів. Таблиці атрибутів з Paradox легко конвертуються в формати MS Access або dBase.

Pathfinder Power точність визначення координат складає менше 1 метру (з пост-обробкою даних вимірювання).

- ЕЛЕКТРОННА ВИЛКА ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ДІАМЕТРІВ ДЕРЕВ – Haglof caliper (виробництва фірми Haglof, Швеція). Вилка має власний комп'ютер і забезпечує точність вимірювання діаметрів – 1 мм.

Важливим достоїнством технології Field-Mar є можливість використання під управлінням Field-Mar різного обладнання, тобто використання польового комп'ютера й програмного забезпечення з різними електронними приладами⁶².

Програмне забезпечення Field-Mar дає можливість проводити при роботах у лісі:

- проектування баз даних для будь-яких вимірів у лісі (створення проекту у форматі баз даних),

- польові роботи різного типу (виміру, контроль вірогідності даних, картографування, попередній аналіз отриманих даних у польових умовах),

- легку подальшу обробку даних у комп'ютері.

Для роботи у лісі до польового комп'ютеру можуть бути занесені картографічні матеріали або дані дистанційного зондування Землі – космічні чи аеро-фотознімки. Field-Mar дає можливість працювати з цими матеріалами у растровому вигляді, використовуючи їх як картографічну підкладку для занесення даних до різних шарів ГІС. Програмне забезпечення Field-Mar підтримує більшість розповсюджених растрових форматів, зокрема TIFF, ESRI, GRID, MrSID, IMG, GIS, LAN та ін.

Засобами ГІС у польовому комп'ютері можна проектувати розміщення пробних площ або мережі ділянок моніторингу різної густоти шляхом генерації регулярної мережі ділянок всередині карти, а також проектувати концентричні кругові дослідні ділянки з радіусом, певним користувачем для проведення на них вимірів.

Спеціальні функції програм Field-Mar дозволяють:

- автоматично обчислювати довжини лінії, периметри й площі багатокутників;

- вимірювати висоти дерева;

- картографувати проекції крон дерев;

- вимірювати параметри крон дерев;

- вимірювати поверхню крони дерева й обчислювати обсяг крони;

- вимірювати параметри стовбурів дерев;

- обчислювати об'єми стовбурів дерев;

- вимірювати діаметри дерев на висоті 1,3 метри;

- вимірювати діаметри дерев заданої висоти;

- вимірювати поперечного переріз стовбурів;

- вимірювати параметри повалених дерев;

- вибирати об'єкти, використовуючи електронне перо;

- вибирати об'єкти, використовуючи лазерний далекомір;

- візуалізувати профілі закладеної трансекти (тривимірна графіка);

- проводити контроль вірогідності інформації;

- проводити перетворення місцевих і всесвітніх географічних координат (в обох напрямках);

- створювати цифрові моделі місцевості (DTM)⁶³.

⁶² Наприклад, при використанні в комплекті польового устаткування GPS приймача можуть вирішуватися навігаційні задачі й здійснюватися прив'язка локальних координат на місцевості до обраної системи глобальних координат. Застосування GPS приймача і польового комп'ютера у технології Field-Mar дозволяє в реальному режимі автоматично під час проведення вимірювань будувати на екрані комп'ютера карту місцевості з розміщенням на ній всіх вимірюваних об'єктів. При цьому можна збільшити або зменшити масштаб об'єктів на екрані, проводити визначення відстаней і площ на карті, створювати легенди для карт, тобто використати можливості географічної інформаційної системи (ГІС) безпосередньо при роботі у лісі.

⁶³ Існують кілька варіантів програмного забезпечення Field-Mar – повно функціональний Field-Mar, який працює з Hammerhead RT та «легкий» його варіант – для роботи з «карманными» персональними комп'ютерами (Pocket PC) та усіма іншими електронними приладами. Хоча у «легкому» варіанті Field-Mar діють не усі з перерахованих спеціальних функцій, до його переваг можна віднести

Повно функціональний Field-Map з комплектом польового обладнання пройшов тестування в Українському НДІ лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М.Висоцького (м. Харків) з метою визначення перспективи застосування цієї передової технології у лісовому господарстві, охороні природи, ландшафтних дослідженнях та для дешифрування матеріалів дистанційного зондування Землі.

Попередні результати досліджень показали, що технологія Field-Map дає дуже широкий спектр можливостей для застосування. Вона може використовуватися лісовпорядниками (таксаторами), фахівцями з охорони природи, екологічною та лісовою інспекцією, землевпорядниками, географами, ландшафтними архітекторами, ГІС-спеціалістами, фахівцями з дистанційного зондування Землі.

ЗАНЯТТЯ №13

Тема: СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ГІС ДЛЯ ОХОРОНИ ДОВКІЛЛЯ (МОДУЛЬ 3. СУЧАСНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ)

План заняття

1. Екологічні карти – основа природоохоронних ГІС.
2. Використання ГІС у плануванні і розвитку екологічної мережі.
3. Концепція ГІС екологічного моніторингу та екологічної безпеки.

1. Екологічні карти – основа природоохоронних ГІС. Метою створення екологічних карт є забезпечення органів управління, навчальних, наукових, проектних і виробничих організацій, громадських «зелених» рухів і окремих громадян сучасною просторовою інформацією про екологічний стан довкілля й фактори, які на нього впливають. Екологічне картування — важливий узагальнюючий етап екологічних досліджень. Як і в географії чи геології, залежно від конкретної мети досліджень, їх детальності, обсягів, досліджуваної площі, екологічні карти теж можуть бути різного масштабу і призначення: оглядові регіональні (1:5 000 000 — 1:1 000 000), дрібномасштабні (1:300 000 — 1:500 000), середньомасштабні (1:100 000 — 1:200 000), великомасштабні (1:25 000 — 1:50 000), детальні (понад 1:20 000). За тематикою призначення ці карти можуть бути геоекологічного, біоекологічного чи техноекоекологічного характеру, нести медико-екологічну, радіоекологічну інформацію або якісь інші специфічні екологічні характеристики, відтворювати конкретні рекреаційні, природоохоронні чи еколого-економічні особливості території.

Інакше кажучи, сучасні екологічні карти, як і сучасна наука екологія, характеризуються надзвичайно широким діапазоном зображуваної інформації щодо природно-антропогенних об'єктів і процесів, особливостей просторового розподілу наслідків взаємодії природного й техногенного факторів.

Екологічне картування, як і взагалі екологічні дослідження в цілому, завжди починаються з *екологічного моніторингу*. Під цим терміном розуміють систему спостережень, оцінки, контролю за станом навколишнього природного середовища з метою розробки заходів щодо його охорони, раціонального використання природних ресурсів і попередження критичних ситуацій, шкідливих чи небезпечних для здоров'я людини; спостережень за існуванням живих організмів і їх угруповань (спільнот), а також природних процесів, об'єктів і їх комплексів та природних і антропогенних процесів.

Залежно від просторово-часових параметрів процесів і об'єктів, які контролюються, або від мети та завдань моніторингу, останній може мати кілька рівнів, класів або типів: локальний, регіональний, глобальний (за масштабами спостережень), біоекологічний

(санітарний), геоекологічний (природно-господарський) та біосферний. За цільовим спрямуванням виділяються такі види моніторингу: базовий (на недоторканих ділянках біосфери), імпактний (спостереження за природними явищами в особливо небезпечних, спричинених антропогенною діяльністю ділянках), фоновий, хімічний, фізичний та біологічний, дистанційний (супутниковий або з літаків чи вертольотів) чи наземний, геофізичний, радіоекологічний та ін.

Життя вимагає екологічних оцінок територій, екологічних експертиз об'єктів, екологічних досліджень і екологічного картування територій, де сучасні екологічні умови напружені або наближаються до критичних. У цих випадках екологічний моніторинг певного типу, масштабу й часового інтервалу здійснюється за потребами замовників-організацій представниками інших установ на контрактній основі або за іншими умовами.

При складанні екологічних карт важливе значення має чітке визначення й розмежування позитивних і негативних факторів впливу на довкілля.

Екологічні карти поділяються на чотири групи:

1) базові карти природних умов і ресурсів з даними про їхні антропогенні зміни і екологічний стан;

2) карти забруднень і порушень довкілля і його складових;

3) оперативні карти забруднень атмосфери, водних ресурсів та катастрофічних ситуацій, що виникли;

4) оціночні та прогнозні карти змін екологічної ситуації.

До комплексу екологічних карт адміністративного району (області), як правило, масштабу 1:200 000—1:500 000, мають входити:

1) карти, які характеризують особливості природи території і її природний потенціал (основна карта — ландшафтна, яка відтворює екзогенні процеси);

2) карти, що характеризують особливості використання території і типи антропогенних порушень, пов'язаних з ним (основна карта — антропогенних змін ландшафту);

3) карти охорони й відтворення природи;

4) карти й діаграми, що відтворюють динаміку природних і антропогенних процесів (зміни структури сільгоспугідь, посівних площ, врожайності, продуктивності тваринництва, зміни в використанні мінеральних ресурсів тощо);

5) узагальнююча карта геоекологічного районування території з інформацією про причини формування сучасних екологічних умов.

Будь-яка екологічна карта має два компоненти: природний і техногенний. Природний компонент (ландшафт, геологічна чи тектонічна будова тощо) на цих картах відображаються, як правило, кольоровим фоном. Техногенний компонент може мати фоновий характер (площі, що обробляються з посиленням застосуванням пестицидів, зрошувані чи осушувані площі, ділянки вирубки лісу тощо). Показ такого фонового техногенного компоненту виконується за такою самою методикою, що застосовується, наприклад, при складанні геохімічних, геофізичних і інших подібних карт. А саме: при їх складанні потрібно мати сітку спостережних пунктів чи точок відбору проб, маршрутів спостережень. Ці дані обробляються шляхом інтерполяції ділянок між точками чи маршрутами, результатом чого є виділення площ між ізолініями вмісту того чи іншого забруднювача*

Другий спосіб відображення техногенного компоненту на екологічних картах — дискретний (точковий).

Нарешті, на екологічних картах можуть поєднуватися як фоновий, так і дискретні складові техногенного компоненту.

Перший блок — це топографічна основа масштабу 1:500 000 або 1:25 000 (якщо мова йде про карту великого міста типу Дніпропетровська). На цих картах зберігаються рельєф і гідрографічна сітка. Умовними кольоровими знаками й штриховками на них показано житлові масиви, промислові й санітарно-захисні зони, магістралі, вулиці й об'їзні дороги,

автобусні й електротранспортні маршрути, зони відпочинку (парки, пляжі тощо), об'єкти соціально-медичної інфраструктури (лікарні, санаторії, пансіонати, дитячі садки, школи), стаціонарні державні й відомчі пункти контролю забруднень атмосфери, поверхневих і підземних вод, метеостанції, об'єкти екологічної інфраструктури (відстійники, очисні споруди, підприємства з переробки відходів тощо). Другий блок складається з карт, на яких вказуються: джерела забруднення з номерами підприємств і зазначеннями забруднень, які вони викидають.

Особливе значення мають *прогнозні екологічні карти*. Вони відображають ті зміни, які можуть статися в геокомплексах і екосистемах за певних умов, враховуючи довготривалі результати впливу на середовище різних забруднень і порушень, залежно від їх інтенсивності й часу дії. Прогнозні екологічні карти є карти стійкості та порушеності геокомплексів, гранично допустимих навантажень на середовище тощо. Перспективним сучасним напрямом екологічного картування є перетворення картографічної продукції у цифрову форму за допомогою ЕОМ. Це, зокрема, дає змогу створювати на основі серії екологічних карт *дисплейний фільм*. Плавна динамічна послідовність карт на екрані дисплея ЕОМ відтворює просторово-часовий хід природних й антропогенних процесів і явищ. Ця методика дає можливість швидко виводити на екрані дисплея різні варіанти карти (за змістом, оформленням), будувати тривимірні зображення, трансформувати зображення тощо.

2. Використання ГІС у плануванні і розвитку екологічної мережі. Сучасні технології геоінформаційних систем (ГІС-технології) відкривають широкі можливості щодо автоматизації обробки результатів досліджень територіальних об'єктів. Одним з перших в Україні прикладів використання ГІС-технологій для розвитку заповідної справи є програма «Екомережа», яку розроблено за підтримки Регіонального екологічного центру «РЕЦ-Київ». Основним завданням цієї системи є узагальнення результатів наукових досліджень, що проводилися в різні часи на території Миколаївської області, для проектування регіональної екологічної мережі.

Програма «Екомережа» – це база даних географічних та біологічних об'єктів Миколаївської області. Структура бази дозволяє зберігати інформацію про територіальні об'єкти, види тварин, види рослин та рослинні угруповання. Опис кожного територіального об'єкта включає такі характеристики: назва об'єкта, охоронний статус

Рис.1. Діалог вводу інформації про об'єкт

об'єкта (територія природно-заповідного фонду, ІВА-територія тощо), статус в екологічній мережі (природне ядро, екокоридор), категорія об'єкта згідно з Законом України «Про природно-заповідний фонд України» (природний заповідник, ландшафтний заказник тощо), ступінь антропогенного перетворення території, опис географічного положення об'єкта, опис созологічної цінності об'єкта, реквізити рішень про надання території особливого охоронного статусу, поштова адреса адміністрації об'єкта або установи (організації), у віданні якої знаходиться об'єкт, площа об'єкта, перелік адміністративних

районів, на території яких об'єкт розташований, перелік географічних координат периметра об'єкта, перелік власників, користувачів землі в межах об'єкта, фотографії, рисунки, схеми об'єкта. Приклад діалогу вводу даних наведено на рисунку 1. Інформація щодо видів тварин включає таксономічні характеристики (вид, рід, ряд), дані щодо статусу особливої охорони виду (категорії охорони виду за «червоним» списком Міжнародного союзу охорони природи, Європейським «червоним» списком, «Червоною книгою України», регіональним «червоним» списком; чи підлягає вид особливій охороні згідно з Боннською, Бернською конвенціями); географічні координати та короткий опис ділянок, на яких вид був відзначений; адміністративний район; фотографії, рисунки. Структура даних щодо видів рослин відрізняється лише заміною граfi «ряд» на графу «родина». Для рослинних угруповань вводиться назва угруповання, географічні координати місця знаходження, його короткий опис та адміністративне розташування, фотографії. Кількість описів місць знаходження будь-якого об'єкта не обмежується.

Програма «Екомережа» надає можливість систематизувати дані за такими критеріями відбору: всі об'єкти, що мають задану категорію охорони; всі об'єкти, що мають заданий статус в екомережі; всі об'єкти, які відповідають заданому ступеню антропогенного перетворення; всі об'єкти, площа яких знаходиться у заданому інтервалі; всі об'єкти, що розташовані в заданому адміністративному районі; всі об'єкти, що знаходяться у віданні обраних землевласників чи землекористувачів; види тварин, рослин, рослинні угруповання, які належать до певного таксону; мають обраний охоронний статус; розташовані в межах вказаного адміністративного району або на території об'єкту, відомості щодо якого є в базі даних.

Отримати інформацію можна у вигляді мапи, вікна інформації або текстового файлу. На мапі територіальний об'єкт зображується багатокутником, місця знаходження тварин, рослин і рослинних угруповань – умовними знаками. Перелік елементів, що відображені на мапі, формується автоматично і з'являється в окремому вікні разом з відкриттям мапи. Для отримання звіту необхідно обрати елемент (об'єкт, вид рослин тощо), вказати тип критерію вибірки (наприклад, категорія охорони об'єкта) та значення для цього типу (скажімо, ІВА-територія), після чого результат вибірки з'являється одночасно на мапі та в списку (рис.2). Окрема кнопка викликає на екран всю інформацію про об'єкт, який обрано у вікні мапи або у вікні списку. Всі дані про об'єкт можна помістити у текстовий файл для подальшої роботи.

Вимоги до апаратних засобів визначаються системою MapInfo і операційною системою. Об'єм ГІС «Екомережа» на жорсткому диску (HDD) залежить головним чином від кількості фотографій, що внесені в базу даних. Кожне фото займає близько 100 Кб (використовуються jpg-файли якістю до 800x600). Базові мапи ГІС «Екомережа» охоплюють 15 Мб, програмна частина – 0,3 Мб; 2 Мб займають таблиці даних.

Можливості програми «Екомережа» щодо обробки матеріалів наукових досліджень обумовили успішне застосування цієї розробки під час вирішення широкого кола питань природокористування. Програма отримала високі оцінки на регіональному та загальнодержавному рівнях. На замовлення державного

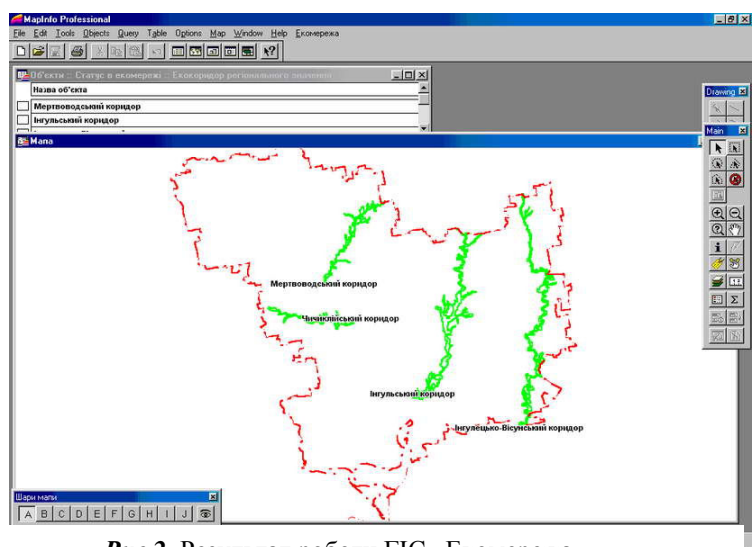


Рис.2. Результат роботи ГІС «Екомережа»

управління екології та природних ресурсів в Миколаївській області продовжується інформаційне наповнення системи.

3. Концепція ГІС екологічного моніторингу та екологічної безпеки. Метою географічної інформаційної комп'ютерної системи екологічної безпеки (ГІС КСЕБ) є створення безпечних умов життя населення і відновлення навколишнього природного середовища. Вона включає кілька різномасштабних рівнів і може бути адаптована до України чи будь-якої іншої держави в масштабі 1:1 000 000, до нафтогазової, енергетичної, транспортної, будівельної, лісгосподарської, хімічної, приладо- й машинобудівної, агропромислової чи інших галузей або регіону в масштабі 1:500 000, до адміністративної області в масштабі 1:200 000, адміністративних районів, рекреаційних зон, національних парків у масштабі 1:50 000, промислових вузлів, АЕС, ТЕС,

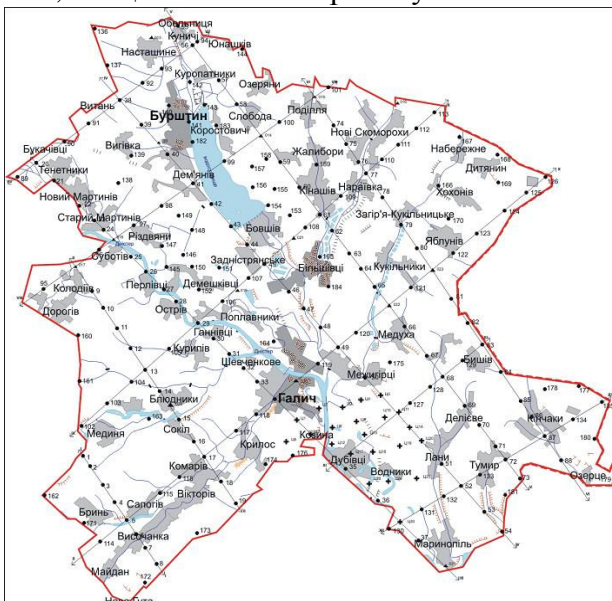


Рис.3. Регулярна мережа точок відбору проб

нафтогазопроводів, нафтотерміналів, інших промислових об'єктів, а також територій міст у масштабі 1:10 000.

Основою системи є банк екологічної інформації, що складається з 10 баз, які охоплюють всі компоненти екосистеми. На комп'ютері моделюється екологічний стан усіх компонентів природно-антропогенних екосистем, прогнозуються їх зміни природним шляхом та під впливом техногенного навантаження. Залежно від запланованого сценарію розвитку взаємодії між природою, господарством і суспільством задаються необхідні екологічні обмеження господарської діяльності на території, в галузі або на підприємстві. Система є новою інформаційною технологією, що дозволяє

здійснювати керований контроль та автоматизоване керування екологічною безпекою території держави, регіону, галузі, області, району, міста, підприємства.

Науковий результат: створені натурна та математична моделі впливу техногенних об'єктів на природні геоекосистеми (ландшафти) з врахуванням транскордонних і регіональних переносів забруднюючих речовин.

Практичний вихід: розроблено технологію екологічного аудиту території адміністративного району, яку можна використовувати для АРК, 24 адміністративних областей, 480 районів, будь-яких міст України. Після патентування цю технологію можна продавати за кордон.

Методика досліджень. Для рішення поставлених задач був обраний полігон на території, яка повністю включає Галицький район в адміністративних кордонах (рис.3). На площі біля 722 км² була розбита мережа із 220 точок спостережень, які більш-менш рівномірно охоплюють весь полігон. Робочий масштаб польових досліджень 1:50 000. Географічні координати і абсолютні висоти

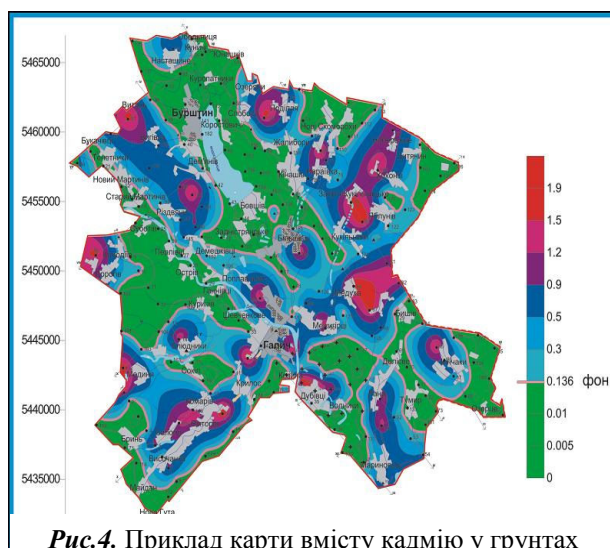


Рис.4. Приклад карти вмісту кадмію у ґрунтах

(альтитуду) точок спостережень визначені з допомогою ГІС MAP INFO з топографічної карти масштабу 1:100 000. В польових експедиційних умовах на 220 геоекологічних полігонах відібрано проби: Ґрунтів – 348; Ґрунтових вод – 192; Поверхневих вод – 54; Атмосферного повітря – 192; Снігу і дощу – 192; Донних відкладів – 54; Всього – 1032 проби. Проаналізовано атомноабсорційним, рентгенофлюорис-центним та хроматографічним методами 1032 проби на вміст у них хімічних елементів та речовин: Hg, As, Cd, Pb, Ni, Cu, Zn, Cr, V, Sr, Fe, Al, Cl⁻, SO²⁻₄, N амонійний, БСК₅, нафтопродукти, феноли, ДДТ, O₂, CO₂, CO, NO_x, SO_x, ацетон. Всього виконано 7010 аналізів.

Побудовано 40 поелементних геохімічних карт. Побудовано 4 покомпонентні еколого – техногеохімічні карти та результуюча(інтегральна) карта сучасної екологічної ситуації з виділенням 24 геоекологічних смуг і 6 екологічних станів.

Наукові результати:

– варіаційно-статистична обробка баз даних по методу регресії виявила тісний зв'язок (коефіцієнти кореляції 0,71-0,85) між Cu, Pb, Zn, Cd, Ni; Hg і As; Fe і Al в інтервалі їх вмісту від 0 до геохімічного фону, що свідчить про природні парагенезиси цих елементів у ґрунтах. Вище фонових значень різко зростає дисперсія, що вказує на техногенну природу аномалій;

– запропоновано новий розрахунково-графічний метод визначення геохімічного фону, який, на відміну від існуючих, значно спрощує цю процедуру.

Практичні результати:

– тісні зв'язки між указаними елементами дозволяють по вмісту одного елемента-індикатора вираховувати вміст інших елементів, зменшувати кількість аналізів у 3-5разів, тим самим знизити вартість екологічного аудиту;

– просторовий характер розповсюдження забруднень у ґрунтах від Бурштинської ТЕС дозволяє виділити незабруднені території, де можна вирощувати, після отримання від Мінприроди України агроекологічного сертифіката, екологічно чисту рослинну продукцію, яка на міжнародних ринках ціниться у 3 рази вище звичайної.

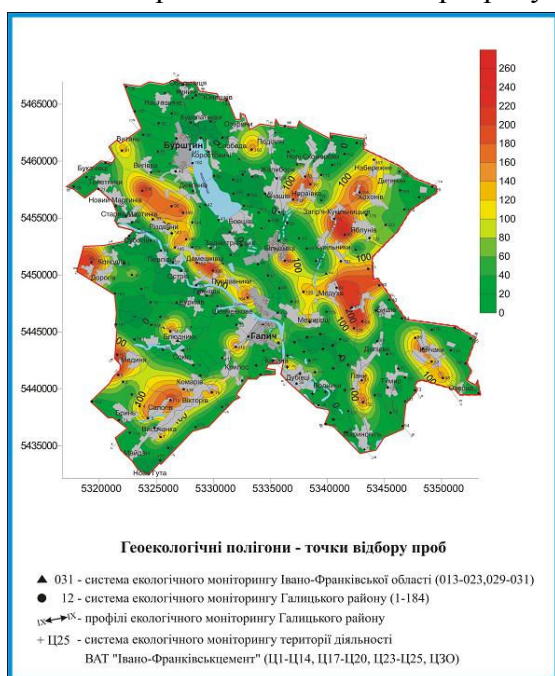


Рис.5. Розподіл проб ґрунтів з вмістом забруднюючих речовин, що перевищують фон

Тема: СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ГІС ДЛЯ АГРОНОМІЇ
(МОДУЛЬ 3. СУЧАСНІ ГІС-ТЕХНОЛОГІЇ)

План заняття

1. Використання електронних карт та ГІС в агрономії.
2. Особливості застосування результатів ДЗЗ у ГІС сільського господарства.
3. Застосування інформаційних технологій у системі точного землеробства.
5. Спеціалізована геоінформаційна система управління ерозійними процесами.

1. Використання електронних карт та ГІС в агрономії. Неякісний облік необхідних чинників, що впливають на ефективність сільськогосподарського виробництва, приводить до непродуктивних витрат, зниження врожайності і якості продукції, поломок коштовної техніки. На кожній земельній ділянці є як відносно стабільні, так і динамічні, змінні агрономічні чинники. До перших відносяться умови рельєфу, ґрунтів, гідрогеології. До других - поточна кліматична та фітосанітарна обстановка. Російська ГІС «ПАНОРАМА-АГРО» призначена для інформаційного забезпечення процесу управління землеробським підприємством, з урахуванням обох чинників. Крім того, дана програма має вбудований блок моніторингу техніки господарства, що забезпечує автоматизований збір відомостей про проведені агротехнічні заходи і дозволяє оцінити якість механізованих робіт.

Агротехнологічне планування включає наступні види робіт:

- аналіз потенційних можливостей виробничої діяльності господарств (кадрів і земельних ресурсів) їх поточної і потенційної ефективності;
- обмір полів шляхом об'їзду по контуру з високоточним GPS-обладнанням;
- складання структури посівних площ і сівозмін у форматі векторної електронної карти;
- розрахунок потреби в техніці і устаткуванні;
- економічний аналіз при мінімальному і максимальному рівнях врожайності стабільно можливих для конкретних умов.

Електронні карти полів мають загальну проекцію і єдину систему координат. Внаслідок чого проводиться точна географічна прив'язка ґрунтових контурів, поєднання ґрунтових контурів з відповідними ним формами рельєфу. Прив'язку починають з мережі гідрографії, балочного для яру комплексу, часто доповнюють дорожньою мережею і іншими об'єктами, які добре виділяються на ґрунтовій карті і картографічній основі⁶⁴.

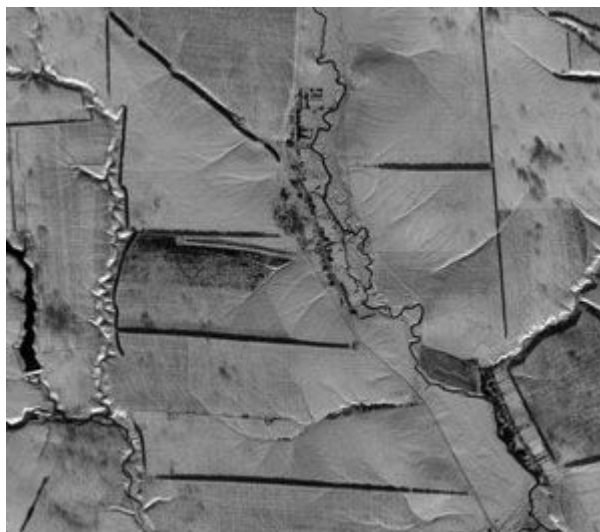
За даними космічних знімків перевіряють наявність елементарної ґрунтової структури (або - «малюнка ґрунтів») на кожному виділеному на ґрунтовій карті контурі. Компоненти ґрунтової структури мають різний тон зображення і створюють своєрідний малюнок зображення, по якому можна порахувати склад компонентів. Компонентний склад визначають виходячи з приналежності території до району ґрунтово-географічного районування і встановлення причини виникнення ґрунтової структури (ерозія, солонцюватість ґрунтів і ін.) Для цього аналізують форми, розміри компонентів елементів

⁶⁴ Електронні карти як основа ГІС можуть використовуватись в агрономії для створення карт полів і первинного введення інформації в систему. Кожен шар електронної карти має зв'язок з атрибутивною базою даних, що містить відповідну тематиці шару карти інформацію по кожному контуру. Наприклад, база даних карти мікроструктур ґрунтового покриття містить наступну інформацію: номер контуру; індекс ґрунтової комбінації; повна назва ґрунтової комбінації; склад ґрунтів; генетичну характеристику ґрунтоутворюючих порід і їх гранулометричний склад; площа контуру.

грунтової структури, приуроченість її до мезорельєфу, генезис ґрунтоутворюючих порід і інші відомості містяться в літературних джерелах і звітах попередніх досліджень⁶⁵.



Знімок КА Cartosat (роздільна здатність 2,5 м). Добре видно солонцевікомплекси (світлі плями), що псують якість земель і потребують хімічної меліорації.



Знімок КА Ikonos (роздільна здатність 1 м). Чітко видна водно-ерозійна мережа.

Рис.1. Фрагменти космічних знімків, що використовуються при складенні електронної карти полів

В результаті електронна карта полів містить всю необхідну інформацію для ухвалення проектних рішень по розміщенню сільськогосподарських культур, диференціації технологій їх обробітку при різних рівнях інтенсифікації виробництва, оптимальній організації території з урахуванням ландшафтних зв'язків, тобто формування системи землеробства і агротехнологій. Ця інформація необхідна і часто достатня також для

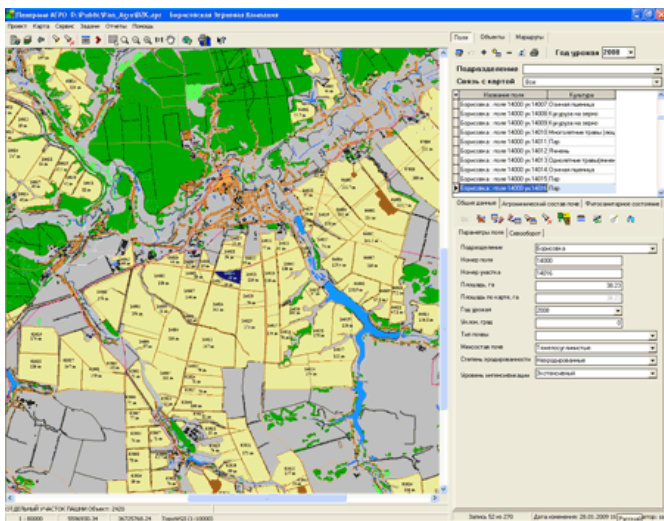


Рис.2. Фрагмент електронної карти полів і атрибутивної бази даних в ГІС «Панорама-АГРО»

проектування тваринництва, вирішення соціально-екологічних завдань, тобто для розробки проекту внутрішньогосподарського землеустрою (проекту сільськогосподарського виробництва). Фахівцям господарства пропонується зручний механізм не тільки для накопичення даних, але і ведення історії полів з прив'язкою до року урожаю. Засоби аналізу дозволяють виконувати просторові і логічні запити до даних, формувати вибірки і звіти. Накопичення даних з прив'язкою до року урожаю забезпечує ретроспективний аналіз інформації, а засоби тривимірної графіки, її наочне уявлення.

⁶⁵ Межі елементів ґрунтової структури коректуються по реальних межах форм і елементів рельєфу. Шляхом взаємного накладення тематичних шарів електронної карти полів формується комплексна карта агроекологічних груп і видів земель, тобто елементарних ареалів агроландшафту (однорідних ділянок), кожен з яких забезпечується банком даних по всіх параметрах.

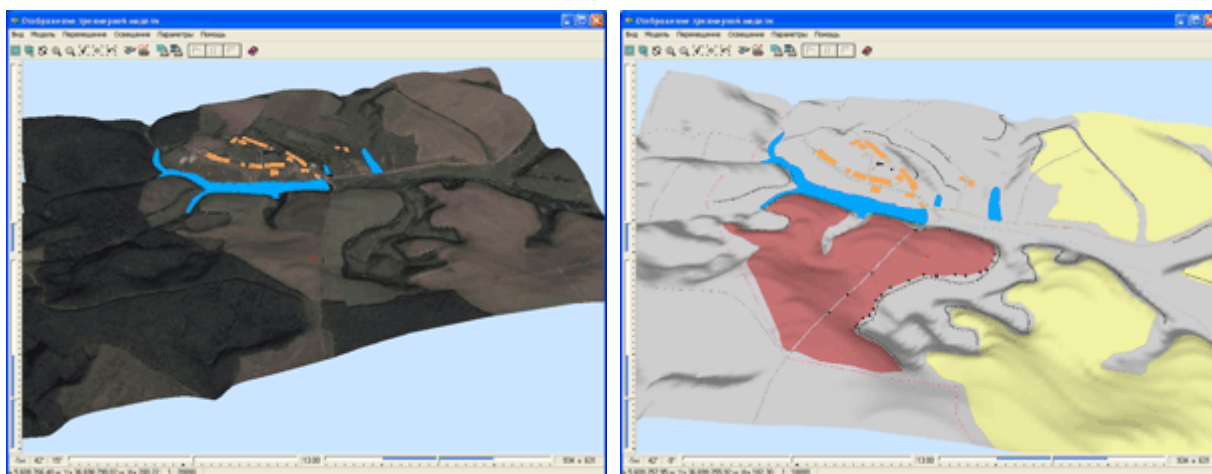


Рис.3. Фрагменти тримірних моделей електронної карти полів

2.Особливості застосування результатів ДЗЗ у ГІС сільського господарства.

Дистанційне вивчення ґрунтів, рослинності, водних об'єктів (як напрямків *дистанційного зондування Землі - ДЗЗ*) може бути здійснене шляхом вимірювання відбитої або випроміненої сонячної радіації. Спектри відбиття залежать від хімічних та мінералогічних властивостей відбиваючих поверхонь (наприклад, ґрунтового покритву), а також від зовнішніх (стосовно об'єкта) метеорологічних умов. Наприклад, гранулометричний склад ґрунту впливає на співвідношення між кількістю та величиною відбитої радіації. Основним принципом дистанційного методу вивчення ґрунту є використання даних про кількість та розподіл діапазонів спектра радіації для одержання інформації про фізичні та хімічні властивості ґрунту⁶⁶. Дешифрування аерознімків для картографування ґрунтів поділяється на *генетичне та контурне*. Генетичне дешифрування дає змогу встановити ґрунтовий зміст контуру. Контурне дешифрування забезпечує точне проведення границь між різними ґрунтами (рис. рис.4). Для дешифрування ґрунтів можна використовувати



Рис. 4 Фрагмент сателітного знімка з накладеними ґрунтовими контурами на територію с.р. Верхній Лужок Сколівського району Львівської області

прямі дешифрувальні ознаки (тон, колір, розмір і форму контурів, малюнок зображення поверхні, а при багатозональних знімках -спектральний вигляд об'єкта). Проте завжди необхідно пам'ятати про те, що ґрунт як цілісний природний об'єкт, часто не відображається безпосередньо на знімках. Тільки у випадку оранки та відсутності посівів на знімках стає видимою поверхня ґрунту та проявляються окремі

⁶⁶ Принципи і методи дешифрування ґрунтів спочатку були розроблені для аерофотознімків, які використовувались для ґрунтового картографування у великих і середніх масштабах. Поява космічних знімків дала змогу використовувати їх під час складання та коректування середньо-, дрібномасштабних і оглядових ґрунтових карт.

його властивості (гумусованість, вологість, карбонатність, засоленість, гранулометричний склад верхнього шару тощо). Проте однієї поверхні ґрунту недостатньо, щоб визначити окремі ґрунтові одиниці. Тому в ґрунтовому дешифруванні дуже важливу роль відіграють непрямі ознаки: форми рельєфу, рослинність, геологічна будова, результати господарської діяльності людини, компоненти ландшафту. Для дешифрування ґрунтів заліснених територій, алювіальних, лучних, болотних ґрунтів найбільший ефект дає застосування спектрозональних знімків.

Інформація аерокосмічних зйомок відкриває нові можливості в галузі моніторингу сільського господарства⁶⁷. Для вирішення завдань моніторингу сільського господарства за допомогою дистанційного зондування Землі залучаються технічні засоби ЦПОСІ та КНП (м. Дунаївці) - пункти прийому інформації ДЗЗ⁶⁸. Центром проведена робота з визначення основних типів ґрунтів Хмельницької області за допомогою даних ДЗЗ середнього розрізнення, прогнозування врожайності озимої пшениці на території області, району та окремого господарства. Застосовано метод спектральної обробки з використанням знімків близьких до гіперспектральних Terra (Modis 500м).

За даними класифікації були створені: векторні шари ґрунтів, тематичні карти, які дозволяють в масштабі області оцінити типовий склад основних типів ґрунтів, розраховані процентні співвідношення дешифрованих ґрунтів, проведені наземні дослідження на 17 тестових ділянках. Отримані результати використовувались для створення картограм ґрунтів тестових ділянок, а також для створення бази даних спектрограм ґрунтів. За допомогою GPS тестові ділянки були точно прив'язані до географічних координат та побудована цифрова модель рельєфу. Створена модель підтоплення території тестових ділянок для прогнозування ерозії ґрунтів.

Для верифікації отриманих результатів за даними ДЗЗ проводились наземні дослідження щодо: стану сільськогосподарських культур на всіх фазах розвитку рослин; запасів продуктивної вологи у ґрунті; стану забур'яненості полів; біомаси рослин в ц/га на всіх фазах розвитку сільськогосподарських культур; біологічної врожайності культур на кожному тестовому полі; господарської врожайності культур.

За допомогою космічних досліджень на тестових ділянках були отримані дані, які впливають на динаміку розвитку рослин: NDVI на всіх стадіях розвитку рослин; температура повітря і ґрунту. Після проведення експертної класифікації знімків з КА Terra (Modis 500м) були ідентифіковані посіви озимої пшениці та розрахована їхня площа.

За допомогою формул, отриманих у 2005 р, на підставі нейронних мереж розраховані: біомасу зернових сільськогосподарських культур на всіх фазах розвитку рослин; врожайність на останній фазі розвитку рослин.

Для більш точного розрахунку біомаси зернових сільськогосподарських культур були об'єднані всі дані по біомасі і по NDVI за 2005-2006 рр. на всіх фазах розвитку рослин. На підставі об'єднаних даних за допомогою нейронної мережі були виведені нові формули, які точніше відображають залежності NDVI від часу і від біомаси зернових сільськогосподарських культур, сорти яких досліджувались. Для визначення точності розрахунків біомаси за допомогою нейронних мереж розрахована абсолютна і відносна похибка для всіх фаз розвитку зернових сільськогосподарських культур. Таким чином, були порівняні дані урожайності озимої пшениці на кожному тестовому полі, отримані за допомогою космічних досліджень та наземних досліджень. Абсолютна похибка склала 11%.

⁶⁷ Білан І.І., Пакшин М.Ю., Скубко О.В. (Державний науково-виробничий центр аерокосмічної інформації, дистанційного зондування Землі та моніторингу навколишнього середовища, ЦПОСІ та КНП, Дунаївці) (<http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=730>) .

⁶⁸ Для обробки знімків використовували Демо-версію програмного продукту Erdas Imagine, ArcGIS, надані ЗАТ «ECOMM Со».

3. Застосування інформаційних технологій у системі точного землеробства.

Одним із головних шляхів вирішення завдань землеробства є просторово-часова оптимізація умов для рослин. Сучасне землеробство переважно орієнтоване на просторову оптимізацію. Його завдання полягає у здійсненні технологічних заходів відповідно до потреб рослин та фітосанітарної ситуації, стану посівів на кожній елементарній ділянці поля, для чого потрібні його детальні картограми з даними про запас елементів живлення, густоту бур'янів, стан рослин, біологічну урожайність тощо. З цими завданнями вдало справляються сучасні інформаційні технології, розвиток яких привів до виникнення нового напрямку в агросекторі — *прецизійного землеробства*⁶⁹. Вирішальну роль в цьому зіграло впровадження приладів управління технікою на основі космічних навігаційних систем. В даний час вживані в сільському господарстві прилади, пов'язані з космічними навігаційними системами, підрозділяються на дві групи: системи паралельного водіння і автопілоти. У першому випадку система складається зі встановлюваного на тракторі приймача сигналів системи глобального позиціювання GPS (*Global Positioning System*), контролера і курсоуказівника — екрану, що відображає збіг або відхилення траєкторії руху трактора від наперед заданою. Система управління дозволяє запам'ятати курс і скеровує трактор суворо паралельно лінії, зафіксованій при першому проході агрегату. Другий варіант систем управління — автопілот, який складається з електрогідравлічної системи автоматичного управління трактором, що забезпечує автопілотування агрегату на полі. Тракторист допомагає процесу управління трактором тільки на поворотах, що дозволяє йому зосередити увагу на технологічному процесі і фізично менше втомлюватися. Система GPS універсальна. Приймач і термінал можна використовувати на інших спеціально підготовлених тракторах і самохідних машинах. Крім того, ця система дозволяє працювати вночі і при поганій видимості, із-за дощу або туману, що часто трапляється при проведенні весінньолітніх або осінніх польових робіт⁷⁰.

Точне землеробство (Precision Farming (Agriculture)) — це система взаємоузгоджених заходів, спрямованих на створення оптимальних і рівноцінних умов для розвитку рослин диференційованим внесенням технологічних матеріалів (насіння, добрив, пестицидів та ін.) відповідно до унікальних особливостей кожної елементарної ділянки поля. Близьким до нього є поняття «місцевизначене землеробство» (*Site-Specific Farming*). *Точне землеробство передбачає:* 1) детальне картографування поля за основними агротехнічними параметрами; 2) координатне прив'язування машинно-тракторних агрегатів до поля; 3) точне виконання технологічних заходів відповідно до особливостей елементарних ділянок поля.

Основними складовими СТЗ є географічна інформаційна система (ГІС, GIS), диференційована глобальна система позиціонування (ДГСП, DGPS) та технологія змінних норм внесення (ЗНВ, VRT). *Географічна інформаційна система* у землеробстві призначена для збирання та обробки даних щодо агротехнологічних параметрів елементарних ділянок поля. Інформацію можна збирати відбиранням проб у полі (наприклад, для визначення агрохімічних показників) з наступними обробкою результатів

⁶⁹ Для реалізації технології точного землеробства необхідні сучасна сільськогосподарська техніка, керована бортовою ЕОМ і здатна диференційовано проводити агротехнічні операції, прилади точного позиціювання на місцевості (GPS-приймачі), технічні системи, що допомагають виявити неоднорідність поля (автоматичні пробовідбірники, різні сенсори і вимірювальні комплекси, збиральні машини з автоматичним обліком урожаю, прилади дистанційного зондування сільськогосподарських посівів і ін.) Ядром технології точного землеробства є програмне наповнення, яке забезпечує автоматизоване ведення просторово-атрибутивних даних картотеки сільськогосподарських полів, а також генерацію, оптимізацію і реалізацію агротехнічних рішень з врахуванням варіабельності характеристик в межах оброблюваного поля.

⁷⁰ Дослідження показують, що, завдяки підвищенню точності виконання робіт, витрати робочого часу скорочуються в середньому на 7 %, зменшуються витрати пального і раціонально використовуються мінеральні добрива і засоби захисту рослин. Також завдяки даним приладам необроблених гербіцидами смуг на полях немає. Для крупних господарств і агросервісних підприємств важливо, що така система дає інформацію про проведення робіт і щомиті фіксує координати знаходження сільгосптехніки.

аналізів і прив'язуванням їх до координат місць відбирання. Створено оптичні прилади з безконтактними датчиками, за допомогою яких в інфрачервоному випромінюванні з літаків або супутників фотографують поля. Інформація з характеристиками параметрів накопичується в базі даних (*Data Base*), використовується для складання тематичних карт (*Thematic map*) урожайності, вмісту елементів живлення, норм внесення технологічних матеріалів тощо.

Диференційована глобальна система позиціонування — радіонавігаційна супутникова система, спеціально скоригована для визначення місцезнаходження стаціонарних і мобільних об'єктів у трьох світових координатах (довгота, широта, висота) з точністю до десятків сантиметрів. Є поліпшеним варіантом глобальної системи позиціонування (GPS), точність якої вимірюється десятками метрів⁷¹.

Технологія змінних норм внесення (Variable Rate Technology, VRT) — це внесення за допомогою спеціального обладнання змінних норм (доз) технологічних матеріалів відповідно до особливостей кожної елементарної ділянки поля. Основою VRT є високоточна сільськогосподарська техніка, функціональні властивості якої визначаються широким використанням електронних пристроїв (комп'ютерів, мікропроцесорів, датчиків)⁷².

Точне землеробство включає багато елементів, але всі їх можна розбити на *три основні етапи*: Збір інформації про господарство, поле, культуру, регіон; Аналіз інформації і ухвалення рішень; Виконання рішень - проведення агротехнологічних операцій.

Перший етап досить розвинений в плані технічного і програмного забезпечення. За кордоном активно використовуються ґрунтові *автоматичні пробовідбірники*, оснащені *GPS-приймачами і бортовими комп'ютерами*; геоінформаційні-системи (ГІС) для складання просторово-орієнтованих *електронних карт полів; карти врожайності* обмолочуваних культур, що отримуються відразу після прибирання; дистанційні методи зондування (ДДЗ), такі як *аерофотознімання і супутникові знімки*.

Другий етап на сьогоднішній день найменш розвинений, проте на ринку існує низка програмних продуктів, призначених для аналізу зібраної інформації і ухвалення виробничих рішень. В основному це програми розрахунку доз добрив з елементами геоінформаційних систем (ГІС). Наприклад, це SSToolBox ©, Agro-Map ©, Агроменеджер ©, ЛІССОЗ ©, Урожайагро ©, АДЕПТИС ©, а також FieldRover II ©, MapInfo © і AgroView ©.

Етап виконання агротехнологічних операцій, також як і перший етап динамічно розвивається. Тут самими «просунутими» є операції по внесенню рідких і твердих

⁷¹ Широке застосування GPS для визначення координат машинно-тракторних агрегатів стримується високою вартістю технічних та інформаційних засобів, відсутністю розвинутої мережі станцій диференціального коригування, можливими похибками, спричиненими грозовими розрядами та магнітними бурями.

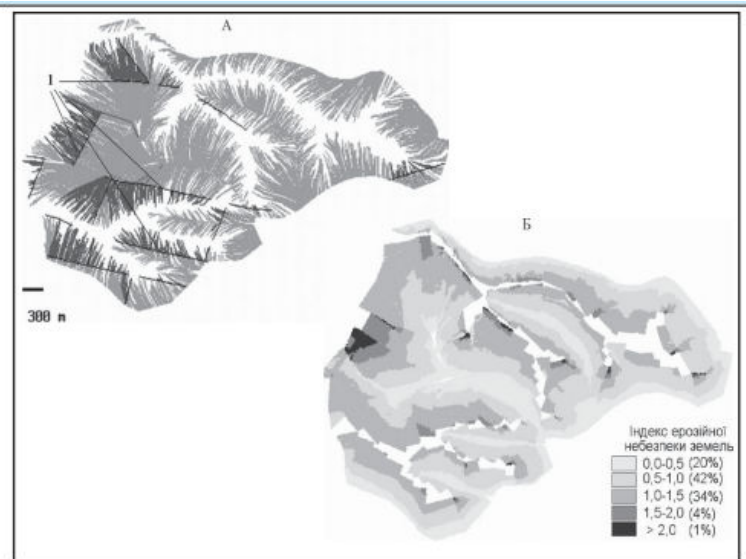
⁷² Обприскувачі обладнані пристроями для електронного регулювання подачі робочого розчину пестицидів, сівалки — для регулювання норми висівання та глибини загортання насіння, машини для внесення добрив — для регулювання доз внесення добрив, ґрунтообробні — для регулювання глибини обробки ґрунту. Керування робочим процесом і контроль за його виконанням здійснюють із трактора, обладнаного багатоканальним мікропроцесором або комп'ютером, а на сільськогосподарських машинах встановлюють уніфіковані датчики. На пульт керування надходить інформація щодо швидкості руху агрегату, обсягу виконаної роботи, витрат пального і запасів технологічних матеріалів тощо. За неможливості впровадження системи точного землеробства за класичною схемою вдаються до альтернативних підходів. Так, для визначення координат МТА використовують радіосистеми, які складаються з базової радіостанції, що знаходиться в приміщенні, та приймально-передавальних приладів, встановлених на польових агрегатах. Українські вчені розробили нові концепцію й методологію впровадження системи точного землеробства на основі визначення місцезнаходження в полі і в локальній криволінійній системі координат. За допомогою цифрових відеокамер, якими оснащені агрегати, здійснюють зйомку полів, дані якої використовують для складання агротехнологічної карти завдань у координатах, що означають номер проходу агрегату та відстань його від краю поля. Карту можна вносити у пам'ять бортового комп'ютера.

мінеральних добрив, а також посів зернових культур. Внесення добрив за технологією точного землеробства проводиться диференційовано, тобто, умовно кажучи, вносимо на кожен квадратний метр стільки добрив, скільки необхідно саме тут (на даній елементарній ділянці поля). Внесення проводиться в двох режимах - *off-line* і *on-line*. Режим *off-line* передбачає попередню підготовку на стаціонарному комп'ютері карти-завдання, в якій містяться просторово прив'язані, за допомогою GPS, дози добрива для кожної елементарної ділянки поля. Для цього проводиться збір необхідних для розрахунку доз добрив даних про поле (просторово прив'язаних). Проводиться розрахунок дози для кожної елементарної ділянки поля, тим самим формується (у спеціальній програмі) карта-завдання. Потім карта-завдання переноситься на чип-карте (носії інформації) на бортовий комп'ютер сільськогосподарської техніки, оснащеної GPS-приемником і виконується задана операція. Трактор оснащений бортовим комп'ютером, рухаючись по полю, за допомогою GPS визначає своє місце знаходження. Прочитує з чип-карти дозу добрив, відповідну місцю знаходження і посилає відповідний сигнал на контроллер розподільника добрив (або обприскувача). Контроллер же, отримавши сигнал, виставляє на розподільнику добрив потрібну дозу.

Режим реального часу (*on-line*) передбачає заздалегідь визначити агропотреби на виконання операції, а доза добрив визначається безпосередньо під час виконання операції. Агропотреби, в даному випадку, це кількісна залежність дози добрива від свідчень датчика встановленого на сільськогосподарській техніці, яка виконує операцію⁷³. У режимі *on-line* бортовий комп'ютер отримує дані від датчика, порівнює їх з визначеними і записаними в пам'ять агропотребами, і посилає сигнал на контроллер по тій же схемі, що і в режимі *off-line*. В даний час активно ведуться розробки різних датчиків, що дозволяють використовувати режим *on-line*. Це оптичні датчики, що визначають вміст азоту в листі і засміченість посівів; механічні, оцінюючі біомасу; електромагнітні та інші.

В Україні у 2000 р. прийнято «Програму створення та впровадження технічних засобів для технологій точного землеробства», реалізація якої дала перші результати, створено мобільні машини для механічного відбирання проб ґрунту, електронно-механічні пристрої для зміни доз внесення добрив, машину для диференціального обробітку ґрунту, радіосистему для визначення координат агрегатів з використанням базової радіостанції та ін.

5. Спеціалізована геоінформаційна система управління ерозійними процесами. Для прогнозування ерозії широко використовують розрахунки середнього за характерними профілями рельєфу змиву за допомогою



⁷³ Використовуються оптичний датчик *Hydro-N-Sensor* виробництва фірми Yara ©, який в інфрачервоному і червоному діапазоні світла визначає вміст хлорофілу в листі і біомасу. На підставі цих даних, а також даних по сорту і фенофазі рослини визначається доза азотних добрив. Для використання N-сенсора (*Hydro-N-Sensor*) також необхідний портативний прилад *N-tester*, що визначає ті ж параметри. Результати виконання операції (دوزи і координати, оброблена площа, час виконання і прізвище виконавця) записуються на чіп-карту.

універсального рівняння втрат ґрунту (USLE). Для просторового моделювання ерозії на локальному рівні деталізації використовують растрові моделі рельєфу з кроком від 5 до 1 м. У практиці проектування протиерозійних заходів в Україні використовують не складні моделі, а розрахункові формули Ц.С. Мірцхулаві, Г.І. Швєбса, USLE. Найбільш складним і важливим є локальний рівень оптимізації охорони ґрунтів.

Його суть полягає у досягненні найдешевшими засобами умов господарювання, за яких індекс ерозійної небезпеки, що визначається співвідношенням прогнозованої та критичної швидкостей водних потоків, не перевищить значення 1. У розробленій моделі рельєф враховано у вигляді інформаційного шару ліній стоку у Mapinfo за певними правилами, що забезпечило можливість побудувати дискретну ієрархічну інформаційну модель автоматичної ідентифікації його ерозійних параметрів. Комп'ютерна програма перетворює вхідну інформацію про окремі лінії стоку на просторову інформаційну мережу, яка дозволяє розраховувати у довільних точках: площі елементарних водозборів на схилах з будь-якою шириною замикаючого створу; середні зважені ухили; експозиції схилів; трансформацію водного стоку рубежами; індекс ерозійної небезпеки земель; напрямки ерозійно-безпечного відведення стоку тощо. На рис. 1 показано дискретну інформаційну мережу 3-х ієрархічних рівнів, що дає змогу автоматично визначати ерозійні чинники рельєфу у будь-якій точці досліджуваної території⁷⁴. Для врахування просторової диференціації водного стоку комп'ютерна програма автоматично креслить елементарний водозбір з будь-якою наперед заданою шириною замикаючого створу, визначає точки перетинання ліній стоку, що обмежують цей водозбір, з рубежами та розраховує витрати води з урахуванням трансформації стоку цими рубежами. На рис. 2А показано результат автоматичного визначення елементарних водозборів та їх частин, що відокремлюються рубежами. У цьому прикладі ширина замикаючого створу водозборів

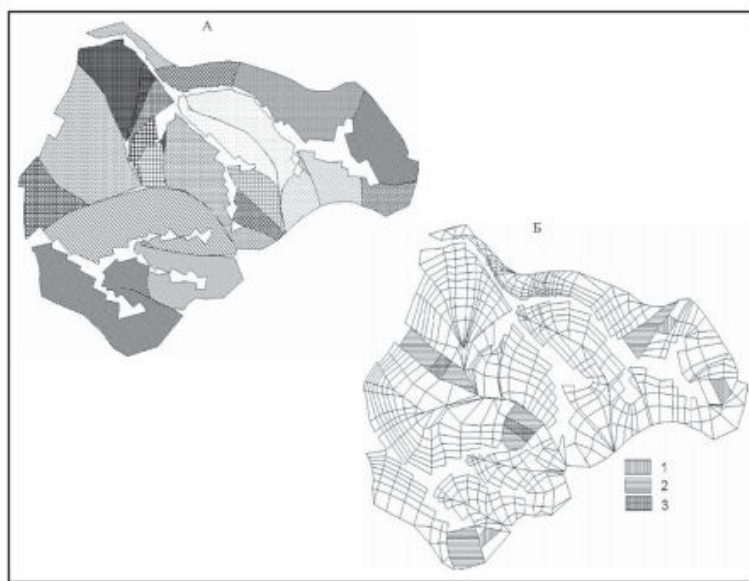


Рисунок 1. Інформаційна мережа просторової ідентифікації ерозійних параметрів рельєфу:
А – 1-й рівень (ділянки водозборів); Б – 2-й та 3-й рівні ідентифікації;
1 – елементарні інформаційні чарулки (3-й рівень ідентифікації); 2 – елементарні схили (2-й рівень ідентифікації);
3 – елементарні інформаційні чарулки у межах елементарних схилів

дорівнює 3 м, тому вони мають вигляд ліній. На рис. 2 Б наведено результат оцінки ерозійної небезпеки земель. Оцінку здійснено шляхом незалежних розрахунків індекса ерозійної небезпеки у 150 000 точках випадкової просторової вибірки рівномірної щільності. Завдяки ефективній інформаційній мережі швидкість розрахунків на комп'ютері середніх можливостей становить приблизно 1000 точок за секунду.

Одночасно з диференційованою у просторі здійснюється узагальнена

⁷⁴ На 1-му кроці визначається належність точки певній ділянці 1-го рівня ідентифікації. На 2-му кроці в межах цього рівня автоматично окреслюється система ділянок 2-го рівня ідентифікації, обмежених сусідніми лініями стоку, і визначається, до якої з них належить дана точка. На 3-му кроці перевіряється належність точки одній з елементарних ділянок схилу, обмежених відрізками сусідніх ліній стоку та горизонталей, в межах 2-го ієрархічного рівня. Після цього розраховується висота точки, її експозиція, відстані до ліній стоку; параметрично визначається положення лінії стоку від точки до вододілу. Одночасно визначається належність точки до певного ґрунтового полігону, певного поля сівозміни і у такий спосіб - усі кількісні параметри ерозійних чинників.

оцінка ерозійної небезпеки земель, яка представлена у легенді (рис. 2 Б) у вигляді розподілу земель за категоріями ерозійної небезпеки. Легенду, як і саму карту оцінки ерозійної небезпеки земель, розраховано в основній комп'ютерній програмі та Імпортовано до Mapinfo в завершеному вигляді, як показано на рис. 2 Б.

Економічна ефективність від впровадження розробки досягатиметься завдяки оптимальному використанню природних можливостей захисту земель від ерозії, заощадженню часу на розрахунки їх ерозійної небезпеки та коштів на протиерозійні заходи надмірного захисту (до 30% від загального обсягу їх вартості).

ЗАНЯТТЯ 15

Тема: ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ГІС

(Модуль 3 «Сучасні геоінформаційні технології»)

План заняття

1. Характеристика концептуальних напрямків розвитку ГІС-технологій.
2. Світовий досвід використання ГІС/ДДЗ-технологій у різних галузях.
3. Перспективи використання ГІС/ДДЗ/GPS у сільському господарстві.

1. Характеристика концептуальних напрямків розвитку ГІС-технологій. Сучасні ГІС-технології об'єднані з іншою могутньою системою одержання і представлення географічної інформації - даними дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) з космосу, з літаків і будь-яких інших літальних апаратів. Космічна інформація в сьогоденному світі стає усе більш різноманітною і точною. Можливість її одержання і відновлення - усе більш легка і доступна. Десятки орбітальних систем передають високоточні космічні знімки будь-якої території нашої планети. Сформовані архіви і банки даних цифрових знімків на величезну територію земної кулі. Їхня відносна доступність для споживача (оперативний пошук, замовлення й одержання по системі Інтернет), проведення зйомок будь-якої території за бажанням споживача, можливість наступної обробки й аналізу фотографій із космосу за допомогою різних програмних засобів, інтегрованість з ГІС-пакетами і ГІС-системами, перетворюють тандем ГІС-ДЗЗ у новий могутній засіб географічного аналізу. Це *перший і найбільш реальний напрямок* сучасного розвитку ГІС.

Другий напрямок розвитку ГІС - спільне і широке використання даних високоточного глобального розташування того чи іншого об'єкта отриманих за допомогою систем GPS (США) чи ГЛОССНАС (Росія). Ці системи, особливо GPS, уже зараз широко використовуються в морській навігації, повітроплаванні, геодезії, військовій справі й інших галузях людської діяльності. Застосування ж їх у сполученні з ГІС і ДЗЗ утворюють могутню тріаду високоточної, актуальної (аж до реального режиму часу), постійно обновлюваної, об'єктивної і щільно насиченої територіальної інформації, яку можна буде використовувати практично скрізь. Приклади успішного спільного використання цих систем військами НАТО при проведенні бойових дій у військових конфліктах в Іраку і Югославії є підтвердженням того, що час широкого поширення цього напрямку в інших областях практичної діяльності не за горами.

Третій напрямок розвитку ГІС пов'язаний із розвитком системи телекомунікацій, у першу чергу міжнародної мережі Інтернет і масовим використанням глобальних міжнародних інформаційних ресурсів. У цьому напрямку проглядається кілька перспективних шляхів. Перший шлях буде визначатися розвитком корпоративних мереж найбільших підприємств і управлінських структур, що мають виключний доступ, з використанням технології Інтернет. Даний шлях швидше всього буде визначати розвиток

технологічних проблем ГІС при роботі в корпоративних мережах. Поширення ж відпрацьованих технологій та рішення питань дрібних і середніх підприємств і фірм, дасть могутній поштовх до їх масового використання. Другий шлях залежить від розвитку самої мережі Інтернет, що поширюється у світі величезними темпами, втягуючи кожний рік у свою аудиторію десятки тисяч нових користувачів. Цей шлях виводить на нову і поки-що незвідану дорогу, по якій традиційні ГІС зі звичайно закритих і дорогих систем, що існують для окремих колективів і вирішення окремих задач, згодом придбають нові якості, об'єднуються і перетворюються в могутні інтегровані й інтерактивні системи спільного глобального використання. При цьому такі ГІС самі стануть: територіально розподіленими; - модульно нарощуваними; - спільно використовуваними; - постійно і легко доступними. Тому можна припускати виникнення на базі сучасних ГІС, нових типів, класів і навіть поколінь географічних інформаційних систем, заснованих на можливостях Інтернет, телебачення і телекомунікацій.

Виходячи з наявної зараз інформації і відслідковуючи сучасні тенденції розвитку геоінформаційних систем і технологій, уже зараз є можливим намітити деякі риси *майбутніх географічних інформаційних систем*:

- ГІС-ТБ - (ГІС-телебачення). Ймовірно ці системи стануть новим класом ГІС, що будуть з'єднувати можливості сучасного телебачення, а також традиційних і спеціалізованих ГІС і Інтернет. Окремі передумови виникнення деяких рис таких систем уже з'явилися і використовуються на телевізійних каналах. Великий потенціал у ГІС-ТБ простежується в сфері організації дистанційного освітнього телебачення, де використовуючи функції і можливості ГІС-систем і ГІС-технологій. Можна було б уже зараз організовувати і транслювати різноманітні передачі й уроки, побудовані на просторовій ідеології.

- ГІС2 - (ГІС про ГІС чи «ГІС у квадраті»). Цей новий тип геоінформаційних систем ймовірно буде мати можливість вивчення й аналізу не самої територіальної інформації, а значної маси уже існуючих і територіально розподілених ГІС, створених і використовуваних у різних напрямках людської діяльності. ГІС2 можуть і повинні стати визначеними навігаторами по просторах ГІС-систем, а можливо й інших інформаційних ресурсів.

- ГЛОБ-ГІС - (Глобальна ГІС). В остаточному підсумку на базі перерахованих нами систем і мережі Інтернет може виникнути єдина телекомунікаційна Глобальна Географічна Інформаційна Система, у якій будуть десятки мільйонів користувачів в усьому світі.

Поєднання можливостей ГІС - ДЗЗ - GPS - Інтернет складе наймогутніший квартет просторової інформації, нових технологій, каналів зв'язку і наданих послуг, що будуть реалізовуватися як у Глобальній ГІС, яка володіє різними унікальними можливостями, так і в окремих спеціалізованих ГІС різного типу і класу.

Всі охарактеризовані вище тенденції, перспективи, напрямки і шляхи розвитку приведуть в остаточному підсумку до того, що географія і геоінформатика в ХХІ столітті будуть являти собою єдиний комплекс наук, що спирається на просторову ідеологію і використовує найсучасніші технології із переробки величезного обсягу будь-якої просторової інформації.

2. Світовий досвід використання ГІС/ДЗЗ-технологій у різних галузях. Проект «Американські Ліси» по програмі «Міські Ліси» показав важливість лісових насаджень для міських умов. Використовуючи дистанційне зондування й інші методи ГІС, включене в програмне забезпечення CITYGREEN, удалося знайти пряму кореляцію між зниженням чисельності дерев і ростом стоку зливових вод і забруднення повітря. Міське середовище ставить важку задачу по обробці ДЗЗ. Проте, при використанні спеціальних алгоритмів було виявлено, що в міських областях П'юджет-Саунд утрачено 37% дерев, що перехоплювали 34 млн. кубометрів води і 16 тис. тонн забруднювачів, що викликають

руйнування озону. Проект також допоміг визначити, де варто висаджувати дерева, щоб поліпшити міське середовище. Розробка доведена до дійсної системи керування, здатної допомогти будь-якому міському керівнику.

Використання космічної інформації відкриває нові перспективи в роботі великих неурядових природоохоронних організацій (НПО). Космічні зображення є найбільш швидким і відносно дешевим шляхом одержання оперативної і точної інформації про стан наземних екосистем. Просторова роздільна здатність сучасних сканерних систем дозволяє проводити як великомасштабний експрес-аналіз екологічного стану великих територій, так і детальний аналіз окремих об'єктів. Часовий дозвіл зйомки дозволяє проводити моніторингові спостереження. Сьогодні космічна інформація застосовується НПО для вирішення ряду задач:

- цільове ландшафтне картографування і виділення умовно непорушених ділянок лісових, степових, болотних і інших екосистем;
- виділення зон сильних антропогенних порушень: велике будівництво, меліорація земель, вирубання лісу, забруднення, теплове забруднення, лісові пожежі, розробка корисних копалин;

- проведення робіт з моніторингу антропогенних впливів.

Взагалі ж моніторинг екологічної ситуації поділяється на:

- моніторинг промислових аерозольно-димових забруднень, їх наслідків;
- моніторинг порушень природного середовища, викликаних сільськогосподарським освоєнням - ерозійні процеси, дефляція і пилові бурі, забруднення водойм у процесі обробки й експлуатації земель;

- моніторинг порушень природного середовища, викликаних меліоративними заходами - якість проведення меліорації, стан зрошуваних/осушуваних меліоративних угідь, території зміненого режиму засолення навколо меліоративних об'єктів;

- моніторинг антропогенних порушень торф'яних і болотних масивів;

- моніторинг об'єктів гідросфери - «цвітіння» водойм, переформування руслової й мілиної структури в результаті спорудження й експлуатації інженерних комунікацій;

- моніторинг забруднення сніжного покриву в зонах впливу промислових підприємств і транспортних комунікацій;

- моніторинг районів нафто- і газовидобутку і трас продуктопроводів.

Основним методом обробки космічних зображень є експертне і/чи автоматичне дешифрування, що завершується створенням електронної карти, яка є основою для ГІС. Подібні ГІС, що включають інформацію, отриману в ході польових робіт, багаторічних спостережень, експертних оцінок, дозволяють упорядковувати дані, проводити порівняльні аналізи, готувати огляди і планувати акції. Закордонні НПО широко використовують методи ГІС у природоохоронних цілях. Відомі великомасштабні роботи, проведені Грінпіс США по території Аляски, а також ГІС, створена Австралійською філією Грінпіс. Ряд екологічних організацій, таких як ECOLOGY CENTER, INC, постійно розробляють нові тематичні карти на екологічно значимі регіони і надають їх користувачам у форматі ARC/INFO. Створення геоінформаційних систем було одним із етапів підготовки матеріалів по територіях, які включені у Всесвітню Природну Спадщину ЮНЕСКО в Росії. Роботи зі створення ГІС були проведені NABU (Німеччина) по номінації «Зелений пояс Феноскандії» у 1996-98 роках і науковим центром «Асоціація нечисленних народів приморського краю» по кластеру «долина ріки Бикин» номінації «Центральний Сіхоте-Алін» у 1995-98 р. Роботи, засновані на використанні ГІС-додатків, проводяться Грінпіс Росії з 1996 року, коли, у рамках програми «Картографування малопорушених лісів республіки Карелія» був організований ГІС-відділ. Основними напрямками роботи відділу є обробка супутникової інформації і створення ГІС для різних проектів Грінпіс. Найбільш цікаві результати отримані при використанні ГІС-технологій у лісових проектах.

3.Перспективи використання ГІС/ДЗЗ/GPS у сільському господарстві. Більш чим 15-річний світовий досвід використання ДЗЗ-ГІС у сільському господарстві підтверджує, що зйомки із космосу не тільки дають можливість покращити збір с/г статистики, підвищити точність, однорідність, об'єктивність і частоту спостережень, але й дозволяють істотно удосконалити методи оперативного контролю стану посівів і прогнозу врожаю⁷⁵. Корпорація SPOT IMAGE ініціювала програму огляду стану сільськогосподарських полів і сучасних методів ведення сільського господарства. Вона надає через Internet дані ДЗ і прості у використанні програмні засоби, що за цінами цілком доступні фермерам Середнього Заходу. З їх допомогою фермери можуть стежити за станом своїх полів, вчасно і вибірково вносити дорогі добрива. Це вигідно виробникам і приносить екологічну користь усьому суспільству⁷⁶. Численні джерела даних (цифрові карти врожайності, дані із супутників, карти ґрунтів і нітратів, оброблення і сівозмін) поєднуються в ГІС і обробляються для одержання карти дійсного стану посівів на сучасний момент. Оперативні карти стану посівів є основою для системи підтримки рішень. Користувач-експерт працює з нею в інтерактивному режимі, щоб одержати результати обстеження в ціновому вираженні, з додаванням інформації про прибуток і збитки. Розходження в стані посівів відносяться до трьох класів: постійний, тимчасовий і змішаний - у залежності від сполучення стану посівів і погодних умов.

Багаторічний досвід різнопланового практичного використання ДЗЗ накопичений в США. Тут у всіх штатах науково-дослідні й практичні роботи проводяться Сільськогосподарською Службою, Службою охорони природи й стабілізації в сільському господарстві, Бюро по меліорації, Бюро по управлінню земельними площами та інші⁷⁷. При Департаменті сільського господарства США є спеціальний відділ Foreign Agricultural Service (FAS USDA), який займається моніторингом країн - с/г виробників і активно використовуючих супутникову інформацію. Результати аналізу публікуються кожні два тижні в спеціальному комерційному бюлетені World Agricultural Statistical Production Estimation.

Значний досвід використання космічного моніторингу для оцінки стану с/г угідь в даний час має Казахстан (проект «Національна система космічного моніторингу сільського господарства»). Спочатку використовувалася супутникова інформація з низьким розрізненням, пізніше аналізувалися багатозональні знімки середнього розрізнення супутника РЕСУРС, (сканер МСУ-СК). За допомогою спеціальної програми технічної допомоги Європейського співтовариства (TACIS, проект ISEAM) була запроваджена європейська технологія аналізу с/г виробництва⁷⁸.

⁷⁵ В багатьох країнах світу (Канада, США, країни ЄС, Індія, Японія, Китай та інш.) державні, в тому числі інформаційно-маркетингові служби у своїй діяльності широко використовують ДЗЗ сільськогосподарських угідь. Наприклад, система MARS (Сільськогосподарський моніторинг на основі ДЗЗ), що обслуговує країни Європейського співтовариства, дозволяє визначати площі посівів і врожайності с/г культур, починаючи з рівня країни і впритул до окремих фермерських господарств. Результати аналізу використовуються для оптимізації управління с/г виробництвом, в тому числі для контролю за об'ємами виробництва в рамках державних програм підтримки с/г виробників.

⁷⁶ Компанія Galaxy PrecisionAg Services Ltd., використовуючи космічні зображення із супутника Spot, надає інформацію з розподілу якості посівів з просторовою роздільною здатністю, достатньою для керування фермерськими господарствами. Далі ця інформація аналізується і поєднується з іншими наборами даних, отриманих традиційними методами, даючи можливість фермеру змінювати прийоми ведення господарства, включаючи внесення добрив, у залежності від мінливих умов на полях.

⁷⁷ Так, на полігонах в штатах Південна Дакота і Арізона матеріали наземних досліджень та аерофотозйомки, а ще в більшій мірі супутникові дані широко використовуються для потреб с/г виробництва: в оцінці урожайності і продуктивності пасовищ, встановленні зв'язку між родючістю і вологістю, топографією місцевості, картографуванні ґрунтового та рослинного покривів.

⁷⁸ Співпадання даних наземного обстеження однієї з областей республіки і даних дешифрування космічної інформації середнього розрізнення (РЕСУРС/МСУ-СК і TERRA/MODIS) склала більше 95%. Аналіз 5% невідповідностей показав, що вони були пов'язані з недовілкою безхмарної інформації та розходженнями в календарних датах проведення основних с/г робіт в різних районах. Наступного року протягом

В Росії також були ініційовані роботи з використання ГІС у сільському господарстві, в Департаменті інформатики, аналізу та прогнозування та в Головному обчислювальному центрі (ГОЦ) міністерства⁷⁹. За допомогою системи супутникового моніторингу планується контролювати строки і якість проведення основних агротехнічних робіт, умови теплового забезпечення вегетаційного періоду, росту, розвитку і стану посівів с/г культур, очікувану врожайність, можливість ураження посівів при несприятливих погодних умовах, від особливо небезпечних захворювань і шкідників⁸⁰. На наступному етапі передбачається створення дослідних регіональних с/г ГІС-центрів на базі територіальних органів управління АПК, відпрацювання методичних рекомендацій по впровадженню ГІС в регіони, розробка промислових методик і технологій обробки картографічних і супутникових даних для прийняття оперативних управлінських рішень як на федеральному, так і на регіональному рівні⁸¹.

У Росії вперше для керування великим агропромисловим господарством створюється єдина система аналізу і підтримки прийняття рішень на базі агропромислового холдингу «Ільінка» (с/г підприємство в Оренбурзькій області), що поєднує в єдине ціле об'єктивні й актуальні дані, отримані за допомогою найсучасніших засобів моніторингу навколишнього середовища, включаючи космічний і авіаційний моніторинг. Керівництво господарством зможе приймати оперативні і стратегічні рішення на базі реальних даних про стан господарства, зібраних інструментальними засобами. Ціль - збільшення виробництва, зменшення витрат і підвищення рентабельності. Для збору, аналізу і відображення інформації про різні аспекти господарської діяльності комплексу, що розташований на площі більш 9000 га, в АПК «Ільінка» створюється спеціалізований ситуаційний центр. Він стане місцем, у якому керівництво господарством зможе швидко оцінити стан справ у господарстві на основі даних, отриманих інструментальними засобами, і на їх основі виробити максимально ефективні управлінські рішення.

Крім моніторингу реальної ситуації, у згаданій базі даних буде зберігатися інформація про рішення і доручення, прийнятих керівництвом господарства, а також про

вегетаційного сезону був проведений космічний моніторинг с/г угідь ще в п'яти областях, який включав в себе оцінку посівних площ і прогноз урожайності зернових культур на основі даних, отриманих із супутників NOAA, MODIS і Метеор-3М. Для кожної області були побудовані карти-схеми розміщення посівів у масштабі 1:1000000, розрахований розмір посівних площ, проведений аналіз агрометеорологічних умов за період з травня по липень місяць та складений прогноз урожайності, представлений в об'ємах валової продукції.

⁷⁹ По програмі ARIS міністерством були придбані інструментальні засоби для розробки ГІС - локалізовані програмні продукти серії ArcGis: ArcInfo, як основне інструментальне середовище для створення, зберігання і обробки картографічних даних на федеральному рівні, ArcView - на регіональному рівні, а також ряд додаткових модулів, які забезпечують розширені можливості створення, обробки та аналізу різноманітної просторової і атрибутивної інформації. Для обробки даних дистанційного зондування був придбаний програмний продукт ERDAS IMAGINE, який дозволяє легко інтегрувати ДЗЗ з картографічним матеріалом в єдиному ГІС-середовищі.

⁸⁰ Оперативні матеріали у вигляді оглядових цифрових карт для різних просторових масштабів, таблиць з результатами вирішення прикладних задач, пояснювальних записок з аналізом поточної ситуації будуть передаватися користувачам. Основними користувачами на підготовчому етапі є Міністерство сільського господарства РФ та регіональні органи управління АПК.

⁸¹ Деякі представники російського приватного бізнесу починають самостійно впроваджувати супутникові технології у сільському господарстві. Іноді керівники великих господарств не знають навіть точних розмірів власних посівних площ, що обумовлено їх постійною зміною, у силу різного роду природних процесів. Крім того, змінюються характеристики ґрунтів і вегетації на різних ділянках полів, а також від ділянки до ділянки. І все це треба враховувати, у протилежному випадку втрат і неефективних витрат уникнути не вдасться. Однак точні карти відсутні і дистанційний контроль за посівами - теж. Свіжі дані аерофотознімання - велика рідкість, що значно збільшує і без того катастрофічну ситуацію на селі. За кордоном аналогічні проблеми успішно вирішуються завдяки застосуванню даних дистанційного зондування Землі, одержаних за допомогою космічних апаратів і аерознімання, а також широкому використанню засобів супутникової навігації при моніторингу посівів і при збиранні врожаю.

хід їх виконання, що трохи розширює її функціональність до системи документообігу. По космічних знімках створені високоточні цифрові карти земель господарства, які дозволили визначити розміри посівних площ і стан справ у господарстві взагалі. Відстеження ситуації на полях практично в режимі реального часу дозволяє визначити терміни посіву на окремих полях і порядок їх обробки відповідно до реально умов. Тим самим скорочуються витрати насіння, ГММ і саме головне - час самих робіт. Впровадження системи, по запевненням фахівців, дасть АПК «Ільїнка» економію коштів у розмірі до 15% річного обороту господарства. Картографування та аналіз небезпеки засолення ґрунтів. Для розробки методів боротьби із засоленням важливо розуміти походження ландшафту, історію його розвитку та структуру взаємозв'язків ґрунтів і форм рельєфу. Наприклад, знання особливостей ґрунтів і форм рельєфу може допомогти в ідентифікації типових засолених ділянок або для визначення площ, які потребують термінового втручання, та розробці міроприємств по підвищенню родючості земель.

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Агроєкологія: Навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т.Кардашов, П.В.Литвак та ін. — К.: Вища освіта, 2006. — 671 с.
2. Адаменко О.М., Адаменко Я.О., Міщенко Л.В. та ін. Методика екологічної оцінки техногенного впливу на трансформацію ландшафтів / // Український географічний журнал. — 2004. — № 2(46). — С. 22-33.
3. Адаменко О.М., Міщенко Л.В., Пендерецький О.В., Зорін Д.О., Зоріна Н.О. Геоінформаційна система екологічного аудиту адміністративного району. / <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=1054>
4. Адаменко О.М., Міщенко Л.В., Зорін Д.О., Зоріна Н.О. Використання геоінформаційних технологій для вирішення екологічних проблем карпатського євро регіону. / <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=1054>
5. Батлук В.А. Основи екології: Підручник. — К.: Знання, 2007. — 519 с.
6. Боголюбов В. М., Замостян В. П., Білявський Г. О. ГІС-ОСВІТА В ЕКОЛОГІЇ: ПРОБЛЕМИ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ. / <http://www.library.ukma.kiev.ua/e-lib/>
7. Богомолів В.В. , Ена Л.М., Гаврилов В.А., Полупан А.В. Smallworld GIS в лесном хозяйстве и радиоэкологии. / <http://www.geocities.com/blinkova/art1.html>
8. Букша І.Ф., Мартін Черни. Можливості застосування передової технології «Field-Map» при вирішенні задач дистанційного моніторингу та інвентаризації лісів. /
9. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Мешкова Т.С., Русс Р., Черни М. Вибірково-статистична інвентаризація лісових насаджень національного природного парку «Гомільшанські ліси». / http://www.techinles.org.ua/seminar/prezentace/Stat_invGomNPP_LA109.pdf
10. Гірс О.А., Новак Б.І., Кашпор С.М. Лісовпорядкування: Підручник. К.: Арістей, 2004. - 384 с.
11. Гром М.М. Таксація насаджень. Львів, УкрДЛТУ, 2002 – 187 с.
12. Голубець М.А. Екосистемологія.-Львів.: Поллі, 2000.- С.233.
13. Григорьев А. Ю.. Электронный глобус для каждого. / <http://www.forest.ru/rus/bulletin/31/4.html>
14. Досвід застосування ГІС-технологій «ПАНОРАМА» для вирішення задач геодезії, картографії та кадастру. / <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=1106>
15. Закон «Про охорону навколишнього природного середовища», від 25 червня, 1991.
16. ЗВЕРХУ ВИДНО ВСЕ. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ — В ДОПОМОГУ АГРАРІЯМ. / <http://journal.agrosector.com.ua/archive/2/25>
17. Інформаційний стандарт лісового господарства України — основа інтеграції даних та розвитку ГІС. / <http://wood-news.com.ua/news/wood/7033/>
18. Использование ГИС в лесном хозяйстве и лесной промышленности. / <http://www.dataplus.ru/industries/8FOREST/forest.htm>
19. Історія створення агролісів. / <http://www.minagro.kiev.ua/>
20. Карпінський Ю.А., Лященко А.А. Стратегія формування національної інфраструктури геопросторових даних в Україні. — К.: НДІГК, 2006.-108с.
21. Коломієць Г.В., Коломієць О.В. Приклад розробки географічної інформаційної системи для узагальнення досліджень заповідних територій та проектування екологічної мережі Миколаївської області // Роль природно-заповідних територій у підтриманні біорізноманіття : Матеріали наукової конференції, присвяч. 80-річчю Канівського природного заповідника (Канів, 9-11 вересня 2003 р.). — Канів, 2003. — С. 339–340.
22. Копистянський ММ. Протиерозійні гідротехнічні споруди. - 3-є вид., перероб. і доп. - К.: Урожай, 1988. - 176 с.
23. Кривой В.М. Екологічно безпечне землекористування лісостеп)1 України. Проблема охорони ґрунтів. - К.: Урожай, 2006. - 304 с.

24. Крисенко С.В., Крисенко М.В. Застосування ГІС-технологій від ESRI для потреб лісового господарства // http://www.e-catalog.name/cgi-bin/irbis64r_61/cgiirbis_64.
25. Колос Н.А., Сигаї Е.П. Лесная таксация и лесоустройство: практикум. Мн.: Беларусь, 2006.-142 с.
26. Корнилов Ю.Н. Фотограмметрия (конспект лекций 6 семестр).- Санкт-Петербург. Санкт-Петербургский государственный горный институт им. Г.В. Плеханова.- 2006.- 169 с.
27. Кошкарёв А.В., Тикунов В.С. Геоинформатика. Справочное пособие. М.: 1997. -213 с
28. Кузнецов М.С., Рожков А.Г., Глазунов Г.П. Современное состояние и перспективы развития исследований по защите почв от эрозии в России. - Почвоведение. - 1994. - Ли 5. - С. 67 - 70.
29. Куртеев В.В. ГИС и дистанционное зондирование в системе лесопатологического мониторинга России. / http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_43/17_Patolog.html
30. Куценко М.В. Вступ до географічних інформаційних систем та моделювання стану довкілля: Навчюпос.- Харків: Екограф, 2008.- 204 с.
31. Куценко М.В. Модель геосистемної оцінки ерозійної небезпеки земель / Землеустрій І кадастр, 2004, № 1-2.-С. 61 -68.
32. Лісовий кодекс України. Кодекс в редакції Закону N 3404-IV (3404-15) від 08.02.2006, ВВР, 2006, N 21, ст.170./ <http://100m2.com.ua/info/documents/56/page2.html>
33. Лялько В.І. Аерокосмічні методи одержання оперативної екологічної інформації в районах інтенсивного техногенного впливу на довкілля./ www.ecoleague.colocall.com/
34. Місце земельного кадастру у складі кадастру природних ресурсів./ <http://educworks.net/rol-geoinformatsiyih-sistem-gis.html>
35. Митчелл Э. Руководство по ГИС анализу. - Часть 1: Пространственные модели и взаимосвязи.; Пер. с англ. - Киев, ЗАО ЕСОММ Со; Стилос, 2000. - 198 с.
36. Морозов В.В. та ін..Управління водними і земельними ресурсами на базі ГІС-технологій. Навчальний посібник. Вид-во ХДУ Херсон, 2007. – 288 с.
37. Національний атлас України. Електронна версія.- ІСГЕО&ІГНАНУ.- CD,1999-2000 pp.
38. Некос А.Н., Щукін Г.Г., Некос В.Ю. Дистанційні методи досліджень в екології: Навчальний посібник. - Х.: ХНУ імені В. Н Каразіна, 2007. - 372 с.
39. Омельчук В.В., Фомін М.П. Методика оцінки стану лісів України за даними дистанційного зондування землі із космосу./ Вісник ЖНАЕУ № 1, 2009 – С.348-358
40. Опытно-методические работы (демонстрационный проект) по оценке динамики смены лесистости Северного Полесья (Ровенщины). / [http:// www.pryroda.gov.ua/ru/index.php?newsid=449](http://www.pryroda.gov.ua/ru/index.php?newsid=449)
41. Основы геоинформатики: В 2 кн. Учеб. пособие для студ. вузов / Е.Г.Капралов, А.В.Кошкарёв, В.С.Тикунов и др.; Под ред. В.С.Тикунова. — М.: Издательский центр «Академия», 2004. — 352 с,
42. Пакет программ ГИС «Лесфонд»/ <http://www.lab-master.ru/prodserv/prog/gis>
43. Поліщук Б.В. Сучасні досягнення і проблеми в дослідженнях розвитку та стану лісів./ Геодезія, картографія і аерофотознімання. - Вип. 70.- 2008.- С.39-45.
44. Посудін Ю.І. Фізика і біофізика навколишнього середовища.- Київ: Світ, 2000.- 304 с.
45. Придатко В.І., Бережняк Є.М. ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕКОЛОГІЧНА ІНДИКАЦІЯ. Методичні рекомендації для підготовки фахівців напряму 0929 «Біотехнологія» в аграрних вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації. Вид-во НУБіП, Київ,2009.- 50 с.
46. Про проблеми впровадження ГІС у лісове господарство. ГІС - Асоціація, Інформаційний бюлетень, № 1 (18), 1999, с. 20
47. Романчук С.В., Кирилюк В.П., Шемякін М.В. Геодезія. Навчальний посібник. Умань,2008.- 294 с. іл..
48. Самойленко В.М. Основы геоинформационных систем. Методология: Навчальний посібник. – К.- Ніка-Центр, 2003.- 276 с.

49. Свентэк Ю.В. Теоретические и прикладные аспекты современной картографии. -М.: Эдиториал УРСС, 1997. -80 с.
50. Светличный А.А., Андерсон В.Н., Плотницкий С.В. Географические информационные системы: технология и приложения. - Одесса: Астропринт, 1997.,
51. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики. Навчальний посібник.- Суми: Університетська книга, 2006.- 295 с.
52. Светличный А.А., Черный С.Г., Швобс Г.И. Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты. - Сумы: Университетская книга, 2004.-410 с.
53. Слюсаренко А.Н. Гриценко А.В.. Формирование индексных карт - основа ведения кадастра./ http://www.dataplus.ru/industries/1Cadastr/6_maps.htm
54. Сонько С.П., Голубкина О.М. Застосування методики елементарних геоінформаційних систем в регіональних дослідженнях. Вісник Криворізького економічного інституту. Кривий Ріг, КЕІ КНЕУ, №3, 2004 – С. 46-54.
55. Сонько С.П. Досвід використання ГІС-технологій у Криворізькому економічному інституті. / Комп'ютерне моделювання та інформаційні технології в науці, економіці та освіті: Збірник наукових праць. Кривий Ріг: КЕІ КНЕУ, 2007. – С. 156 – 158.
56. Сонько С.П. Дослідження можливостей оптимізації ринку персональних комп'ютерів Кривого Рогу за допомогою ГІС-пакету MapInfo./ Геоінформатика. Науко-вий журнал. №4, 2005.- С.84-91.
57. Сонько С.П. Інтернет-проект відкритої регіональної географічної бази даних./ Вісник Дніпропетровського національного університету. Серія геологія, географія. 2003.- С.106-117.
58. Сонько С.П. Концепція ноосферних екосистем як продовження ідей В.І.Вернадського./ Ноосфера і цивілізація. Всеукраїнський філософський журнал. Вип. 8-9(11). - Донецьк: ДонНТУ, 2010. - С.230-241.
59. Сонько С.П., Косенко Ю.Ю. Дослідження екологічного змісту об'єктів туризму Черкаської області з метою створення ГІС./ Матеріали регіональної науково-практичної конференції «Актуальні екологічні та агробіологічні проблеми Середнього Придніпров'я в контексті сталого розвитку». //Редкол.:Т.С.Нінова (відп.ред.) та ін..- Черкаси: ФОП Белінська О.Б.,2012.- 242 с.- С.192-195.
60. Сонько С.П., Кулішов В.В., Мустафін В.І. Ринок і регіоналістика. Навч.посібник. - К.:Ельга, Ніка Центр, 2002-287 с
61. Сонько С.П. Методологічні проблеми розвитку геоінформатики./ Сборник научных трудов Национальной горной академии Украины.-№12.-Т.1.-Днепропетровск: РИК НГА Украины,2001.- с.12-20.
62. Сонько С.П., Мазуренко Ю.Ю. Використання методики елементарних ГІС для створення географічної бази даних з сільського екотуризму./ Збірник тез міжвузівської наукової конференції «Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства». Умань, 2009.- С.88-89.
63. Сонько С.П. Просторові дослідження і геоінформатика (теоретико-методологічний аспект)./ Географія і сучасність. Випуск 4. Київ, КДПУ ім.Драгоманова,2000. с.249-255.
64. Сонько С.П. Просторова структура ноосфери – сучасні реалії і парадокси./Матеріали Шостих Всеукраїнських наукових Таліївських читань.- Харків, ХНУ ім.В.Н.Каразіна.- с.5-12.
65. Сонько С.П., Путілов В., Примаченко М., Розумовський О. Геоінформаційна система моніторингу навколишнього середовища Кривбасу в середовищі MS Office. електрон. Розробка. Кривий Ріг, КЕІ КНЕУ, 2001.
66. Створення ГІС для лісової промисловості./ <http://www.ukrreferat.com/index.php?referat=26224&pg=3>
67. Створення географічно-інформаційних систем на території підприємств./ <http://nvf.com.ua/PoslugiUa/P07.htm>

68. Сухановский /О.П., Олеш Г., Хан К.Ю. та ін. Применимость универсального уравнения потерь почв от эрозии (L'SLE) для условий Европейской территории России. Почвоведение. - 2003. Ле 6. - С. 733 - 739.
69. Тетюхин С.В., Мурадова Е.К., Тумасова О.Н. ГИС и дендрохронология при реконструкции воздействия пожаров на лесные экосистемы./ http://www.dataplus.ru/Arcrev/Number_44/15_Pogar.html
70. Тимчук Я.Я., Вередюк В.Ю. Використання ГІС-технологій та засобів супутникової навігації для моніторингу лісових екосистем Карпатського національного природного парку./ <http://www.pryroda.gov.ua>.
71. Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии. Серия «Диалог с компьютером». -М.: Финансы и статистика, 1998. -286 с., ил.
72. Часковський О.Г., Гаврилюк С.А. Використання матеріалів ДЗЗ та ГІС-технологій при впровадженні проекту ГІС-Закарпаття <http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=689>
73. Часковський О.Г. Інвентаризація лісових насаджень Розточчя з використанням дистанційних методів. Автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.03.02. Нац. аграр. ун-т. — К., 2001. — 18 с.
74. Черваньов І.Г., Костріков СВ., Воробйов Б.Н. Флювіальні геоморфосистеми: дослідження й розробки Харківської геоморфологічної школи. - Харків: ХП У. 2006. - 322 с.
75. Шпарик Ю., Млчоушек М., Гаєк Ф., Кохан С. Сахацький О., Жолобак Г. Перспективи дистанційного зондування Землі для вирішення лісівничих завдань. /<http://www.ekoinform.com.ua>
76. Шумова О.В. Эколого-географическое картографирование на основе аэрокосмической информации/ Методическое пособие. Санкт-Петербург, СПб госуниверситет, 1998. — 43 с.
77. О.М. Lebid', М.О. Kaminska, I.M. Riabukha. English for CIS. Textbook. Partners: Kherson State Agrarian University (UKR); Glasgow Caledonian University (United Kingdom); University of Gävle (Sweden); Kherson State University (UKR). K h e r s o n - 2006.

Інформаційні ресурси

<http://www.pryroda.gov.ua/ua/index.php?newsid=1054>
<http://vseslova.com.ua/word/>
<http://www.lesovod.org.ua/node/1736>
<http://www.fieldmap.cz/fmlt.php>
<http://in1.com.ua/article/12734/>
http://www.dataplus.ru/industries/1Cadastr/6_maps.htm
<http://www.forest.ru/rus/bulletin/31/3.html>
<http://biospace.nw.ru/evoeco>
<http://www.udau.edu.ua/library.php?pid=10/index.htm>
<http://ecology-portal.ru/publ/11-1-0-279>
http://nakaryakov.narod.ru/courses/agro_eko/pitanie.htm
<http://www.slovnyk.net>
<http://www.lab-master.ru/prodserv/prog/gis>

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Поняття про інформатику та геоінформатику.
2. Визначення предмету дослідження геоінформатики.
3. Ретроспектива розвитку геоінформатики.
4. Місце геоінформатики серед інших наук.
5. Зв'язок ГІС-моделювання з тематичною картографією.
6. Засоби і методи тематичного картографування в ГІС.
7. Сучасні ГІС: підходи до класифікації.
8. ГІС як інструмент створення електронних тематичних атласів.
9. Функціональні можливості сучасних ГІС.
10. Практичне застосування ГІС-технологій.
11. Просторова інформація та географічні дані в ГІС.
12. Атрибутивні дані у ГІС.
13. Моделі і бази даних у ГІС
14. Введення даних у ГІС.
15. Подання інформації в ГІС.
16. Практичне застосування методики елементарних ГІС.
17. Розробка елементарної ГІС екологічного моніторингу.
18. Головні методи і прийоми просторового ГІС-аналізу.
19. Корекція окремих шарів тематичної карти та топографічної основи у елементарній ГІС.
20. Організація гіперпосилань у елементарній ГІС.
21. Робота з буфером у елементарній ГІС.
22. Користування просторовою статистикою.
23. Види дистанційних зйомок, поняття про аерофотознімання.
24. Особливості застосування даних ДЗЗ у ГІС.
25. Роль дистанційних методів в охороні довкілля
26. Геоінформаційні системи і управління ресурсами.
27. Загальна схема і принцип визначення точних координат в системі GPS.
28. Робочі можливості GPS для ГІС.
29. Застосування приладів супутникового позиціонування в прикладних завданнях і ГІС.
30. Приклади вирішення конкретних завдань з використанням Gps/ГІС.
31. Дешифрування аерокосмознімків як сучасна технологія.
32. Головні прийоми і засоби дешифрування аерофотознімків.
33. Робота з інструментальними панелями в ГІС Mapinfo.
34. Відкриття таблиці і файлів в ГІС Mapinfo.
35. Реєстрація координат растрового зображення в ГІС Mapinfo.
36. Файлова структура таблиці в ГІС Mapinfo.
37. Досвід використання ГІС в лісовому господарстві.
38. Загальна характеристика ГІС «Тополь».
39. Сучасна технологія Field-Map.
40. Екологічні карти – основа природоохоронних ГІС.
41. Використання ГІС у плануванні і розвитку екологічної мережі.
42. Концепція ГІС екологічного моніторингу та екологічної безпеки.
43. Використання електронних карт та ГІС в агрономії.
44. Особливості застосування результатів ДЗЗ у ГІС сільського господарства.
45. Застосування інформаційних технологій у системі точного землеробства.
46. Спеціалізована геоінформаційна система управління ерозійними процесами.
47. Характеристика концептуальних напрямків розвитку ГІС-технологій.
48. Світовий досвід використання ГІС/ДЗЗ/GPS-технологій у різних галузях.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

ПЕРЕЛІК ЗАВДАНЬ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

1. Геоінформаційні технології в сучасному світі.
2. Відмінність ГІС від інших інформаційних систем.
3. Історія розвитку геоінформаційних технологій.
4. Комп'ютер як складова частина ГІС.
5. Класифікація комп'ютерів.
6. Складові частини ПК, їх характеристики та роль у підтримці ГІС
7. Тенденції розвитку апаратного забезпечення ГІС.
8. Бази даних як подання об'єктів реального світу.
9. Керування даними в ГІС.
10. Функціонування баз даних.
11. Стиснення растрових даних.
12. Вибір способу формалізації і перетворення структур даних.
13. Джерела вхідних даних для ГІС.
14. Дані дистанційного зондування Землі.
15. Дані електронних геодезичних приладів.
16. Автозахоплення і авто трасування.
17. Редагування існуючих картографічних об'єктів.
18. Методи і технології візуалізації інформації в ГІС.
19. Групове редагування.
20. Карти як результат і засіб візуалізації.
21. Подання картографічних шарів.
22. Подання векторних об'єктів.
23. Тематичне картографування.
24. Картодіаграми.
25. Ранжовані діапазони.
26. Стовпчасті та кругові діаграми
27. Ранжовані символи.
28. Точки із заданими вагами.
29. Легенди тематичних карт і картодіаграм.
30. Електронні атласи.
31. Загальна характеристика аналітичних можливостей сучасних ГІС.
32. Просторова інтерполяція та вибір методу інтерполяції.
33. Програмне ГІС-забезпечення компанії ESRI (США).
34. Пакет ArcView.
35. ГІС-пакет MapInfo Professional.
36. Інструментальні можливості векторизації зображень у ГІС-пакеті MapInfo Professional.
37. Інструментальні можливості оверлейного аналізу у ГІС-пакеті MapInfo Professional.
38. Інструментальні можливості просторового аналізу у ГІС-пакеті MapInfo Professional.
39. Програмні продукти компанії Autodesk.
40. Пакет GeoDraw/GeoGraph.
41. Тенденції розвитку програмного ГІС-забезпечення.
42. Великі ГІС-проекти.
43. Електронний атлас України.
44. Глобальні геоінформаційні системи.
45. Технології «клієнт-сервер» і Internet-технології в ГІС.
46. Internet-сервіси і ГІС

ПЕРЕЛІК ТЕМ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ СТУДЕНТІВ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

1. Поняття про інформатику та геоінформатику, визначення предмету дослідження.
2. Історія становлення та розвитку геоінформатики.
3. Тематичне картографування як основа ГІС-моделювання.
4. Класифікація сучасних ГІС.
5. Застосування ГІС у лісовому господарстві.
6. Застосування та можливості ГІС у землеробстві.
7. Застосування та можливості ГІС у рослинництві.
8. Застосування та можливості ГІС у садівництві.
9. Застосування та можливості ГІС у садово-парковому господарстві.
10. Сучасні ГІС у лісовому господарстві.
11. Сучасна ГІС лісового господарства «*Field Map*».
12. Використання космічних знімків у ГІС.
13. Використання даних ДЗЗ в спеціалізованих ГІС для (варіанти): - ґрунтознавства; - агрономії, - землеробства; - рослинництва; - садівництва; - лісового господарства; - лісової таксації; - земельного кадастру; - лісового кадастру.
14. Головні особливості та принцип роботи системи GPS.
15. Особливості використання GPS в спеціалізованих ГІС для (варіанти): - ґрунтознавства; - агрономії, - землеробства; - рослинництва; - садівництва; - лісового господарства; - лісової таксації; - земельного кадастру; - лісового кадастру.
16. Польове геоінформаційне картографування за допомогою GPS-технології.
17. Система землеробства «*Presision Farm*» та застосування у ній даних GPS.
18. Система землеробства «*Presision Farm*» та застосування у ній ГІС-технологій.
19. Польова інформаційна машина та її роль у прецезійному землеробстві.
20. Принципова схема системи прецезійного землеробства та роль у ній ГІС.
21. Головні функції сучасних ГІС.
22. Практичне застосування ГІС-технологій у (варіанти): - міському господарстві та регіональному управлінні, - моніторингу довкілля; - екології; - медицині; - кадастрових системах.
23. ГІС «*ArcForest*».
24. ГІС «*Лісфонд*».
25. Просторова інформація (географічні дані) в спеціалізованих ГІС для (варіанти): - ґрунтознавства; - агрономії, - землеробства; - рослинництва; - садівництва; - лісового господарства; - лісової таксації; - земельного кадастру; - лісового кадастру.
26. Атрибутивні дані в спеціалізованих ГІС для (варіанти): - ґрунтознавства; - агрономії, - землеробства; - рослинництва; - садівництва; - лісового господарства; - лісової таксації; - земельного кадастру; - лісового кадастру.
27. Моделі і бази даних у ГІС
28. Автоматизоване введення даних (сканування).
29. Векторизування та геокодування.
30. Апаратне та екранне дигітизування.
31. Подання інформації в ГІС.
32. Практичне застосування методики елементарних ГІС.
33. Головні методи і прийоми просторового ГІС-аналізу.
34. Картометричні операції та операції вибору.
35. Рекласифікація, картографічна алгебра, статистичний аналіз.
36. Просторовий та оверлейний аналіз.

ОСНОВНІ ТЕРМІНИ ТА ПОНЯТТЯ

Аналіз географічного збігу і включення — визначення взаємного розміщення точкових, лінійних і просторових об'єктів. Варіантами є: визначення знаходження точкових об'єктів у межах просторових (операція «point-in-polygon»), лінійних об'єктів у межах просторових («line-in-polygon») і просторових об'єктів — у межах просторових об'єктів («polygon-in-polygon»).

Аналіз близькості — пошук об'єктів, що лежать на певній відстані від початкового об'єкта.

Атрибутивні дані — дані в ГІС, що не мають указання на координати чи місце розміщення об'єктів, або дані, що описують кількісні і якісні характеристики просторових об'єктів.

База даних (БД) — сукупність відповідним чином формалізованих і структурованих даних, для організації введення, збереження і доступу до яких розробляються спеціальні правила. Збереження даних у БД забезпечує централізоване керування, дотримання стандартів, безпеку і цілісність даних, скорочує надмірність і усуває суперечливість даних.

База знань — сукупність систематизованих основоположних відомостей з певної галузі знання, що зберігається у пам'яті електронно-обчислювальної машини, обсяг яких необхідний і достатній для вирішення певного кола теоретичних і практичних завдань.

Банк даних — система програмних, мовних, організаційних і технічних засобів, призначених для централізованого накопичення і колективного використання даних, а також самі дані, збережені в *базах даних*.

Буфери — нові територіальні об'єкти, побудовані навколо існуючих точкових, лінійних і просторових об'єктів таким чином, що їх межі знаходяться на визначеній відстані від вихідних об'єктів.

Варіограма (син. — структурна функція) — графік залежності напівдисперсії, або семіваріації, значень змінної в точках простору, розділених деякою відстанню, від величини цієї відстані, побудований з використанням вибірових даних.

Векторизування — технологія напівавтоматизованого розпізнавання просторових об'єктів на растрових (найчастіше — сканованих) зображеннях з подальшою побудовою векторних об'єктів.

Векторна модель, або векторний спосіб подання просторових даних, — спосіб формалізації просторових даних, що базується на використанні певного набору елементарних графічних об'єктів, чи «графічних примітивів», до яких належать: точка, лінія, полігон, дуга або сегмент.

Візуалізація — проектування і генерація *геозображень* та іншої графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних і правил та алгоритмів їхнього перетворення.

Вінчестер — див. «Твердий диск».

Восьмизв'язний код Фрімана — метод опису об'єктів за допомогою набору з восьми цифр (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7), кожна з яких кодує один із восьми фіксованих напрямків.

В'юер (від англ. — *viewer*, син. — в'ювер) — порівняно недорогий, полегшений пакет з обмеженою можливістю редагування даних, призначений в основному для візуалізації і виконання запитів до баз даних, підготовлених у середовищі інструментальних ГІС.

Географічна інформаційна система (Geographical Information System, син. — *геоінформаційна система*, ГІС) — інтегрована сукупність апаратних, програмних та інформаційних засобів, що забезпечують введення, збереження, обробку, маніпулювання, аналіз і відображення (подання) просторово-координованих даних.

Геоінформатика — наука, технологія і прикладна діяльність, пов'язані зі збором, збереженням, обробкою, аналізом і відображенням просторових даних, а також із проектуванням, створенням і використанням *географічних інформаційних систем*. У

більш вузькому розумінні (як наука) геоінформатика — це міждисциплінарна наука про засоби, методи і способи збору, збереження, обміну, обробки, аналізу й відображення просторової (або просторово-координованої) інформації.

Геоінформаційні технології — сукупність засобів, способів і методів автоматизованого збору, зберігання, маніпулювання, аналізу і відображення (подання) просторової інформації.

Геообразження — будь-яка просторово-часова масштабна генералізована модель земних (планетних) об'єктів або процесів, подана в графічній образній формі (дво- або тривимірній, анімованій та ін.).

Геокодування — технологія автоматизованої побудови точкових об'єктів за їх просторовими координатами або вуличними адресами.

Геообробка (geoprocessing, геопроецінг) — сукупність методів обробки і аналізу просторових даних.

Геоеляційні структури — векторні структури просторових даних, у яких метрична та топологічна інформація організовані так само, як в лінійно-вузлових структурах, але додаткова (атрибутивна) інформація зберігається в базі даних в окремих реляційних таблицях.

ГІС-пакет, або комерційний ГІС-пакет (син. — інструментальна ГІС) — сукупність програмних засобів, призначених для розробки геоінформаційних систем або розв'язання теоретичних або прикладних завдань, пов'язаних із просторово-координованою інформацією, з використанням *геоінформаційних технологій*.

Графічні змінні — змінні, які визначають графічні засоби (заливки, штрихування, типи ліній і точкових символів, палітри), використовувані для побудови окремих картографічних знаків, знакових систем, картографічних образів при візуалізації.

Групове кодування (run-length encoding) — спосіб стиснення просторових даних, при якому інформація, що міститься в кожному рядку вихідної матриці, кодується за допомогою пар значень, перше з яких представляє кількість розміщених один за одним однакових значень елемента, що кодується, друге — значення елемента.

Дані дистанційного зондування Землі (ДДЗЗ) — дані, отримані методами реєстрації випромінювання від поверхні Землі (відбитого чи випромінюваного) за допомогою електронно-оптичних систем, установлених на космічних супутниках або літаках.

Дигітайзер — периферійний пристрій для ручного введення просторових даних. Діє за принципом реєстрації електромагнітного імпульсу від курсора, що зчитує, мережею провідників, рівномірно розміщених у площині дигітайзера по осях X і Y .

Дигітизування (син. — дигіталізація, цифрування) — технологія введення даних з використанням апаратного або екранного дигітайзера, яка полягає в ручному обведенні курсором дигітайзера або миші контурів окремих просторових об'єктів.

Дисплей — див. «Монітор».

Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) — різного роду зйомки з літальних апаратів — атмосферних і космічних, — у результаті яких отримують зображення земної поверхні в якомусь діапазоні (діапазонах) електромагнітного спектра — *дані дистанційного зондування Землі*; одне із основних інформаційних джерел для ГІС.

Електронна карта — зображення, сформоване на екрані *дисплея* на основі растрових і векторних цифрових карт, баз даних, умовних знаків, легенд та інших елементів картографічного оформлення у визначеному стандарті і масштабі.

Запит — завдання на пошук інформації в базі даних, оформлене за певними правилами. У запиті зазначаються необхідні атрибути і їхні значення, а також різні оператори і функції, що уточнюють чи обчислюють значення шуканих атрибутів.

Інструментальна ГІС — див. «ГІС-пакет».

Інтерполяція — обчислення проміжних значень будь-якої змінної за деякими відомими її значеннями.

Інформаційна система — система обробки даних про яку-небудь предметну галузь із засобами накопичення, зберігання, оновлення, пошуку і видачі даних. Відповідно до засобів виконання інформаційного завдання розрізняють інформаційні системи ручні, механізовані і автоматизовані.

Картографічна алгебра — сукупність операцій з просторовими даними, що базуються на їх растровій моделі. Розроблена С.Д. Томліном (США) у 1980-1983 рр.

Картодіаграма — карта, що показує розподіл відносних показників (щільність, інтенсивність явища, питомі величини та ін.) за визначеними територіальними одиницями за допомогою колірної заливки, стовпчастих і кругових діаграм, зважених точок та ін.

Картометричні операції — вимірювання по картах і за іншими геозображеннями з використанням програмних засобів.

Квадратомічні структури растрових даних (син. — *квадродерева, quadtree, Q-tree*) — ієрархічні растрові структури, що характеризуються тим, що в них кожен вищий рівень є узагальненням інформації строго за чотирма комітками нижчого рівня.

Конфігурація комп'ютера — набір компонентів (тверді магнітні й оптичні диски, процесор, оперативна пам'ять, материнська плата та ін.), що визначають галузь використання і продуктивність комп'ютера.

Кригінг (інколи — *крайгінг*) — загальна назва локально-стохастичних методів просторової інтерполяції (на честь південно-африканського гірничого інженера Д.Дж. Криге — D.G. Krige).

Ланцюгове кодування (chain encoding) — спосіб стиснення векторної інформації, при якому повністю записуються лише координати першої точки введення, для всіх інших указується приріст координат між поточною точкою і попередньою.

Лінійно-вузлові структури — див. «Структури «дуга-вузол»».

Материнська плата (motherboard) - базовий компонент комп'ютера, на якому розміщені: системна шина, роз'єднання для підключення інших компонентів ПК (процесора, оперативної пам'яті, відео-, звукових, мережних та інших типів карт), а також певний набір службових мікросхем (чипсет для обслуговування процесора, BIOS, таймер та ін.).

Мережна модель даних — модель даних ГІС, що використовує зв'язані лінійні (ребра) і точкові (з'єднання) елементи (геометрична мережа). Властивості окремих ребер, з'єднань і методів їх взаємодії описані в спеціальній атрибутивній БД (логічна мережа).

Мережний аналіз — сукупність процедур аналізу географічних мереж, що базується на теорії графів. До складу мережного аналізу входять: пошук найкоротшого шляху; оптимізація маршрутів за заданим набором критеріїв або в інтерактивному режимі; модифікація мережі і сценарний аналіз; визначення «радіуса» доступності фіксованого вузла; визначення «хінтерлаиду» елементів мережі. Стосовно інженерних комунікацій поширені розрахунки напрямку потоку (наприклад, води); розрахунки втрат при транспортуванні; пошук найкоротших або оптимальних маршрутів; визначення списку пройдених пунктів тощо.

Метод обернено-квадратичної дистанції — окремий випадок методу просторової інтерполяції *обернено пропорційно до відстані (зворотної дистанції)* — різновид методу (ковзного) середнього зваженого, при якому значення показника ступеня при відстані у ваговій функції дорівнює «2».

Метод регулярних мереж — ручний спосіб оцифрування просторових даних шляхом осереднення або генералізації значень елемента, що цифрується, у кожному квадраті сітки.

Модель даних — фіксована система понять і правил для подання структури, стану і динаміки проблемної області в базі даних. У різний час послідовно застосування одержували *ієрархічна, мережна і реляційна* моделі даних. У наш час найбільш поширеною є реляційна модель, але все більшого поширення набуває *об'єктно-орієнтований* підхід до організації баз даних ГІС.

Монітор (син. — дисплей) — пристрій для відображення тексту і графіки, сформованих різними програмами в ході їхнього виконання.

Оверлейний аналіз — операції накладення один на одного двох або більше шарів, у результаті якого утворюється або графічна композиція (графічний оверлей) вихідних шарів, або один похідний шар, топологічні і семантичні атрибути якого є похідними від значень атрибутів вихідних шарів.

Оперативна пам'ять (RAM – Random Access Memory) — набір електронних мікросхем для тимчасового збереження даних і програм, використовуваних центральним процесором у процесі роботи.

Персональний комп'ютер (ПК) — комп'ютер, конфігурація якого призначена для виконання широкого кола системних і прикладних завдань одним користувачем або невеликою групою користувачів.

Плотер — периферійний пристрій для виведення тексту і графіки на папір та інші типи великоформатних аркушів або рулонних матеріалів.

Принтер — периферійний пристрій для виведення тексту і графіки на папір та інші типи аркушів або рулонних матеріалів.

Просторовий аналіз — сукупність методів аналізу просторових даних, до складу яких у ГІС звичайно вводять побудову буферів, аналіз географічного збігу і включення, зонування території з використанням полігонів Тиссена-Вороного і аналіз близькості.

Растр — прямокутна решітка, основа растрової моделі просторових даних; елементом растра є комірка або піксел (від англ. *pixel – picture element*), характеристиками є кількість рядків, кількість стовпців, розмір комірки.

Растрова модель, або *растровий спосіб* подання просторових даних, — спосіб формалізації просторових даних за елементами (комірками) растра, який суцільно покриває територію.

Реляційна модель даних — найбільш поширена модель бази даних; дані організовані у вигляді таблиць, що складаються з рядків (записів) і стовпців (полів). Зв'язок між різними таблицями здійснюється за допомогою ключових полів.

Рядковий код (row code) — спосіб стиснення просторових даних, при якому інформація кодується за рядками послідовністю груп з трьох чисел, розділених крапкою з комою. Перше число — це номер рядка, а наступні два — номери комірок у рядку, що мають ненульові значення.

Сервер — комп'ютер, що виконує певні функції (збереження даних, друк, обчислення) у складі локальної або глобальної обчислювальної мережі.

Система керування базою даних (СКБД) — програмне середовище для створення і підтримки баз даних. Містить ряд компонентів, що виконують різні функції. Програмні модулі СКБД підтримують різні операції з даними, включаючи введення, збереження, маніпулювання, обробку запитів, пошук, вибірку, сортування, відновлення, збереження цілісності і захист даних від несанкціонованого доступу або перебоїв програмного й апаратного забезпечення.

Сканер — периферійний пристрій для автоматизованого введення просторових даних, діє за принципом реєстрації світлочутливими елементами відбитого світла від документа, що сканується.

Сканування — аналого-цифрове перетворення зображення в цифрову растрову форму за допомогою сканера; є одним з етапів *цифрування* графічних і/або картографічних матеріалів.

Структури «дуга-вузол» (*Arc-Node Structure*, син. — *лінійно-вузлові структури*) — топологічні векторні структури, для яких об'єкт у базі даних структурований ієрархічно, а базовими елементарними графічними об'єктами, крім точки, лінії і полігону, є дуга (або сегмент).

Твердий диск (син. - *вінчестер. Hard Disk — HD*) - пристрій для постійного збереження інформації (програм і даних) у комп'ютері.

Тиссена-Вороного полігони — багатокутники, побудовані навколо мережі точкових об'єктів таким чином, що для будь-якої позиції в межах полігонів відстань до центрального точкового об'єкта завжди менша, ніж до будь-якого іншого об'єкта мережі, що розглядається. Використовуються в ГІС для: 1) зонування території на основі мережі точкових об'єктів; 2) побудови карт просторового розподілу змінної як основа одного з локально-детермінованих методів просторової інтерполяції.

Точкова полігональна структура (*Point Polygon Structure*) — нетопологічна структура векторних даних (типу спагеті), що базується на використанні трьох елементарних графічних об'єктів (точки, лінії, полігону).

Трикутна нерегулярна мережа (*Triangulated Irregular Network — TIN*) — векторна полігональна структура (модель) просторових даних, яка звичайно використовується для побудови цифрових моделей рельєфу.

Центральний процесор — електронна мікросхема, призначена для здійснення обчислень, покрокового виконання інструкцій, обумовлених виконуваною програмою.

Цифрова карта — цифрова модель просторових об'єктів або явищ, створена шляхом цифрування паперових картографічних джерел, фотограмметричної обробки ДДЗЗ, цифрової реєстрації даних польових зйомок або просторового моделювання; сформована з урахуванням законів картографічної генералізації в прийнятих для карт проекціях, системах координат і висот.

Цифрова модель рельєфу (ЦМР, *Digital Elevation Model, DEM*, інколи *Digital Terrain Model, DTM*) — цифрове подання топографічної поверхні у вигляді регулярної мережі комірок заданого розміру (grid DEM), або нерегулярної трикутної мережі (TIN DEM).

Цифрування — див. «Дигітизування».

АНГЛО-РОСІЙСЬКИЙ СЛОВНИК ТЕРМІНІВ

А

Absolute altitude – высота
Absolute height - высота, абсолютная высота, высотная отметка
Absolute method-точечный способ
Accuracy – точность
Active window - активное окно
Address matching -адресная привязка
Adjacent graphs - смежные графы
Adjustment – уравнивание
Aerial photo – аэрофотоснимок
Aerial photograph-аэрофотоснимок
Aerial photoplan – фотоплан
Aerial print – аэрофотоснимок
Aerophoto – аэрофотоснимок
Aerospace data - данные дистанционного зондирования, данные аэрокосмического зондирования
Affine geometry - аффинная геометрия
Aggregate map - комплексная карта
Aggregation – агрегирование
Algorithm – алгоритм
Algorithmic generalization - алгоритмическая генерализация
Allocation – выделение
Allocation of resources - размещение ресурсов
Alterations-искажения
Altitude - высота, абсолютная высота, высотная отметка, отметка
Altitude absolute - абсолютная высота, высотная отметка, отметка
Altitude matrix - матрица высот
Amalgamation – слияние
Anaglyph – анаглиф
Anaglyphic map-анеглифическая карта
Analytic(al) geometry - аналитическая геометрия
Analytical map-аналитическая карта
Anamorphic map - анаморфированная карта, анаморфоза.
Angle of altitude - угловая высота, угол возвышения
Angle of elevation - угловая высота, угол возвышения
Angle of inclination - угол наклона, крутизна на ската, крутизна склона
Annotation – аннотация
Aphylactic projections - произвольные картографические проекции
Application software - прикладное программное обеспечение
Application window - окно основной программы, окно приложения
Applied geodesy - инженерная геодезия
Arc - дуга, нить
Architecture – архитектура
Archiving - архивирование, архивация
Arc-node model - векторно-топологическое представление, линейно-узловое представление
Area - полигон, полигональный объект, площадь, область, многоугольник
Area chart - площадная картограмма
объект, площадь, область, многоугольник
Area pattern - площадные условные знаки
Area symbols - площадные условные знаки

Artificial intelligence - искусственный интеллект
Aspatial attribute – непространственный объект
Aspatial data - непозиционные данные
Astrogeodetic network - астрономо-геодезическая сеть
Astronomic(al) mapping - астрономическое картографирование
Attribute - атрибут, реквизит
Attribute class - класс атрибута
Attribute data - атрибутивные данные
Attribute matching – атрибутирование
Attribute value - значение атрибутов
Automated cartography - автоматизированная картография
Automated image processing - автоматизированная обработка снимков
Automated interpretation - автоматизированное дешифрирование
Automated mapping - автоматизированное картографирование
Automatic digitizing - автоматическое цифрование
Axis of coordinate - оси координат
Axis of rotation - ось вращения
Azimutal projections - азимутальные картографические проекции
Azimuth – азимут

В

Back azimuth-обратный азимут
Back frames-копировальные рамы
Base station - базовая станция
Basic design-оригинал карты
Bearing-дирекционный угол
Beginning point-начальная точка
Benchmarking - тестирование на производительность
Blanking – гашение
Block-diagram - блок-диаграмма
Blunder - грубая погрешность
Border - граница
Bottom contours – изобаты
Boundary – граница
Boundary constructive geometry – граничный геометрический конструктив
Brightness – тон
Browser – браузер
Buffer - буферная зона, буфер
Buffering – буферизация
Byte – байт

С

Capacity – емкость
Cardinal direction – румб
Cartogram – картограмма
Cartographic communication - картографическая коммуникация
Cartographic data bank - банк картографических данных
Cartographic design - художественное проектирование карт
Cartographic image - картографический образ
Cartographic information retrieval system- картографическая информационно-поисковая система

Cartographic pattern - картографический образ
Cartographic symbols- условные обозначения
Cartographic toponymy – картографическая топонимика
Cartographical grid - картографическая сетка
Cell - ячейка, регулярная ячейка
Central processing unit - центральный процессор
Character attribute - атрибут литеры
Chart – карта
Clipping - вырезание, клиширование
Cluster – кластер
Color chart - шкала цветового охвата
Color correction - коррекция цвета
Color defilation - изменение цвета
Color model-цветовая модель
Compilation - составление карты
Complex map - комплексная карта
Complex polygon - составной полигон
Composition – структура
Compound attribute - составной атрибут
Cross-hatching – штриховка
Cross-section - профиль поперечного сечения
Cross-section block-diagram - профильная блок-диаграмма
Customization - настройка на требования пользователя
Cut and paste - редактирование изображения
Cylindrical projections - цилиндрические картографические проекции

D

Data bank - банк данных
Data base-база данных
Data base management system - система управления базами данных
Data coverage -пространственный охват
Data exchange standards -стандарты обмена данными, стандарты передачи данных
Data format - формат данных
Data input - ввод данных
Data interchange standards - стандарты обмена данными, стандарты передачи данных
Data models - модели данных
Data output - вывод данных
Data transformation -трансформация данных
Datum, pl. Data-данные
Diagram map – картодиаграмма
Digital image processing - автоматизированная обработка снимков
Digital map - цифровая карта
Displacement - перемещение, смещение
Dissolving-уничтожение границ
Distance mode - интервал пространства
Distributed cartographic databank- распределенный картографический банк данных
Draft – план
Drainage line - сепаратриса, структурная линия
Drawing - картографическое черчение
Drop-down menu - ниспадающее меню
Dynamic digitizing - потоковый ввод

Е

Edge-граница

Edge matching – сводка

Electrostatic plotter - электростатический графопостроитель

Elevation - высота, абсолютная высота

Environmental GIS - природоохранная ГИС

Equal-area projections - равновеликие картографические проекции

Ф

Face – многоугольник, контурный объект

Fade-in - введение изображения

Fade-out - выведение изображения

Fast statics - ускоренная статика

Fat - таблица размещения файлов

Feasibility study - предпроезное исследование

Feature - пространственный объект, географический объект

Field mapping – географическая съемка

File allocation table - таблица размещения файлов

Fishnet image - нитяное изображение

Flat geoimage - плоское геоизображение

Flatbed plotter - планшетный графопостроитель

Floating menu - всплывающее меню

Floppy - флоппи-диск, гибкий диск

Forecast map - прогнозная карта

Formatting - форматирование

Forward lap - продольное перекрытие

Frame - геодезическая сеть

Frame of repers - системы координат

Framework - геодезическая сеть, рамки карты

Fuzzy sets - нечеткие множества

Г

Gain - внутренняя структура

Gateways – шлюзы

Gazetteer - указатель географических названий, газеттир

General automatic mapping system - общекартографическая автоматическая система

Geocoding – геокодирование

Geodesic line - геодезическая линия

Geodetic control - геодезическая основа карты, геодезическая сеть

Geodetic points - сеть геодезических пунктов

Geodetic reference systems - геодезические референчные системы, системы относимости

Geographic(al) cartography – географическая картография

Geographic(al) data - пространственные данные, геопространственные данные

Geoid- геоид

Geoimage – геоизображение

Geoinformatics – геоинформатика

Geoinformational mapping - геоинформационное картографирование

Geomatics – геоматика

Geometric data structure - структуры геометрических данных

Geometric rectification – геометрическая коррекция

Geometrical primitive - базисный элемент
Geo-model(l)ing - геомоделирование
Georelational data model - геореляционная модель данных
Georepresentation – геоизображение
Geospatial data - географические данные, геопространственные данные
(Geo)spatial data model - модель пространственных данных
Geospatial metadata - пространственные метаданные
GIS application - приложение ГИС
GIS designing-проектирование ГИС
GIS development - разработка ГИС
GIS functionality - функциональные возможности ГИС
GIS implementation - внедрение ГИС
GIS software - программное обеспечение ГИС
GIS software tools - инструментальные ГИС, универсальные полнофункциональные ГИС
GPS measurement – позиционирование
GPS receivers - приемники позиционирования
GPS-system - спутниковые системы позиционирования
Graduation - шкалы (на картах)
Graph-граф
Graphic element - графический элемент
Graphic factors - графические переменные
Graphic image - графический образ
Graphic input - графический ввод
Graphic overlay - графическая композиция
Graphic package - графический пакет
Graphic scale - графический масштаб
Graphic tablet - дигитайзер, цифрователь
Graphic(al) techniques - графические приемы
Graphical user interface - графический интерфейс пользователя
Graphics editing - графическое редактирование
Graphics editor - графический редактор
Graphics support - графическое обеспечение
Gray scale print - полутоновая печать
Grid - регулярная сеть, грид
Grid bearing - дирекционный угол
Grid cell - ячейка, регулярная ячейка
Grid data structure - растровое представление
GUI - графический интерфейс пользователя

Н

Hardware - аппаратное обеспечение
Nextree - гексотомическое дерево
Hierarchical data model – иерархическая модель данных
Highlighting – выделение
Horizontal control - опорная геодезическая сеть
Horizontal scale – масштаб
Hydrographic(al) names –гидронимы
Hydroisohypses – изобаты
Hydrolocation surveying – гидролокационная съемка
Hyperspectral surveying – гиперспектральная съемка
Hypsographic(al) curves – горизонталы, изогипсы

I

Icon identification – распознавание образов
IGIS - ИГИС, интегрированная ГИС
Image composition - синтезированное изображение
Image definition area - область определения образов
Image enhancements- улучшение изображения
Image plane - плоскость изображения
Image processing – автоматизированное дешифрование
image registration – геометрическая коррекция
Inner polygon - внутренний полигон
Inscriptions - надписи на карте
Integrated GIS - интегрированная ГИС
Interpretation - дешифрирование, интерпретация
Interpolation – интерполяция
Intersection – засечка геодезическая
Intervisibility - взаимная видимость точек
Irregular error - погрешность случайная
Isogram method - способ изолиний

J

Joint - точка соединения
Junction-узел

K

Kernel-«скользящее окно»
Keymap-сборный лист
Kinematics – кинематика
Knots - опорные точки

L

Labelling - присвоение объектам меток
Land information system - земельная информационная система
Land survey-топографическая съемка
Large scale mapping – крупномасштабное картографирование
Laser plotter - лазерный графопостроитель
Layer - слой, покрытие
Layer box - гипсометрическая шкала
Layer-based GIS - послойно организованная ГИС
Layered representation - слоистое представление
Legend - легенда карты
Level – нивелир
Level control - высотная геодезическая сеть
Lidar surveying - лидарная съемка
Line - дуга, нить, линия
Line attribute - атрибут линии
Line original - штриховой оригинал карты
Line printer map - АЦПУ-карта, ЭВМ-карта
Line symbols - линейные условные знаки
Line weeding - разрядка линий
Linear scale - графический масштаб

Line-in-polygon - принадлежность линии полигону
List boxes – списки
List of edges - реберный список
Local Area Network, LAN - локальная (вычислительная) сеть
Local databank - локальный банк данных
Local GIS - локальная ГИС
Locating grid - указательная сетка
Locational data - позиционные данные
Logically continuous database – бесшовные данные

M

Macrocommand – макрос
Magnetic azimuth - магнитный азимут
Magnetic declination diagram - схема магнитного склонения
Mainframe computer - компьютер общего назначения
Manner of cartographic representation - способ картографического изображения
Manual digitizing - ручное цифрование
Map adjustment -согласование карт
Map ageing-старение карты
Map analysis - исследования по картам
Map background - растровая подложка
Map borders-рамки карты
Map features - элементы карты
Map grid - сетки (на карте)
Medium area network - региональные (вычислительные) сети
Medium scale map – среднемасштабная карта
Metacartography – метакартография
Metadata – метаданные
Method of area - способ ареалов
Metropolitan area network - городские вычислительные сети
Mine-survey - маркшейдерское дело
Morphometric indices – морфометрические показатели
Mosaicking - сшивка, монтаж
Multi-layered representation - многослойное представление
Multipath - многолучевость, многопутность
Multiple representation - представление полимасштабное
Multiscale GIS - полимасштабная ГИС

N

Names plate - оригинал надписей
Nearest neighbour analysis - поиск ближайшего соседа
Neat line - внутренняя рамка
Network analysis - анализ сетей
Network operating system - сетевая операционная система
Nibble - полубайт, тетрада
Node – узел
Nominal scale - главный масштаб карты

O

Object - пространственный объект

Object oriented automatic mapping system - специализированная автоматическая картографическая система
Original plot - составительский оригинал
Orthophotoplan - ортофотоплан
Orthotransformation – ортотрансформирование
Outside-внешняя область
Outside dimension – габарит
Overlap – перекрытие
Overlay-оверлей, слой, покрытие

P

Palette – палитра
Pan – панорамирование
Pantographs – пантографы
Particular scale - частный масштаб карты
Passes – седловины
Paste-вставка
Pattern - графический образ, текстурный тип, шаблон
Peripheral(s) - периферийные устройства
Perspective drawing instruments – перспектографы
Perspective view - трехмерное изображение
Phase measurement - фазовый метод
Photo interpretation – дешифрирование
Photogrammetric survey – стереотопографическая съемка
Photomontage – фотосхема
Physical geodesy - теоретическая геодезия
Pilot-project - пилот-проект
Planar curve - плоская кривая
Planar partition - планарное разбиение
Plasma-panel display – плазменный дисплей
Plot – план
Plotting area -размер рабочего поля
Primary map - исходная карта
Primitive – примитив
Projection conversion – трансформация проекции
Projections - картографические проекции
Pseudostatics – псевдостатика

Q

Quad tree, quadtree - квадротомическое представление
Quadrangle -картографическая трапеция
Quads - квадратные участки
Quantis(z)ation – квантование
Query – запрос
Query-by-example - запрос по шаблону

R

Raster graphics - растровая графика
Raster data format - растровый формат данных
Raster data model - растровая модель данных

Raster to vector conversion - растрово- векторное преобразование
Rasteris(z)ation – растеризация
Ravine-line – тальвер
Raw data - необработанные данные
Relief - поверхность, рельеф
Remote sensing - дистанционное зондирование
Remote sensing generalization - дистанционная генерализация
Remote surveying - дистанционное зондирование
Rendering - рендеринг, экранизация
Reporting - генерация отчетов
Request – запрос
Rhumblin – локсодромия
Ridge – водораздел
Ridge-line – водораздел
Router – маршрутизатор
Run length coding _ групповое кодирование

S

Satellite geodesy - космическая геодезия
Saturation – насыщенность
Scale – масштаб
Scale accuracy limit - предельная точность масштаба
Scale bar - графический масштаб
Scale factor - степень уменьшения
Scaling – масштабирование
Schematic map – картосхема
Scroll bar - линейка прокрутки
Seamless database - бесшовные базы данных
Secondary data - вторичные данные
Seed – центроид
Selection of optimum routes - выбор оптимального маршрута
Sensors - сенсоры, датчики
Set – множество
Sheet borders - рамки карты
Sheet margin - внешняя рамка
Simple attribute -простой атрибут
Small scale mapping – мелкомасштабноекартографирование
Snapping - устранение разрывов
Solid-сплошное тело
Spatial analysis – пространственный анализ
Spatial attribute – пространственный атрибут
Spatial data quality - качество пространственных данных
Spatio-temporal GIS – пространственно-временная ГИС
Static positioning - статическое позиционирование
Streamer - стриммер, стример
String-дуга, нить
Suppression – гашение

T

Table digitizer - дигитайзер, цифрователь
Tear-off menu - отрывные меню

Theme - слои, покрытие
Three dimensional net – пространственная геодезическая сеть
Tile - ячейка, регулярная ячейка, фрагмент
Tiling – фрагментирование
Time mode - равные промежутки времени
Transparency – прозрачность
Traverse network – полигонометрия
True 3D view - «истинное» трехмерное изображение
Two dimensional coordinates - прямоугольные координаты на плоскости

U

Ultra-large-scale integrated circuit - сверхбольшая интегральная схема
Universe face - универсальный полигон
Urban GIS - городская ГИС
User interface - интерфейс пользователя
User requirements - требования пользователя

V

Value sets - наборы значений
Vector data format - векторный формат данных
Vector graphics - векторная графика
Vector to raster conversion – векторно-растерное преобразование
Vertex – вершины
View coordinate system - видовая система координат
Viewshed analysis - анализ видимости
Visual Image interpretation – визуальное дешифрование
Volumetric feature - трехмерный объект
Volumetric geoimage - трехмерное геоизображение

W

Weeding – разрядка
Wire-frame image - каркасное изображение
Workstation - автоматизированное рабочее место
World coordinate system - мировая система координат
World ellipsoid - общеземной эллипсоид

Z

Zenithal projections - азимутальные картографические проекции
Zoom in – уменьшение
Zoom out – увеличение
Zooming – масштабирование

2D coordinates - прямоугольные координаты на плоскости
2D geoimage - плоское геоизображение
3D bar chart - объемная картограмма
3D graphic - трехмерная графика
3D coordinates - прямоугольные координаты
4D GIS - четырехмерная ГИС
Puck-курсор

Сергій Петрович Сонько: - доктор
географічних наук, професор, завідувач кафедри
екології та безпеки життєдіяльності
Косенко Юлія Юріївна - асистент кафедри
екології та безпеки життєдіяльності

Методичні вказівки до вивчення дисципліни
«Основи геоінформатики»
для студентів напрямів підготовки:
6.090106 – Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування;
6.090103 – Лісове і садово-паркове господарство;
6.090101 – Агрономія, спеціальність 8.09010104 –
Плодівництво і виноградарство.
Умань УНУС, 2011. – 138 с.

Адреса редакції:
м. Умань, Черкаської обл., вул. Інтернаціональна, 2.
Уманський національний університет садівництва, тел.: 4-69-87.

Макет-оригінал: Сонько С.П.
Художнє оформлення обкладинки : Сонько С.П.

Підписано до друку 03.01.2013 р. Формат 60х84 1/16. Друк офсет.
Умов.-друк. арк. 5,1. Наклад 100 прим. Зам. № 301.

Надруковано: Редакційно-видавничий відділ
(Свідоцтво ДК № 2499 від 18.05.2006 р.)
Уманського національного університету садівництва
вул. Інтернаціональна 2, м. Умань, Черкаська обл., 20305