

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ

Конспект лекцій

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання**

СУМИ - 2024

УДК 378.147

Н 34

Укладачі: Саржанов Б.О. PhD., ст. викладач кафедри агроінжинірингу

Автор: Саржанов Б.О.

Н 34 Науково-методичне забезпечення навчального процесу:

Конспект лекцій з дисципліни «Геоінформаційні технології» для / укл.:
Саржанов Б.О. - Суми, 2024. – 107 с.

В конспекті лекцій наведений зміст і послідовність викладення
курсу лекцій з дисципліни «Геоінформаційні системи».

Рецензенти:

Зубко В.М., д.т.н., професор кафедри агроінжинірингу СНАУ;

Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент кафедри технічного сервісу СНАУ.

Відповідальний за випуск: **Шуляк М.Л.**, д.т.н., професор, завідувач
кафедри агроінжинірингу СНАУ.

Рекомендовано до видання навчально-методичною радою інженерно-
технологічного факультету. Протокол № 6 від «22» 05 2024 року

© Б.О. Саржанов – 2024

© Сумський національний аграрний
університет, 2024

ЗМІСТ

Передмова	3
Тема 1. Знайомство з географічними інформаційними системами	4
Тема 2. Апаратне забезпечення ГІС – технології	20
Тема 3. Основи створення інформаційної бази ГІС	30
Тема 4. Просторове оцінювання параметрів природно – агромеліоративної геосистеми з використанням ГІС	51
Тема 5. Представлення просторових даних в ГІС	63
Тема 6. Концепція векторних ГІС	75
Тема 7. Застосування ГІС-технологій для сільськогосподарського виробництва	87
Список рекомендованої літератури	106

Передмова

Географічні інформаційні системи (ГІС) – це сучасні інформаційні технології для картографування і аналізу об'єктів реального світу.

Геоінформаційні технології є природною і необхідною складовою будь-якої інформаційної системи, в якій є просторові дані. Інформаційні системи агрокомплексу в цьому відношенні – не виняток.

Сільськогосподарські підприємства використовують ГІС для просторового аналізу і моніторингу тенденцій продуктивності сільськогосподарського виробництва.

Використання ГІС в сільському господарстві спрямовано на збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, оптимізацію її транспортування і збуту, покращення екологічного стану земельних і водних ресурсів.

Для гарантійного виробництва сільськогосподарської продукції необхідна комплексна ГІС, що вміщує такі цифрові карти, як карти вмісту мінеральних речовин у ґрунтах, типів і характеристик ґрунтів, карти схилів (з цифровою моделлю рельєфу) та експозиції схилів, погодних, кліматичних, гідрогеологічних та гідрологічних умов. Важливою інформацією є цифрові карти, які вміщують такі фактори як урожайність і тип посівів, тип механічного і хімічного обробітку ґрунту, просторове розподілення шкідливих комах тощо. За наявності такої інформації відкриваються не обмежені можливості аналізу, прогнозу і оптимізації діяльності сільськогосподарських підприємств.

Особливо важливе використання геоінформаційних технологій, особливо технологій обробітку даних дистанційного зондування (аерофотознімків, космознімків, в першу чергу багатозональних та гіперспектральних), для тематичного дешифрування території. Це є базисом для створення необхідної цифрової картографічної основи інформаційних систем агропромислового комплексу.

Тема 1. Знайомство з географічними інформаційними системами

- ГІС: визначенням і переваги;
- складові частини ГІС;
- завдання, які вирішує ГІС;
- сфери і рівні застосування ГІС

Вступ

Характерною рисою сучасного розвитку людства є перехід до інформаційного суспільства. Інформаційні технології все більше охоплюють різні сфери людського життя. Особливий інтерес для географів і представників інших наук, пов'язаних з використанням просторово-координованої інформації, становлять геоінформаційні технології, що дозволяють залучити до дослідження, практичної діяльності і навчання наймогутніший потенціал електронно-обчислювальної техніки і новітніх, у тому числі космічних технологій.

За своїм характером геоінформаційні технології являють собою сучасну інформаційну технологію географії, геології, екології та багатьох інших як природознавчих, так і соціально-економічних та інженерних наук, яка дозволяє істотно підвищити їх потенціал. Більш того, геоінформаційні технології сьогодні вже широко використовуються в найрізноманітніших науках, до яких, крім названих вище, входять також сільськогосподарські, економічні, суспільні науки, будівництво і архітектура, військова і бібліотечна справи, регіональне управління, бізнес, комерція та ін. На сайті компанії ESRI, США, світового лідера в галузі виробництва програмного ГІС-забезпечення, наприклад, наводиться перелік спеціальностей, у рамках яких використовуються програмні ГІС-продукти цієї фірми, він налічує більше 80 найменувань.

Будучи синтезом досягнень у багатьох галузях знання, у тому числі загальної інформатики, комп'ютерного проектування (CAD/ САПР), теорії інформаційних систем, географії, картографії та ряду інших, геоінформаційні технології на сьогодні є собою досить складним комплексом, що вимагає спеціального вивчення. Теоретичні, технологічні і прикладні аспекти роботи з просторово-координованою інформацією розглядає нова наука - геоінформатика, що сформувалася в останні десятиріччя як результат бурхливого розвитку геоінформаційних систем і технологій.

Термін «інформація» розуміється часто дуже вузько. Реально ж інформацією в нашому розумінні слід називати все, що може бути представлене у вигляді букв, цифр і зображень. Практично всі людські знання представляються саме у такому вигляді, і вся виробнича діяльність може бути

змодельована з їх допомогою. Причому чим глибше і точніше моделювання, тим менше витрат потрібно на матеріальне виробництво. Таким чином, інформаційні технології дозволяють підняти виробництво на якісно новий рівень ефективності, причому при зменшенні негативної дії на навколишнє середовище.

Інформаційні технології (ІТ) засновані на інформаційних процесах, які можна розділити на 3 великі групи: отримання інформації, її обробка і представлення. В науках про Землю інформаційні технології створили нову науку геоінформатику і географічні інформаційні системи (ГІС), причому термін «географічні» визначає в даному випадку не стільки просторовість або територіальність, а швидше комплексність і системність дослідницького наукового підходу. Географічні інформаційні системи (ГІС) – це можливість нового погляду на навколишній нас світ; це сучасні комп'ютерні технології для картування і аналізу об'єктів реального світу, а також подій, що відбуваються на нашій планеті, в нашому житті і діяльності. Якщо обійтися без визначень і обмежитися описом, то ця технологія об'єднує традиційні операції при роботі з базами даних, такими, як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ці особливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних чинників і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій, що відбуваються.

В даний час ГІС – це багатомільйонна індустрія, в яку залучені мільйони людей у всьому світі. ГІС вивчають в школах, коледжах і університетах. Цю технологію застосовують практично у всіх сферах людської діяльності, наприклад, для аналізу глобальних проблем перенаселення, забруднення території, скорочення лісових угідь, природної катастроф. Вони використовуються для вирішення приватних завдань, таких, як пошук якнайкращого маршруту руху між пунктами, підбір оптимального розташування нового офісу, пошук будинку за його адресою, прокладка трубопроводу або лінії електропередачі на місцевості, різні муніципальні завдання (наприклад, реєстрація земельної власності).

З наукової точки зору, ГІС – це засіб моделювання і пізнання природних і соціально-економічних систем. ГІС застосовується для дослідження всіх тих природних, суспільних і природно-суспільних об'єктів і явищ, які вивчають науки про Землю і суміжні з ними соціально-економічні науки, а також картографія і дистанційне зондування Землі. У технологічному аспекті ГІС-

технології предстають як засіб збору, зберігання, перетворення, відображення і розповсюдження просторово-координованої географічної (геологічної, екологічної, економічної) інформації. І нарешті, з виробничої точки зору, ГІС є комплексом апаратних пристроїв і програмних продуктів (ГІС-оболонки), призначених для забезпечення управління і ухвалення рішень, причому найважливіший елемент цього комплексу – автоматичні картографічні системи. Таким чином, ГІС може одночасно розглядатися як інструмент наукового дослідження, технологія і продукт ГІС-індустрії. Це достатньо типова ситуація на сучасному рівні науково-технічного прогресу, що характеризується інтеграцією науки і виробництва.

В аграрних вищих навчальних закладах і агросфері України розробка і впровадження ГІС-технологій розпочинається з ХХІ століття.

Заснування цього нового напрямку науки і техніки дає можливість впровадження його в землекористування, сільське господарство, економіку, екологію, землеробство, гідромеліорацію, управління водними і земельними ресурсами.

1. ГІС: визначення і переваги

ГІС - це сучасні комп'ютерні технології для картування і аналізу об'єктів реального світу, також подій, що відбуваються на нашій планеті. Ці технології об'єднують традиційні операції роботи з базами даних, такими як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем і забезпечують унікальні можливості для її застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ і подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних чинників і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків дій, що здійснюються.

Створення карт і географічний аналіз не є чимось абсолютно новим. Проте ГІС - технології надають новий, більш відповідний сучасності, ефективніший, зручний і швидкий підхід до аналізу проблем і вирішення задач, що стоять перед людством в цілому, і конкретно організацією або групою людей зокрема. ГІС автоматизує процедуру аналізу і прогнозу. До початку застосування ГІС лише небагато фахівців володіли мистецтвом узагальнення і повноцінного аналізу географічної інформації з метою обґрунтованого ухвалення оптимальних рішень, заснованих на сучасних підходах і засобах.

Якщо обійтися без визначень, а обмежитися описом, то ГІС- технології об'єднують традиційні операції при роботі з базами даних(БД), такими, як запит і статистичний аналіз, з перевагами повноцінної візуалізації і географічного (просторового) аналізу, які надає карта. Ці можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем (ІТ) і забезпечують унікальні можливості для їх застосування в широкому спектрі завдань, пов'язаних з аналізом і прогнозом явищ та подій навколишнього світу, з осмисленням і виділенням головних чинників і причин, а також їх можливих наслідків, з плануванням стратегічних рішень і поточних наслідків практичних дій.

На перший погляд достатньо очевидним є тільки застосування ГІС – технологій в підготовці і роздруку карт і, можливо, в обробці аеро- і космічних знімків. Реальний же спектр застосувань ГІС – технологій набагато ширше - вони є носієм нового напрямку людської діяльності, і розвиток сучасного суспільства вже заснований на них (Рис. 1).

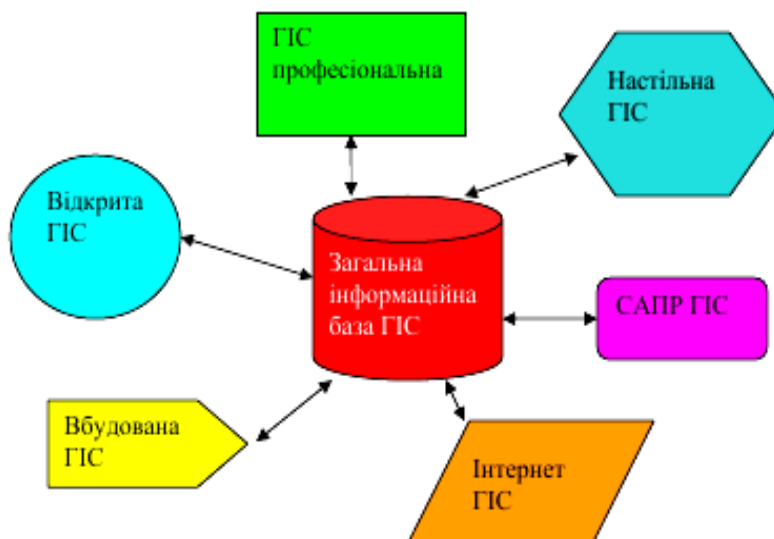


Рис. 1 Засоби використання ГІС (GIS)

Так, за даними компанії Dataquest, в 1997 році загальна продаж програмних ГІС- технологій перевищили 1 млрд. дол. США, а з урахуванням супутніх програмних і апаратних засобів ринок ГІС наближається до 10 млрд.

ГІС вивчають в школах, коледжах і університетах. Ці технології застосовують практично у всіх сферах людської діяльності – будь то аналіз таких глобальних проблем, як перенаселення, забруднення території, голод і перевиробництво сільськогосподарської продукції, скорочення лісових угідь, природна катастрофи, так і рішення приватних задач, таких як пошук якнайкращого маршруту руху між пунктами, підбір оптимального

розташування нового офісу, пошук дома за його адресою, прокладка трубопроводу або лінії електропередачі на місцевості, різні муніципальні завдання, типу реєстрації земельної власності. Як же вдається за допомогою однієї технології вирішувати такі різні задачі? Щоб це зрозуміти, розглянемо послідовно організацію, структуру, роботу і приклади застосування ГІС.

2. Складові частини ГІС

ГІС включає п'ять ключових складових: апаратні засоби, програмне забезпечення, дані, виконавці і методи (див. рис. 2).



Рис. 2 Ключові складові частини ГІС

Апаратні засоби. Це комп'ютери, на яких запущена ГІС. В даний час ГІС працюють на різних типах комп'ютерних платформ, від централізованих серверів до окремих або зв'язаних мережею настільних комп'ютерів.

Програмне забезпечення ГІС містить функції і інструменти, необхідні для зберігання, аналізу і візуалізації географічної (просторової) інформації. Ключовими компонентами програмних продуктів є: інструменти для введення і операцій з географічною інформацією; система управління базою даних (DBMS або СУБД); інструменти підтримки просторових запитів, аналізу і візуалізації (відображення); графічний призначений для користувача інтерфейс (GUI або ГІК (ГИП)) для легкого доступу до інструментів і функцій.

Бази даних. Найбільш важливий компонент ГІС. Дані про просторове положення (географічні дані) і пов'язані з ними табличні дані можуть збиратися і готуватися самим користувачем, або отримуватися у постачальників на комерційній або іншій основі. В процесі управління просторовими даними ГІС інтегрує просторові дані з іншими типами і джерелами даних, а також може застосовувати системи управління базами даних (СУБД), впроваджуються багатьма організаціями для впорядкування і підтримки наявних в їх розпорядженні даних.

Фахівці-професіонали. Широке застосування ГІС - технологій неможливо без людей, які працюють з програмними продуктами і розробляють плани їх використання при рішенні реальних задач. Користувачами ГІС можуть бути як технічні фахівці, які розробляють (проектують) і ті, що підтримують систему, а також і звичайні співробітники (кінцеві користувачі), яким ГІС допомагає вирішувати поточні щоденні справи і проблеми.

Науково – методичне забезпечення. Успішність і ефективність (зокрема економічна) застосування ГІС багато в чому залежить від раціонального складеного плану і правил роботи, які складаються відповідно до специфіки завдань і роботи кожної організації, галузі, господарства.

Функції геоінформаційних систем (ГІС)

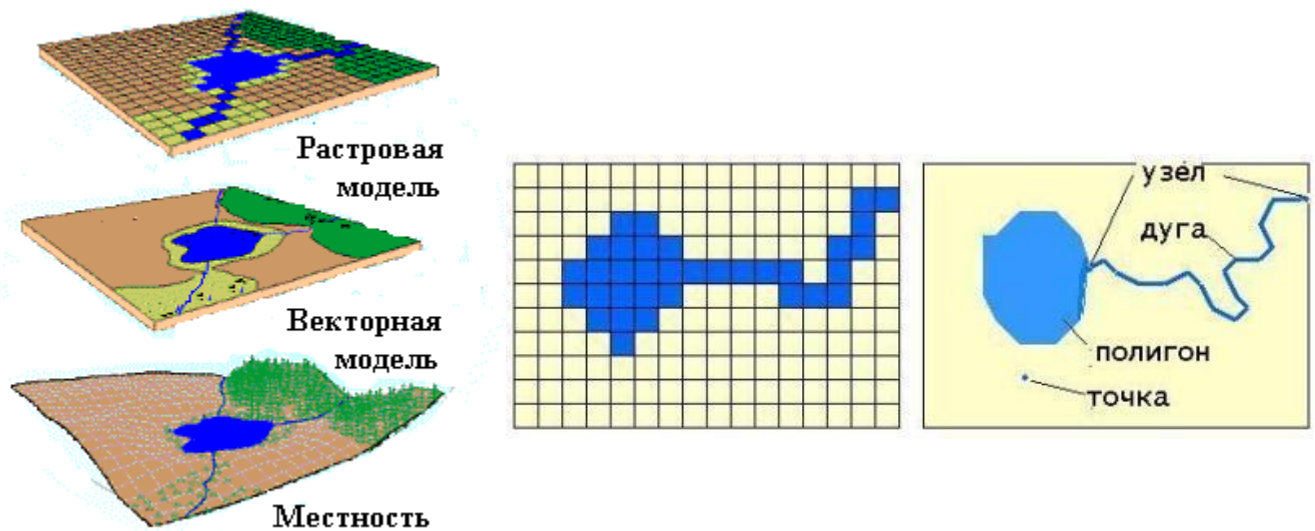
ГІС зберігають інформацію про реальний світ у вигляді набору тематичних шарів, які об'єднані на основі географічного положення.

Цей простий, але дуже гнучкий підхід довів свою цінність при рішенні різноманітних реальних задач: для відстежування пересування транспортних засобів і матеріалів, детального відображення реальної обстановки і планованих заходів, моделювання глобальної циркуляції атмосфери.

Будь-яка географічна інформація містить відомості про просторове положення об'єкту, будь то прив'язка до географічних або інших координат, або посилання на адресу, поштовий індекс, виборчий округ або округ перепису населення, ідентифікатор земельної або лісової ділянки, зрошувальної системи, назва дороги або кілометровий стовп на магістралі і т.п. При використанні подібних посилань для автоматичного визначення місцеположення або місцеположень об'єкту (об'єктів) застосовується процедура, звана геокодуванням. З допомогою ГІС можна швидко визначити і подивитися на карті де знаходиться об'єкт, що цікавить вас, або явище, таке як будинок, в якому проживає ваш знайомий, або знаходиться потрібна вам

організація, де відбувся землетрус або повінь, по якому маршруту простіше і швидше дістатися до потрібного вам пункту або дому.

Векторна і растрова моделі ГІС



ГІС може працювати з двома типами даних, що істотно відрізняються, - векторними і растровими. У векторній моделі інформація про точки, лінії і полігони кодується і зберігається у вигляді набору координат X, Y (у сучасних ГІС додається третя просторова і четверта - часова координата).

Місцеположення точки (точкового об'єкту), наприклад бурової свердловини, описується парою координат (X, Y) . Лінійні об'єкти, такі як дороги, річки або канали чи трубопроводи, зберігаються як набори координат X, Y . Полігональні об'єкти, типу річкових водозборів, зрошуваних масивів, земельних ділянок або областей обслуговування, зберігаються у вигляді замкнутого набору координат.

Векторна модель особливо зручна для опису дискретних об'єктів (Рис. 3) і менше підходить для опису безперервно змінних властивостей, таких як щільність населення або доступність об'єктів.

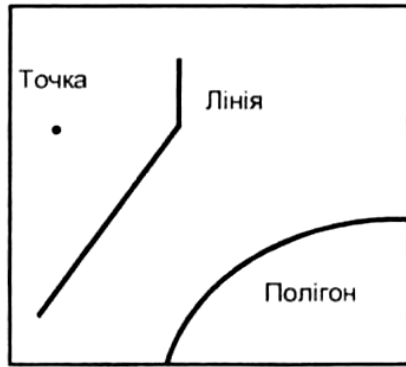


Рис.3 Векторна модель ГІС

Растрова модель оптимальна для роботи з безперервними властивостями. Растрове зображення є набором значень для окремих елементарних складових (осередків), воно подібно до відсканованої карти або картинки (Рис. 4). Обидві моделі мають свої переваги і недоліки. Сучасні ГІС можуть працювати як з векторними, так і з растровими моделями даних.

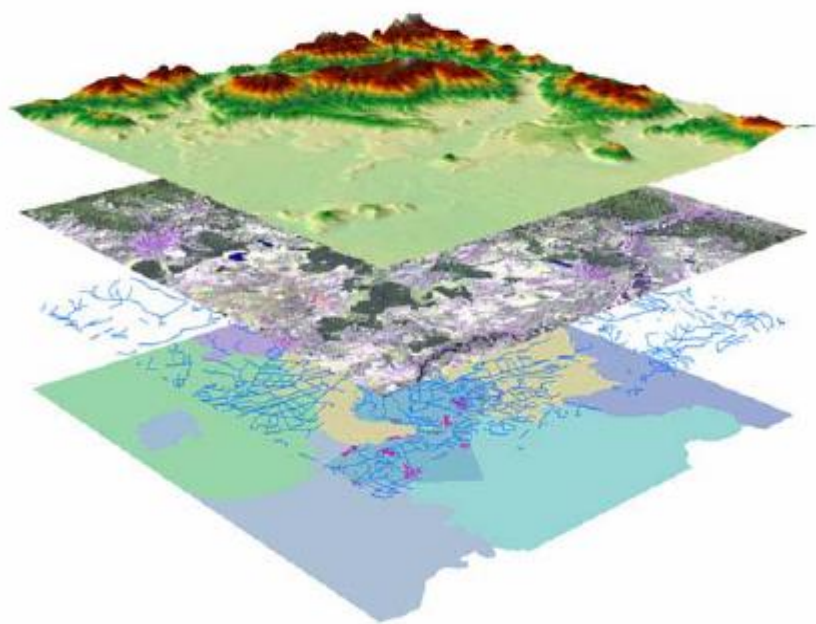
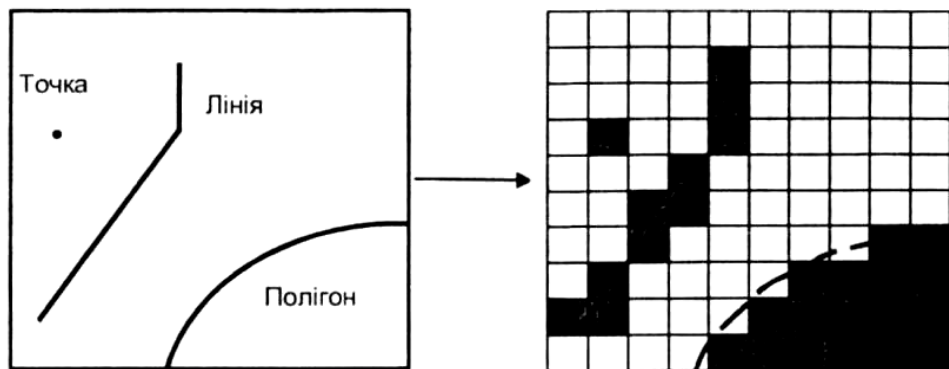


Рис.4 Растрова модель ГІС

3. Завдання, які вирішує ГІС

ГІС загального призначення, в числі іншого, звичайно виконує п'ять процедур (завдань) з даними: введення, маніпулювання, управління, запит і аналіз, візуалізацію.

Введення. Для використання в ГІС дані повинні бути перетворені у відповідний цифровий формат. Процес перетворення даних з паперових карт в комп'ютерні файли називається оцифруванням. У сучасних ГІС цей процес може бути автоматизований із застосуванням технології сканера, що особливо важливе при виконанні крупних проектів, або, при порівняно невеликому об'ємі робіт, дані можна вводити за допомогою дигитайзера. Деякі ГІС мають вбудовані векторизатори, що автоматизують процес оцифрування растрових зображень. Багато даних вже переведені у формати, безпосередньо сприймані ГІС-пакетами.

Маніпулювання. Часто для виконання конкретного проекту наявні дані потрібно додатково видозмінити відповідно до вимог вашої системи. Наприклад, географічна інформація може бути в різних масштабах (осьові лінії вулиць є в масштабі 1: 100 000, межі округів перепису населення - в масштабі 1: 50 000, а житлові об'єкти - в масштабі 1: 10 000). Для сумісної обробки і візуалізації всі дані зручніше представити в єдиному масштабі і однаковій картографічній проекції. ГІС-технологія надає різні способи маніпулювання просторовими даними і виділення даних, потрібних для конкретного завдання.

Управління проектами ГІС. У невеликих проектах географічна інформація може зберігатися у вигляді звичайних файлів. Але при збільшенні об'єму інформації і зростанні числа користувачів для зберігання, структуризації і управління даними ефективніше застосовувати системи управління базами даних (СУБД), спеціальні комп'ютерні засоби для роботи з інтегрованими наборами даних (базами даних). У ГІС найзручніше використовувати реляційну структуру, при якій дані зберігаються в табличній формі. При цьому для скріплення таблиць застосовуються загальні поля. Цей простий підхід достатньо гнучкий і широко використовується в багатьох ГІС додатках.

Запит і аналіз. За наявності ГІС і географічної інформації Ви зможете одержувати відповіді як на прості питання (Хто власник даної земельної ділянки? На якій відстані один від одного розташовані ці об'єкти? Де розташована дана промзона?), так і на складніші, що вимагають додаткового аналізу, запити (Де є місця для будівництва нового будинку? Який основний тип ґрунтів під рисовими зрошувальними системами? Як вплине на рух

транспорту будівництво нової дороги? Як вплине на рівень підґрунтових вод введення в дію нової зрошувальної системи?). Запити можна задавати як простим клацанням мишею на певному об'єкті, так і за допомогою розвинених аналітичних засобів. З допомогою ГІС можна виявляти і задавати шаблони для пошуку, програвати сценарії по типу "що буде, якщо...". Сучасні ГІС мають безліч могутніх інструментів для аналізу, серед них найбільш значущі два: аналіз близькості і аналіз накладення. Для проведення аналізу близькості об'єктів щодо один одного ГІС застосовується процес, званий буферизацією. Він допомагає відповісти на питання типу: Скільки будинків знаходиться в межах 100 м від цього водоймища? Скільки покупців живе не далі 1 км від даного магазину? Яка частка здобутої води із свердловини витрачається для водопостачання самої свердловини? Процес накладення включає інтеграцію даних, розташованих в різних тематичних шарах. У простому випадку це операція відображення, але при ряді аналітичних операцій дані з різних шарів об'єднуються фізично. Накладення, або просторове об'єднання шарів, дозволяє, наприклад, інтегрувати дані про ґрунти, ухил, рослинність і землеволодіння із ставами земельного податку та іншими даними.

Візуалізація. Для багатьох типів просторових операцій кінцевим результатом є представлення даних у вигляді карти або графіка. Карта - це дуже ефективний і інформативний спосіб зберігання, уявлення і передачі географічної (що має просторову прив'язку) інформації. Раніше карти створювалися на сторіччя. ГІС надає нові дивовижні інструменти, що розширюють і що розвивають мистецтво і наукові основи картографії. З її допомогою візуалізація самих карт може бути легко доповнена звітними документами (кліматичними, екологічними, економічними, статистичними тощо), тривимірними зображеннями, графіками, таблицями, діаграмами, фотографіями і іншими засобами, в тому числі і мультимедійними.

Зв'язані технології. ГІС тісно зв'язана з іншими типами інформаційних систем. Її основна відмінність полягає в здатності маніпулювати і проводити аналіз просторових даних. Хоч і не існує єдиної загальноприйнятої класифікації інформаційних систем, приведений нижче опис повинен допомогти дистанціювати ГІС від настільних картографічних систем (desktop mapping), систем САПР (CAD), дистанційного зондування (remote sensing), систем управління базами даних (СУБД або DBMS) і технології глобального позиціонування (GPS).

Системи настільного картографування використовують картографічне уявлення для організації взаємодії користувача з даними. У таких системах все засновано на картах, карта є базою даних. Більшість систем настільного

картографування мають обмежені можливості управління даними, просторового аналізу і настройки. Відповідні пакети працюють на настільних комп'ютерах - PC, Macintosh і молодших моделях UNIX робочих станцій. Системи САПР здатні створювати креслення проектів, плани будівель та інфраструктури. Для об'єднання в єдину структуру вони використовують набір компонентів з фіксованими параметрами. Вони ґрунтуються на невеликому числі правил об'єднання компонентів і мають вельми обмежені аналітичні функції. Деякі САПР розширені до підтримки картографічного представлення даних, але, як правило, наявні в них утиліти не дозволяють ефективно управляти і аналізувати великі бази просторових даних.

Дистанційне зондування Землі і GPS. Методи дистанційного зондування - це мистецтво і науковий напрям для проведення вимірювань земної поверхні з використанням сенсорів, таких як різні камери на борту літальних апаратів, приймачі системи глобального позиціонування або інших пристроїв. Ці датчики збирають дані у вигляді наборів координат або зображень (в даний час переважно цифрових) і забезпечують спеціалізовані можливості обробки, аналізу і візуалізації одержаних даних. Зважаючи на відсутність достатньо потужних засобів управління даними і їх аналізу, відповідні системи в чистому вигляді, тобто без додаткових функцій, навряд чи можна віднести до сьогодення ГІС.

Системи управління базами даних (СУБД) призначені для зберігання і управління всіма типами даних, включаючи географічні (просторові) дані. СУБД оптимізуються для подібних завдань, тому в ГІС вбудовують підтримку СУБД.

Можливості ГІС

Головною перевагою ГІС є найбільш "природне" (для людини) уявлення як просторової інформації, так і будь-якої іншої інформації, що має відношення до об'єктів, розташованих в просторі (атрибутивній інформації). Способи представлення атрибутивної інформації різні: це може бути числове значення з датчика, таблиця з бази даних (як локальній, так і видаленій) про характеристики об'єкту, його фотографія, або реальне відеозображення. Таким чином, ГІС можуть допомогти скрізь, де використовується просторова інформація або інформація про об'єкти, що знаходяться в певних місцях простору. Якщо ж подивитися на деякі області і економічний ефект застосування ГІС, то вони можуть:

- Робити просторові запити і проводити аналіз. Здатність ГІС проводити пошук в базах даних і здійснювати просторові запити дозволила багатьом

компаніям заробити мільйони доларів. ГІС допомагає: скоротити час отримання відповідей на запити клієнтів; виявляти території відповідні для необхідних заходів; виявляти взаємозв'язки між різними параметрами (наприклад, ґрунтами, кліматом і врожайністю сільськогосподарських культур); виявляти місця розривів електромереж. Ріелтори використовують ГІС для пошуку, наприклад, всіх будинків на певній території, що мають шиферні дахи, три кімнати і 10-метрові кухні, а потім видати докладніший опис цих будівель і економічні розрахунки. Запит може бути уточнений введенням додаткових параметрів, наприклад вартісних. Можна одержати список всіх будинків, що знаходяться на заданій відстані від певної магістралі, лісопаркового масиву або місця роботи.

- Поліпшити інтеграцію усередині організації. Багато організацій, що застосовують ГІС виявили, що одна з головних їх переваг полягає в нових можливостях поліпшення управління власною організацією і її ресурсами на основі географічного об'єднання наявних даних, в можливості їх сумісного використання і узгодженої модифікації різними підрозділами. Є можливість колективного використання постійно нарощуваних даних (наприклад, кліматичних). Дані, які створюються і корегуються різними структурними підрозділами зводяться у загальну базу даних, яка дозволяє підвищити ефективність роботи як кожного підрозділу, так і організації в цілому. Так, компанія, що займається інженерними комунікаціями, може чітко спланувати ремонтні або профілактичні роботи, починаючи з отримання повної інформації і відображення на екрані комп'ютера (або на паперових копіях) відповідних ділянок, наприклад водопроводу, і закінчуючи автоматичним визначенням кількості жителів, на яких ці роботи вплинуть, і повідомленням їх про терміни передбачуваного відключення або перебоїв з водопостачанням.

- Ухвалення більш обґрунтованих рішень. ГІС, як і інші інформаційні технології, підтверджує відому приказку про те, що краща інформованість допомагає ухвалити краще рішення. Проте, ГІС - це не тільки інструмент для видачі рішень, а засіб, що допомагає прискорити і підвищити ефективність процедури ухвалення рішень.

ГІС забезпечує відповіді на запити і функції аналізу просторових даних, представлення результатів аналізу в наочному і зручному для сприйняття вигляді. ГІС допомагає, у вирішенні таких задач, як надання різноманітної інформації по запитах органів планування, вирішення територіальних конфліктів, вибір оптимальних (з різної точки зору і по різних критеріях) місць для розміщення об'єктів і т.д.

Потрібна для ухвалення рішень інформація може бути представлена в лаконічній картографічній формі з додатковими текстовими поясненнями,

графіками і діаграмами. Наявність доступної для сприйняття і узагальнення інформації дозволяє відповідальним працівникам зосередити свої зусилля на пошуку рішення, не витрачаючи значного часу і коштів на збір і обдумування доступних різноманітних даних. Можна достатньо швидко розглянути декілька варіантів рішення і вибрати найбільш ефективний і економічно доцільний.

- Створення карт. Картам в ГІС відведено особливе місце. Процес створення карт в ГІС набагато простіший і гнучкіший, чим в традиційних методах ручного або автоматичного картографування. Створення карти починається зі створення бази даних. Як джерелом отримання початкових даних можна користуватися і оцифруванням існуючих звичайних паперових карт. Створені картографічні бази даних ГІС можуть бути безперервними (без ділення на окремі листи і регіони) і не пов'язаними з конкретним масштабом або картографічною проекцією. На основі таких баз даних можна створювати карти (в електронному вигляді або як тверді копії) на будь-яку територію, будь-якого масштабу, з потрібним навантаженням, з її виділенням і відображенням необхідними символами. У будь-який час база даних може поповнюватися новими даними (наприклад, з інших баз даних), а наявні в ній дані можна коректувати і тут же відображати на екрані в міру необхідності.

В великих організаціях створена топографічна база даних може використовуватися як основа іншими відділами і підрозділами, при цьому можливо швидко копіювання даних та їх пересилка по локальних і глобальних мережах. Наприклад, це доцільно використовувати в роботі гідрогеолога – меліоративних експедицій в процесі здійснення еколого – меліоративного моніторингу.

4. Сфери і рівні застосування ГІС

ГІС використовують для вирішення різноманітних завдань.

Основні з них можна згрупувати таким чином [Берлянт А.М., 1996]:

- 1) ризик раціонального використання природних ресурсів;
- 2) територіальне і галузеве планування і управління розміщенням промисловості, транспорту, сільського господарства, енергетики, фінансів;
- 3) забезпечення комплексного і галузевого кадастру;
- 4) моніторинг екологічних ситуацій і небезпечних природних явищ, оцінка техногенних дій на середовище і їх наслідків, забезпечення екологічної безпеки країни і регіонів, екологічна експертиза;
- 5) контроль умов життя населення, охорона здоров'я і рекреація, соціальне обслуговування, забезпеченість роботою і др.;

- 6) забезпечення діяльності органів законодавчої і виконавчої влади, політичних партій, рухів, засобів масової інформації;
- 7) забезпечення діяльності правоохоронних органів і силових структур;
- 8) наукові дослідження і освіта;
- 9) картографування (комплексне і галузеве): створення тематичних карт і атласів, оновлення карт, оперативне картографування.

Різноманітність сфер використання ГІС породжує множинність їх видів і типів, що різняться з тематики, просторового масштабу і призначення.

Геоінформаційне картування

Взаємодія геоінформатики і картографії стало основою для формування нового напрямку — геоінформаційного картографування, суть якого складає автоматизоване інформаційно-картографічне моделювання природних і соціально-економічних геосистем на основі ГІС і відповідних баз знань.

Традиційна картографія випробовує сьогодні перебудову, яку можна порівняти, можливо, лише з тими історичними змінами, які супроводжували перехід від рукописних карт до друкарських поліграфічних відтиснень. В деяких випадках геоінформаційне картографування майже повністю замінило традиційні методи створення і видання карт.

Чітка цільова установка і переважно прикладний характер — ось, мабуть, найбільш важливі відмінні риси геоінформаційного картографування. Згідно підрахункам, до 80% карт, що складаються з допомогою ГІС, мають оцінний або прогнозний характер або відображають те або інше цільове районування території. Програмно-кероване картографування по-новому висвітлює багато традиційних проблем, пов'язаних з вибором математичної основи і компоновки карт (можливість переходу від проекції до проекції, вільне масштабування, відсутність фіксованої нарізки листів), введенням нових образотворчих засобів (наприклад, миготливі або знаки, що переміщуються на карті), генералізує (використання фільтрації, згладжування і т.п.).

Відбувається тісне з'єднання двох основних гілок картографії — створення і використання карт. Багато трудомістких раніше операцій, пов'язані з підрахунком довжин і площ, перетворенням зображень або їх поєднанням, стали рутинними процедурами. Виникла електронна динамічна картометрія. Створення і використання карт, особливо якщо йдеться про цифрові моделі, стали як би єдиним інтегрованим процесом, оскільки в ході комп'ютерного аналізу відбувається постійна взаємна трансформація зображень. Навіть чисто методично стало важко розрізнити, де завершується складання початкової карти і починається побудова похідної.

ГІС-технології породили ще один напрям — оперативне картографування, тобто створення і використання карт в реальному або близькому до реального масштабі часу для швидкого, а точніше сказати, своєчасного інформування користувачів і дії на хід процесу. При цьому реальний масштаб часу розуміється як характеристика швидкості створення-використання карт, тобто темпу, що забезпечує негайну обробку інформації, що поступає, її картографічну візуалізацію для оцінки, моніторингу, управління, експертизи, контролю процесів і явищ, що змінюються в тому ж темпі.

Оперативні карти призначаються для інвентаризації об'єктів, попередження (сигналізації) про несприятливі або небезпечні процеси, стеження за їх розвитком, складання рекомендацій і прогнозів, вибору варіантів контролю, стабілізації або зміни ходу процесу в самих різних сферах — від екологічних і соціально – економічних ситуацій до політичних подій. Початковими даними для оперативного картографування служать матеріали аерокосмічних зйомок, безпосередніх спостережень і вимірів, статистичні дані, результати опитів, переписів, референдумів, кадастрова інформація.

Величезні можливості, а деколи і несподівані ефекти, дають картографічні анімації. Ці різноманітні модулі анімаційних програм забезпечують переміщення картографічного зображення по екрану, мультиплікаційну зміну карт-кадрів або тривимірних діаграм, зміна швидкості демонстрації, повернення до вибраного фрагмента карти, переміщення окремих елементів змісту (об'єктів, знаків) по карті, їх мигання і вібрацію забарвлення, зміну фону і освітленості карти, підсвічування і затінювання окремих фрагментів зображення і т.п.

Абсолютно незвичайні для картографії ефекти панорамування, зміни перспективи, масштабування частин зображення (напливи і видалення об'єктів), а також ілюзії руху над картою (обліт території), зокрема з різною швидкістю.

У близькому майбутньому перспективи розвитку картографії в науках про Землю, особливо в екології, зв'язуються перш за все і майже цілком з геоінформаційним картографуванням. Вони виключають необхідність готувати друкарські тиражі карт. «У будь-який момент, — пише Дж. Моррісон, — в режимі реального часу можна буде одержати на екрані дисплея візуалізоване зображення об'єкту, що вивчається, або явища... І замість вдосконалення застарілих методів і технологій слід постійно розширювати застосування ГІС і освоювати рішення нових задач».

Впровадження електронних технологій «означає кінець трьохсотрічного періоду картографічного креслення і видання друкарської картографічної

продукції». Замість дрібномасштабних карт і атласів користувач зможе зажадати і відразу одержати всі необхідні дані в машиночитаемому або візуалізованому вигляді, і навіть саме поняття «атлас» сьогодні підлягає перегляду.

Контрольні питання:

1. Дайте декілька визначень ГІС.
2. Як працює ГІС?
3. Що вивчає геоінформатика, геоматика?
4. Що таке СУБД?
5. Чим характеризується атрибутивна інформація?
6. Визначити п'ять складових ГІС.
7. Векторна та растрова моделі ГІС.
8. Що ГІС можуть зробити для Вас?
9. Засоби використання ГІС.
10. Методи дистанційного зондування Землі(ДДЗ).
11. Для чого використовується GPS?.
12. Які можливості відрізняють ГІС від інших інформаційних систем?
13. Які завдання вирішує ГІС?
14. Що таке оцифрування, сканер, дигитайзер?
15. Для чого застосовується буферізація?
16. Що таке інтеграція даних?
17. Що таке карта? Які ви знаєте карти?
18. Що поріднює моніторинг і GIS?
19. Чим є ГІС? Системою, наукою, чи сервісом?
20. Назвіть спеціальності аграрних вищих навчальних закладів, в яких доцільно застосовувати ГІС-технології.
21. Схематично визначити різницю між векторними і растровими моделями ГІС.
22. Що таке “ГІС-пакет”, “ГІС – технологія”?
23. Що таке “Проект”? Чи є ГІС проектом?
24. Чим відрізняється візуалізація від інтеграції даних?
25. Що таке СУБД, САПР, АРМ, GPS?
26. В чому перспектива застосування ГІС-технологій?
27. Що таке моніторинг?
28. Чи відносяться GIS до IT?
29. Що таке інформація? Назвіть її властивості.
30. Що таке база даних?
31. Що таке база знань?

Тема 2. АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ГІС - ТЕХНОЛОГІЇ

- загальна інформація про апаратне забезпечення ГІС;
- історія розвитку апаратного забезпечення;
- принцип дії апаратного забезпечення ГІС.

1. Загальна інформація про апаратне забезпечення ГІС

Одним з основних елементів географічної інформаційної системи є апаратна частина, до якої входить:

- комп'ютер – сервер баз даних;
- виробничі комп'ютери для співробітників;
- сканер, для введення в ПК графічної інформації, для конвертації карт і документів у цифрову форму для Digitals;
- графопобудовник, плотер або принтер, які використовують для виведення на папір результатів, графічної інформації, креслень;
- звукові колонки або навушники для виведення звукової інформації;
- міжкомп'ютерні комунікації, які забезпечують зв'язок з локальними і глобальними мережами або телефонними лініями з використанням “модема”



Зовнішні запам'ятовуючі пристрої (ЗЗП) призначені для тривалого (при виключеному ПК) зберігання інформації. Нині найпоширенішими є накопичувачі на гнучких магнітних дисках (НГМД), накопичувачі на

жорстких магнітних дисках (НЖМД), накопичувачі на лазерних дисках (CD, CD-R, CD-RW, DVD).

Накопичувач на гнучких магнітних дисках (НГМД або дискета) зберігає інформацію від 360 до 1440 Кб залежно від стандарту.

Накопичувач на жорстких магнітних дисках (НЖМД, вінчестер) — нині основний запам'ятовуючий пристрій призначений для тривалого зберігання усієї наявної у комп'ютері інформації, зокрема програмного забезпечення. Для сучасних ПК характерні ємності вінчестера від 0,5 до 2 Тб.

Ємність дискети - максимально можлива кількість збереженої інформації.

Накопичувач на компакт-дисках (CD-ROM, DVD-ROM) — використовуваний для зчитування великих пакетів системного і прикладного програмного забезпечення (ПЗ), мультимедійних додатків, іншої інформації великих розмірів. CD-ROM, DVD-ROM накопичувачі призначені тільки для зчитування інформації, записаної на змінні лазерні диски на заводі-виготовлювачі. Записати туди свою інформацію користувач не може. Для запису інформації на лазерні диски на ПК користувача існує спеціальний додатковий пристрій — CD-RW, DVD-RW, який за допомогою відповідного програмного забезпечення виконує процедуру запису.

Флеш-пам'ять — це тип пам'яті, яка може на довготривалий час зберігати певну інформацію на своїй платі, зовсім не використовуючи живлення. Флеш-пам'ять пропонує високу швидкість доступу до інформації (хоча вона не настільки висока як у DRAM).

2. Історія розвитку апаратного забезпечення

Сучасним комп'ютерам передували механічні й електромеханічні пристрої. Так, В. Шикард створив годинник зі спеціальними обчисленнями. Це була шестирозрядна машина, що могла складати, віднімати числа та інформувати користувача про переповнення даних дзвінком. У 1642 р. французький математик Б. Паскаль сконструював десяткове колесо для рахунків, яке могло підсумовувати числа до восьми знаків.

Обчислювальні пристрої розповсюдилися у 1820 р., коли француз Ч. Кальмар винайшов арифмометр - машину, що могла робити чотири основні арифметичні дії. Завдяки своїй універсальності арифмометри використовувалися досить довго. Багато вчених і винахідників удосконалили ці пристрої. Так, у 1880 р. швед В. Однер, що жив у Росії, створив арифмометр із перемінним числом зубців, аналог якого "Фелікс" випускався у Радянському Союзі до 70-х років XX ст.

Початок ери комп'ютерів пов'язаний з ім'ям Ч. Беббіджа - англійського математика, який звернув увагу на те, що машина здатна виконувати складні математичні обчислення шляхом багаторазового повторення простих кроків. Для повторення операцій у машині Ч. Беббіджа, призначеній для вирішення диференціальних рівнянь, використовувалася енергія пари. Таким чином, процес обчислень був автоматизований, тобто проходив без участі людини. Аналітична машина Ч. Беббіджа, що складалася більше ніж з 50 000 деталей, мала всі основні компоненти сучасного комп'ютера: пристрій вводу інформації, блок управління, запам'ятовуючий пристрій і пристрій виводу результатів. Ч. Беббідж запропонував загальну структуру обчислювальної машини, де була реалізована дія умовного переходу. Аналітична машина могла виконувати певний набір інструкцій, що записувалися на перфокарти - кожній інструкції аналітичної машини відповідала певна послідовність отворів на перфокарті. У 1843 р. для машини Ч. Беббіджа А. Лавлейс (перший програміст у світі) написала першу складну програму (розрахунок чисел Бернуллі), використовуючи бінарну систему числення. Ідеї Ч. Беббіджа та А. Лавлейс випередили свій час більш як на століття і не могли бути повноцінно реалізовані у той час, проте вони вплинули на розвиток обчислювальної техніки.

Передумовою електромеханічного етапу розвитку обчислювальної техніки була необхідність великої кількості розрахунків у промисловості, економіці, військовій справі. У 1889 р. Д. Фелт винайшов перший настільний калькулятор, а американський винахідник Г. Холлерит сконструював пристрій для розв'язування статистичних задач, що застосовувався з метою обробки результатів перепису населення США. У ньому перфокарти використовувалися для збереження даних. Спеціальний електричний прилад розпізнавав отвори на перфокартах і посилав сигнали у пристрій обробки. У 1896 р. Г. Холлерит заснував компанію з виробництва перфораторів Tabulating Machine Company, яка у 1924 р. після серії об'єднань перетворилася у відому International Business Machines (IBM).

На початку 30-х років лічильно-перфораційна техніка використовувалась у Радянському Союзі для астрономічних розрахунків. У 40-х роках були створені складні релейні системи з програмним управлінням, що стали прямими попередниками електронно-обчислювальних машин (К. Цузе, Д. Атана-сов, Г. Айткен). У машині К. Цузе (1938 р.) програма записувалась на перфоровану кінострічку (подібно тому, як це було реалізовано в перших вітчизняних машинах "Урал"). Машина Z1 могла працювати з раціональними числами. Ідеї К. Цузе (наприклад, паралельне програмування) випередили час майже на півстоліття. Д. Атаиасов створив і запатентував перші електронні

схеми вузлів електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) (тригер Бонч-Бруєвича - у 1913 р.) та в 1942 р. побудував ЕОМ, що виконувала додавання і віднімання. Електронна машина Colossus була створена А. Тьюрингом у 1943 р. з функцією дешифрування. У 1936 р. англійський математик А. Тьюринг та (незалежно від нього) американський математик і логік Е. Пост висунули й розробили концепцію абстрактної обчислювальної машини. Машина А. Тьюринга - гіпотетичний універсальний перетворювач дискретної інформації, що моделює обчислювальні системи. А. Тьюринг та Е. Пост показали принципову можливість вирішення будь-якої проблеми, що піддається алгоритмізації, за допомогою скінченних автоматів.

Розвиток сучасної обчислювальної техніки прийнято розглядати з погляду зміни поколінь комп'ютерів. Крім елементної бази і часу використання, враховують такі параметри, як швидкодія, архітектура, програмне забезпечення, рівень розвитку зовнішніх пристроїв. Ще одним якісним показником є галузь застосування комп'ютерів.

3. Принцип дії апаратного забезпечення ПС.

Апаратне забезпечення ПС - це комплекс технічних засобів, що використовуються для реалізації функціональних можливостей ПС, включаючи засоби введення, обробки, збереження і передачі даних.

Апаратні засоби — це комп'ютерні системи які забезпечують роботу програмних засобів.

Типовий набір апаратних засобів: комп'ютер, засоби введення, відображення і збереження інформації, адаптери.

Апаратне забезпечення має блочно-модульну конструкцію, тобто апаратну конфігурацію можна збирати із готових вузлів і блоків. За способом розміщення відносно центрального процесорного пристрою (ЦПП-CPU) розрізняють внутрішні та зовнішні (периферійні) пристрої.

Узгодження між окремими вузлами і блоками виконується за допомогою апаратних інтерфейсів. Стандарти на апаратні інтерфейси називають протоколами. Протокол – це сукупність технічних умов, які повинні бути забезпечені розробниками пристроїв для успішного погодження їх роботи з іншими пристроями.

Сучасний персональний комп'ютер – універсальна технічна система. Його конфігурацію (апаратний склад обладнання) можна гнучко змінювати за необхідністю. Однак існує поняття базової конфігурації, яку вважають типовою. Поняття базової конфігурації може з часом змінюватися, але сьогодні в його склад включають чотири пристрої:

- системний блок;

- монітор;
- клавіатуру;
- мишу.

Окрім цього перераховані пристрої в сучасному персональному комп'ютері поділяють на:

- центральне обладнання;
- периферійне обладнання.

До центральної частини ПК відносяться:

- мікропроцесор, що управляє ходом обчислювального процесу і здійснює виконання програм;
- внутрішня пам'ять - для збереження службових та оперативних даних;
- контролери - для управління роботою периферійними обладнаннями;
- шина - для обміну даними між центральними і периферійними обладнаннями.

Всі центральні обладнання розміщуються в системному блоці комп'ютера.

До периферійних (зовнішніх) обладнань ПК відносяться:

- клавіатура - для введення даних у комп'ютер;
- монітор (дисплей) - для зображення текстових та графічних даних;
- зовнішня пам'ять - для введення, виведення та довготривалого зберігання великих об'ємів даних;
- принтер - для виведення на друк текстових і графічних даних;
- миша – обладнання маніпулятивного типу, що забезпечує введення даних в комп'ютер;
- сканер - обладнання для зчитування друкованих текстових та графічних даних в комп'ютер;
- плоттер - обладнання для виводу креслень на папір;
- графічний планшет - обладнання для введення контурних зображень;
- модем - обладнання для обміну інформацією з іншими комп'ютерами через телефонну мережу;
- факс-модем - обладнання, що поєднує можливості модему і засоби для обміну факсимільними зображеннями з іншими факс-модемами і звичайними телефаксимільними апаратами;
- стример - обладнання для запису великих об'ємів даних на касети з магнітною стрічкою;
- інше обладнання.

Більшість зовнішніх пристроїв можна підключити до системного блоку через спеціальні роз'єми, розширюючи тим самим функціональні можливості

ПК. Обладнання зовнішньої пам'яті (накопичувачі для гнучких магнітних дисків, накопичувач на жорсткому магнітному диску, накопичувач на оптичному диску) розміщуються в системному блоці.

Розглянемо більш детально основні блоки персонального комп'ютера.

Системний блок – основний вузол, у якому розміщені найбільш важливі компоненти ПК. За зовнішнім виглядом системні блоки бувають горизонтального (desktop, slim - плоскі) та вертикального (tower – big-, midi-, mini-) виконання. Окрім цього важливим є форм-фактор корпусу, який повинен відповідати форм-фактору материнської плати.

До внутрішніх пристроїв системного блоку входить материнська плата – основна плата ПК, на якій розміщена оперативна пам'ять.

Оперативна пам'ять (RAM – Random Access Memory) – це масив кристалічних комірок, здатних зберігати дані. З багатьох типів оперативної пам'яті, яка використовується в ПК, за фізичним принципом дії розрізняють динамічну (DRAM) і статичну пам'ять (SRAM).

Оперативна пам'ять в комп'ютері розміщена на стандартних панельках – модулях, які в свою чергу вставляють у відповідні роз'єми на материнській платі. Основними характеристиками модулів пам'яті є їхній об'єм і час доступу.

Процесор – основна мікросхема, що управляє ходом обчислювального процесу і виконує всі арифметичні і логічні операції. Отже, швидкість його роботи в більшості зумовлює швидкодію комп'ютера. Найважливішими характеристиками мікропроцесора являються розрядність, тактова частота, коефіцієнт внутрішнього множення тактової частоти та кеш-пам'ять.

Розрядність мікропроцесора вказує на довжину слова, що вимірюється кількістю двійкових розрядів (бітів), яке оброблює мікропроцесор за один такт. Сучасні мікропроцесори обробляють слова довжиною 8,16,32 і 64 біта.

Тактова частота вказує, скільки елементарних операцій (тактів) мікропроцесор виконує за одну секунду. Тактова частота вимірюється в мегагерцах (МГц), гігагерцах (ГГц). Різні моделі мікропроцесорів виконують одні й ті ж операції за різне число тактів.

Кеш-пам'ять – спеціальна пам'ять, куди заносяться дані з оперативної пам'яті, щоб зменшити кількість звертань процесора. Вона розміщена біля процесора, виконана зі швидкодіючих мікросхем типу SRAM, а розміри її можуть досягати кілька Мбайт.

Зв'язок з усіма власними і підключеними пристроями материнської плати виконують її шини та логічні пристрої, розміщені у мікросхемах мікропроцесорного комплексу (чіпсету). Від їх архітектури залежить

продуктивність ПК. Існує багато стандартів шин - ISA, EISA, LVB, PCI, FSB, AGP, PCMCIA і остання USB – Universal Serial Bas (Універсальна послідовна магістраль)

Накопичувачі на жорсткому диску (вінчестері) призначені для довготривалого зберігання великих об'ємів даних і програм, які використовуються при роботі з комп'ютером. Наявність жорсткого диску значно підвищує зручність роботи з комп'ютером.

В останній час широке застосування отримали CD і DVD оптичні диски. Оптичні диски відрізняються високою надійністю зберігання інформації, однак швидкість зчитування даних з таких дисків значно менша, ніж з жорстких і магнітооптичних дисків.

Разом з монітором відеокарта утворює відеопідсистему ПК. Фізично відеоадаптер виконаний у вигляді окремої дочірньої плати, яка вставляється у слоти материнської плати. Відеоадаптер взяв на себе функції відеоконтролера, відеопроектора і відеопам'яті.

За час використання ПК змінилось кілька типів відеоадапторів: MDA (монохромний), CGA (4 кольори), EGA (16 кольорів), VGA (256 кольорів) і в теперішній час SVGA – до 16,7 мільйонів кольорів

Розпізнавальна здатність екрану – один з найважливіших параметрів відеопідсистеми. Чим вона вища, тим більше інформації можна відобразити на екрані, тим менше розмір кожної окремої точки. В залежності від розміру монітора, існує оптимальна розпізнавальна здатність (15 – 800x600, 17 – 1280x1024) та ін..

Глибина кольору – визначає кількість відтінків, які може сприйняти одна точка екрану.

Відеоприскорення - одна з властивостей відеоадаптера, яка дозволяє побудувати зображення без розрахунків у основному процесорі, а чисто апаратним шляхом – перетворенням даних у мікросхемах відеоприскорювача. Розрізняють 2 типи відеоприскорювачів – плоскої (2D) та тримірної графіки (3D) з об'ємом пам'яті до 8 Гб.

Звукова карта, як одне з найпізніших досягнень комп'ютерної техніки, підключається до одного зі слотів материнської плати у вигляді дочірньої плати і виконує обчислювальні операції пов'язані з обробкою звуків, мови, музики.

Основним параметром звукової карти є її розрядність, яка визначає кількість бітів, що використовуються при перетворенні сигналів з аналогової форми в цифрову і навпаки. Сьогодні найбільш поширені 32-, 64-розрядні пристрої.

Периферійні пристрої ПК підключаються до його інтерфейсів і виконують різні операції в обчислювальній системі. Розглянемо основні з них.

Монітор (дисплей) комп'ютера призначений для виводу на екран текстової і графічної інформації. Монітори бувають кольоровими і монохромними. Вони можуть працювати в одному з двох режимів: текстовому чи графічному.

В текстовому режимі екран монітора умовно розбивається на окремі ділянки - знакомісця, частіше всього - на 25 рядків по 80 символів (знакомісць). В кожне знакомісце може бути виведений один із 256 раніше заданих символів.

На кольорових моніторах кожному знакомісцю може відповідати свій колір символу і свій колір фону. На монохромних моніторах для виділення окремих частин тексту і ділянок екрану використовуються підвищена яскравість символів, підкреслення й інверсне зображення (темні символи на світлому фоні).

Графічний режим монітора призначений для виводу на екран графіків, рисунків і т. п. Зрозуміло, в цьому режимі можна також виводити і текстову інформацію в вигляді різноманітних надписів, причому ці надписи можуть мати довільний шрифт, розмір букв і т.п.

Основними споживацькими параметрами монітора є: розмір екрану, крок маски екрану, частота регенерації зображення і клас захисту.

Розмір монітора визначається за відстанню між протилежними кутами екрану за діагоналлю. Одиниця виміру – дюйм. Стандартні розміри – 14, 15, 17, 19, 20, 21 та ін. дюйм.

Частота регенерації (оновлення) зображення показує скільки раз в межах секунди монітор може повністю змінити зображення (частота кадрів). Сьогодні мінімальне його значення вважається 75 Гц, нормативне – 85 Гц, комфортне – 100 Гц і більше.

Клас захисту визначається стандартом, якому відповідає монітор у відповідності до вимог техніки безпеки (MPR-II, TCO-92, TCO-95, TCO-99).

Клавіатура. Майже всі сучасні ПК оснащені практично однаковими клавіатурами. Але необхідно пам'ятати, що є безпроводникові клавіатури. Про це ми поговоримо трохи пізніше.-

Клавіатура призначена для введення в комп'ютер алфавітно-цифрових даних, а також команд управління. Комбінація клавіатура-монітор складають найбільш простий інтерфейс користувача.

Склад клавіатури. Стандартна клавіатура має 100 і більше клавіш, які функціонально розділені на кілька груп (алфавітно-цифрові, функціональні, службові, управління курсором та клавіші додаткової панелі).

Миша – пристрій управління маніпулятивного типу. Пересування миші по плоскій поверхні синхронізовано з пересуванням графічного об'єкта вказівника миші на екрані монітора. Різновидностей миші існує дуже багато. Крім забарвлення та чисто дизайнерсько-ергономічних варіацій існують інші відмінності. В класичній миші головним елементом руху є шарик. У сучасних маніпуляторів “шарова” основа замінена оптичною. Миша випромінює світловий сигнал, а фотоеlementи через певні проміжки часу фіксують його відображення від поверхні столу чи килимка. Недоліком шарикових мишок є їх забруднюваність та зношуваність. Оптична миша майже вічна. Вона працює на всіх поверхнях, їй не потрібний килимок.

Принтер. Одним із пристроїв виведення даних (додатково до монітора) і друкування їх на папір або прозору плівку є принтер. За принципом дії сучасні принтери поділяють на матричні, лазерні, світлодіодні та струменеві.

Матричні принтери найбільш прості. Дані виводяться на папір у вигляді відбитка на папері від ударів циліндричних стержнів “шпильок” через насичену фарбою тасьму. Найбільш поширені 9-шпилькові та 24-шпилькові принтери.

Лазерні принтери забезпечують високу якість друку, яка не поступається поліграфічній. Принцип дії лазерних принтерів полягає у наступному. У відповідності з даними лазерна головка випускає світлові імпульси, які відбиваючись від дзеркала попадають на поверхню світлочутливого барабану;

До основних параметрів лазерних принтерів відносять: розрізнявальну здатність (dpi – кількість крапок на дюйм 600-1200), продуктивність (сторінок за хвилину), формат та об'єм власної оперативної пам'яті.

Світлодіодні принтери за принципом дії схожі на лазерні. Різниця лиш у тому, що лазерну головку замінює лінійка світлодіодів, розміщених по ширині друкованого аркуша.

Струменеві принтери. Зображення на папері формується з плям барвника, які попадають на папір з печатної головки принтера. Знайшли широке застосування у кольоровому друці.

Інші периферійні пристрої ПК.

Електронні мольберти.

Якою б досконалою не була миша, вона ніколи не стане повноцінною заміною олівця в графічному редакторі. Зараз пропонуються різні варіанти електронних планшетів зі спеціальними ручками, що пишуть, в комплекті. Сам планшет грає роль креслярської дошки. Ручка може бути пером, олівцем, ластиком, в залежності від вибраної в графічному редакторі функції. Крім того, вона може замінювати мишу. Дуже зручно, коли планшет

оснащений прозорою плівкою, під яку, як під кальку можна покласти оригінал – обвести необхідні деталі та отримати на екрані монітора цікавий малюнок, а потім засобами графічного редактору розфарбувати його.

Найбільш цікавим класом електронних мольбертів є інтерактивні дисплеї, це одночасно і рідкокристалічний монітор і планшет. Малювати можна прямо по екрану.

Пристрої зберігання даних. Стримери – накопичувачі на магнітній стрічці. Стрічка – пристрій послідовного доступу до даних. Низька продуктивність і надійність. Ємність – кілька сотень Мбайт.

ZIP-накопичувачі – накопичувачі на магнітних дисках ємністю 100/250 Мбайт. Бувають внутрішнього та зовнішнього виконання.

Накопичувачі HiFD – випускаються компанією SONY, сумісні з 3,5 дюймовими дисками. Ємність 200 Мбайт.

Накопичувачі JAZ – за своїми параметрами наближені до жорстких дисків, однак є змінними. Ємність 1-3 Гбайт.

Магнітооптичні пристрої. Ці диски поєднують переваги магнітної і оптичної технологій: інформація зберігається на магнітному носії, захищеному прозорою плівкою, а читання і запис здійснюється з допомогою променя лазера. Магнітооптичні диски випускаються розміром 3,5 и 5,25 дюйма і по формі дуже схожі на звичайні дискети. Ємність магнітооптичних дисків розміром 3,5 дюйма от 128 до 640 Мбайт, розміром 5,25 дюйма - 1,3 Гбайта. Швидкість доступу до даних така ж як у жорсткого диска, а надійність зберігання інформації дуже висока.

Пристрої обміну даними. Модем – пристрій, призначений для обміну даними між віддаленими комп'ютерами з використанням каналів зв'язку (МОдулятор+ДЕМодулятор). Найбільш широке застосування модеми знайшли при підключенні ПК до комутованих телефонних каналів зв'язку. Характеризуються продуктивністю (біт/с), підтримуванним протоколом зв'язку і коректування помилок і шинним інтерфейсом (для внутрішніх).

Контрольні питання:

1. Які основні апаратні компоненти ГІС і ПК?
2. Що відноситься до ЗПП?
3. Що являє собою сучасний ПК?
4. Для чого потрібний апаратний інтерфейс?
5. Описати функції флеш – пам'яті.
6. Що розуміється під ємністю дискети?
7. Для чого потрібні магнітооптичні пристрої?
8. Охарактеризувати особливості кеш – пам'яті.

Тема 3. **ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БАЗИ ГІС.**

- основні принципи організації та система вимог;
- концептуальна модель організації даних;
- структура і технологія наповнення ГІС

1. Основні принципи організації та система вимог

Методологія створення інформаційних ресурсів, проектування та наповнення інформаційної бази ґрунтується на системному принципі організації інформаційного середовища, використанні єдиних територіально-галузових баз та просторово орієнтованої системи збору, накопичення, обробки і представлення даних. Вона окреслює загальносистемні принципи формування бази, регламентує вимоги до структури, складу і диференціації даних, визначає моделі їх організації, форми представлення, основні джерела інформації та шляхи їхнього удосконалення.

Організація інформаційної бази пов'язана з використанням загальносистемних принципів, основними з яких є:

- принцип територіально-галузової організації інформації – вихідна інформація належить конкретній території з притаманною їй специфікою природних умов і господарської діяльності; він орієнтований на отримання та модифікацію знань під конкретні функціональні завдання;
- принцип ієрархії та багаторівневої структури з розташуванням і функціональною підпорядкованістю елементів цілого від вищого до нижчого; при цьому кожний рівень спеціалізується на виконанні певного кола функцій – на більш високих рівнях деталізації здійснюються (переважно) функції інтеграції, на нижчих – диференціації;
- принцип включення, який є прямим наслідком принципу ієрархії, передбачає, що вимоги до створення, функціонування та розвитку ГІС кожного рівня визначаються з боку більш складної системи вищого рангу;
- принципи комплексності відображення об'єктів, розвитку і блокової організації ПІК та його інформаційної бази зорієнтовані на поетапну розробку і впровадження кожного із модулів (блоків) на тлі загальної єдиної концепції організації системи, нарощування та удосконалення компонентів ПІК СТЗ;
- принцип системної єдності полягає у тому, що на усіх стадіях створення, функціонування та розвитку ПІК СТЗ цілісність системи забезпечується зв'язками між її підсистемами;
- принцип тематичної (або предметної) та системної організації даних: тематична організація інформації передбачає її групування за характеристиками основних компонентів природно-агромеліоративних

систем, системна – диференціацію тематичних даних за їх цільовим призначенням та використанням у програмно-обчислювальному забезпеченні;

- принцип структурної та функціональної спеціалізації (диференціації) як завдань, що вирішуються, так і об'єктового складу інформаційної бази з виділенням структурно-функціональних одиниць (підсистем, модулів, класифікаційних груп тощо);

- принцип диференційованого опису відношень між об'єктами та самих об'єктів та їх стану, досягнутого завдяки створенню підсистем довідкової та нормативно-регламентуючої інформації; банків даних фіксованих значень параметрів, підсистеми територіальної прив'язки об'єктів тощо;

- принцип поєднання бази даних та бази знань у структурі ПІК СТЗ;

- принцип сумісності та єдності інформаційних баз різних прикладних ГІС, що реалізуються завдяки уведеній до їх складу географічній інформації (географічна модель території, територіальна прив'язка об'єктів, спеціалізований фонд картографічної інформації тощо); окрім того, сумісність забезпечується єдністю інформаційно-пошукових мов і математичного забезпечення, спільністю організаційної структури, єдиним порядком збору та обробки інформації, уніфікації документації та кодування інформації.

Використання [ГІС](#)-технологій, як базових, для створення систем підтримки рішень висуває низку спеціальних вимог до організації, складу та диференціації інформації, алгоритмічного забезпечення функціональних завдань тощо.

Загальна система вимог повинна регламентувати та забезпечувати створення на основі інформації адекватної їй моделі території і системи підтримки прийняття управлінських рішень. Вона також має сприяти розробці технологій просторового комплексного оцінювання та діагностики стану об'єктів як основи для формування екологічно стійких територій з економічно доцільною продуктивністю земель. Основним об'єктом ГІС є ландшафт.

Неодмінною умовою організації інформації є комплексність та повнота охоплення всіх сторін інформаційного, програмного і технічного забезпечення, що мають місце у процесі експлуатації системи.

При упорядкуванні інформації слід орієнтуватися на цілісне відображення довкілля. З точки зору методології доцільніше розглядати не окремі компоненти навколишнього середовища, а суцільні природно-агромеліоративні системи (ПАМС) з виділенням на земній поверхні інтегральних ареалів, що реалізують цю єдність, та прив'язки до них всієї вихідної інформації. Прообразом таких ареалів, насамперед, можуть бути геосистеми та ландшафти різних ієрархічних рівнів, а також таксони районування чи типізації, природно-господарські райони тощо. Найменшою

неподільною територіальною або географічною одиницею такого ареалу має стати елементарна геосистема.

Основною функцією інформаційної бази є відображення поточного стану ПАМС, його діагностика та забезпечення відповідними даними всіх етапів функціонування ПК.

Структура інформаційних баз у територіальному і змістовному плані повинна наслідувати структуру ПАМС.

Взаємозв'язки між компонентами геосистем створюють стрижень цих структур і мають моделюватись або знаходити відображення у відповідних алгоритмах. Однією із обов'язкових є вимога створення у складі інформаційної бази підсистеми, необхідної для територіальної прив'язки даних або об'єктів, оскільки геоінформаційні технології використовують тільки просторово координовані дані. Територіальна упорядкованість відомостей важлива не тільки з точки зору уніфікації їхнього збору, але й установа оптимальної відповідності розмірам досліджуваних геосистем. Поряд з даними, що фіксуються координатами точки, інформація може бути прив'язаною до мережі адміністративно-господарського поділу території, природних контурів, наприклад річкових басейнів. Добрі результати при узагальненні дає прив'язка даних до ландшафтної або рельєфно-геоморфологічної основи. Суміщення окремих ділянок території забезпечується глобальною системою просторової прив'язки даних, що ґрунтується на використанні географічної широти та довготи . .

Інформацію до бази подають у вигляді тематично (або предметне) та системно організованих даних.

Організація тематичних відомостей передбачає формування наборів галузевих даних, що характеризують, насамперед, природне середовище як природно-ресурсну основу об'єктів і виробничо-технологічну структуру території з виділенням базових і функціональних модулів.

У базових модулях концентрується інформація, що характеризує параметри природного середовища та господарської діяльності.

Основним базовим модулем природно-ресурсної основи є географічна модель території, яка описує основні компоненти геологічного середовища, природні чинники зовнішньої дії на нього, динаміку їхнього розвитку у просторі – часі. Склад базових модулів виробничо-технологічної структури визначається завданнями, що вирішує та чи інша система. Зокрема, в системах землеробства це можуть бути модулі «Сільгоспкультура» та «Технології рослинництва» з відповідними наборами блоків, що вміщують інформацію про види культур та їхні біологічні параметри, технологічні операції й режими вирощування тощо.

Особливе місце у базових модулях як природно-ресурсної основи, так і виробничо-технологічної структури території відводиться екологічному, економічному та соціальному блокам, в яких має бути сконцентрована, насамперед, інформація з нормування та оптимізації технологічних впливів на довкілля.

Набір галузових даних повинен бути достатнім для переходу до інтегральних показників оцінки стану і стійкості довкілля, характеристик комплексних антропогенних впливів та навантажень на територію, порівняння й компонування їх у різних варіантах.

Функціональні модулі мають вміщувати упорядковані відомості з вивчення просторово-часових аспектів розвитку геосистем та чинників зовнішнього впливу на них, зокрема щодо джерел одержання даних, просторової диференціації інформації, її організації з показом ретроспективи та прогнозу еволюції геосистем, моделювання ситуації та систем управління нею. У спеціалізованих модулях інформаційної бази повинні знаходитись також відомості щодо часових рядів даних, їхньої узгодженості між собою.

Системна диференціація тематичних даних реалізується організацією спеціалізованих модулів бази знань (БЗ) і бази даних (БД), які становлять основу інформаційної бази ПК СТЗ. Це, насамперед, блоки інформаційно-довідкової та нормативно-регламентуючої систем, локальної інформаційно-довідкової бази об'єкта досліджень, спеціалізованого тематичного картографічного фонду, банків даних оперативної, довгострокової та результуючої інформації.

За цільовим призначенням СППР ПК СТЗ інформація в рамках бази знань і бази даних має низку певних особливостей і формується за суто адресними вимогами структурної організації даних в експертних і геоінформаційних системах. Наповнення бази знань відбувається на основі узагальнення та систематизації досвіду досліджень з оцінювання природно-агромеліоративних об'єктів, організації контролю за їх станом, водогосподарською діяльністю та веденням сільськогосподарського виробництва у різних регіонах.

У просторових системах підтримки рішень щодо завдань зрошувального землеробства, у тому числі точного, БЗ повинна забезпечити:

- вибір параметрів типової технологічної карти (ТТК) залежно від природно-меліоративних характеристик території з урахуванням вимог культури до умов її вирощування, технологічних режимів та операцій;
- визначення напрямів трансформації ТТК щодо просторової мінливості поля (морфології та морфометрії рельєфу, мікрорельєфу, стану ґрунтового

покриву та підґрунтя, глибини залягання ґрунтових вод тощо); • реалізацію систем діагностики та оцінювання стану земель і рослин;

- регламентацію технологічних впливів на базі системи еколого-меліоративних та економічних обмежень, визначення, за необхідністю, комплексу меліоративних заходів із попереднього облаштування території;

- мінімізацію витрат на реалізацію технологічної карти (перш за все випробування) завдяки системам багаторівневої послідовної ідентифікації об'єктів та вибору методів фіксації показників;

- вибір моделей розрахунків та програми картографування. База знань формується переважно на регіональному рівні організації інформаційного забезпечення і має суто адресні вимоги до наповнення базових та функціональних модулів.

До складу бази знань входить система загальнодовідкової інформації у вигляді осереднених характеристик об'єктів дослідження, просторової диференціації та інтеграції даних, моделей процесів, джерел інформації тощо і нормативно-регламентуюча база, у тому числі нормативно-методична.

База даних має забезпечити систему підтримки рішень базовою, довгостроковою, оперативною, а також результуючою інформацією для вибору сценаріїв та рекомендацій. Бази даних ГІС акумулюють інформацію у вигляді відповідним чином закодованих шарів однорідних картографічних даних і просторово прив'язаної до конкретної території або точки спостереження атрибутивної інформації.

Накопичення матеріалів у базах даних здійснюється покомпонентно відповідно до програм моніторингу, спеціальних обстежень та випробувань, що підпорядковані різним організаціям з наступною адаптацією інформації до завдань ПІК СТЗ [27]. База даних формується на рівні об'єкта досліджень (регіональний, локальний чи детальний) з урахуванням певних вимог до наповнення залежно від показників, що фіксуються, та методів їхнього одержання.

До складу БД входить локальна інформаційно-довідкова база об'єкта досліджень (регіональний та локальний рівень узагальнення інформації), спеціалізований тематичний картографічний фонд (банки даних картографічної інформації) та банк відповідних атрибутів до карт, банки даних точкової інформації – оперативної, довгострокової і результуючої.

Наповнення бази знань та бази даних відбувається у декілька етапів. На першому етапі виконується упорядкування наявної, одержаної з різних джерел, інформації щодо території, у часі, за конкретним змістом, тематикою тощо. Другий етап включає узгодження упорядкованої інформації та її оптимізацію. На третьому етапі інформація інтегрується – вирішуються

завдання більш високих рівнів складності та комплексності, тобто завдання з вибору і прийняття рішень.

Інформаційні бази мають залишатися відкритими, здатними до трансформації, забезпечуючи легкість модифікації системи як в еволюційному плані, так і для вирішення нових завдань, супроводжуватись гнучкими СУБД, системою SQL-запитань та розвинутим інтерфейсом.

СУБД являє собою сукупність програмних і технічних засобів, що забезпечують функціонування геоінформаційних та експертних систем, а саме – введення інформації, її накопичення й оновлення, засобів збереження, пошуку та перетворення інформації, видачі матеріалів користувачу.

Відношення між окремими підсистемами, модулями та блоками інформаційної бази встановлюють формуванням файлів зв'язку (система SQL-запитань). При цьому стійкі відношення між об'єктами у підсистемах фіксуються сукупністю ієрархічних класифікаційних графів природних, природно-господарських об'єктів, адміністративно-територіальних та природно-територіальних одиниць, а підсистеми предметних даних вміщують файли, що описують у вигляді таблиць-відношень самі об'єкти та їхній стан.

Вимоги до інформаційної бази ПІК СТЗ можуть змінюватись, розширюватись або звужуватись залежно від конкретного призначення ГІС та ЕС, складу завдань, що вирішуються, та особливостей об'єкта досліджень.

2. Концептуальна модель організації даних

Проектування інформаційних баз передбачає три основних рівні організації даних – концептуальний, логічний і фізичний.

Першим етапом розробки будь-якої інформаційної системи має стати побудова концептуальної моделі організації даних, як засобу точного відображення уявлень людини про системи та процеси предметної області реального світу. При формуванні концептуальної моделі основна увага спрямовується на структурування даних і виявлення взаємозв'язків між ними без розгляду особливостей реалізації та ефективності обробки.

Предметною областю дорадчих систем, побудованих на базі ГІС, є територія з усією притаманною їй специфікою природних умов, ресурсним потенціалом, поширеними в її межах видами господарської діяльності.

Для організації даних важливі не тільки взаємозв'язки, що здійснюються у просторових системах реального світу, але й заснована на них інформаційна взаємодія між структурно-функціональними одиницями різних рангів у самій інформаційній базі. Тому використання ГІС як засобу вирішення завдань у територіальному плані потребує, з одного боку, формалізації геоінформації, з

іншого, – її структуризації на основі визначення об'єктів інформаційної діяльності.

Головним об'єктом інформаційної діяльності і відповідно структуризації інформації є природно-агромеліоративна геосистема, що поєднує в собі елементи природно-ресурсної основи і виробничо-технологічної структури території. Концептуальна модель організації даних описує об'єкти предметної області та їхні взаємозв'язки саме в рамках ПАМС. Вона побудована за принципами функціональної диференціації інформації з виділенням базових та спеціалізованих (функціональних) модулів.

Загальну схему інформаційної моделі ПАМС подано включає чотири основні підсистеми, що описують елементи природно-ресурсної основи (ПС-1), виробничо-технологічної структури (ПС-2) території, територіальної прив'язки об'єктів (ПС-3) і нормативно-регламентуючої бази прийняття рішень (ПС-4).

Природно-ресурсна основа (ПС-1), як географічна модель території, об'єднує групу модулів і блоків, що описують параметри геологічного середовища та природні чинники зовнішньої дії на нього. Вона може виступати самостійною складною системою (при оцінці екологічної ситуації, ресурсного потенціалу, диференціації земель за умовами землекористування, організації моніторингу тощо) або входити складовою частиною у блоки підсистеми виробничо-технологічної діяльності системи підтримки управлінських рішень щодо комплексу природоохоронних та меліоративних заходів, заходів із підвищення родючості ґрунтів, реалізації точного землеробства або інформаційних технологій рослинництва в цілому, оптимізації землекористування та екологічної діяльності тощо. Таке входження можливе у вигляді тематичних цифрових та картографічних моделей, нормативно-регламентуючої бази. Введення окремих модулів і блоків до ПК СТЗ здійснюється на базі єдиних концептуальних підходів щодо принципів, методології та структурної організації інформаційного забезпечення, з наповненням і деталізацією інформації тільки тих блоків географічної моделі, які прямо чи опосередковано пов'язані з вибором (або входять у розрахунки) параметрів технологічних операцій з вирощування культур, їхньої оптимізації у технологічних блоках та системах управління.

Виробничо-технологічна структура території (ПС-2) включає групи модулів і блоків, що характеризують елементи господарської діяльності в межах регіону і формується за провідними типами природокористування, задіяними у ПК СТЗ. Це, насамперед, «Сільське господарство» з базовими модулями «Сільгоспкультура» й «Технології рослинництва». У самостійному вигляді ПС-2 являє собою комплект інформаційно-довідкової інформації і, як

елемент ПАМС, реалізується за принципами зворотного зв'язку з природно-ресурсною основою. До бази даних ПС-2 відповідно до завдань, що вирішуються, заноситься інформація, яка одержується і вимірюється в рамках спеціалізованих систем моніторингу і досліджень технологічного напрямку.

У базових модулях підсистем ПС-1, ПС-2 сконцентровано безпосередні характеристики об'єктів оцінювання та їхніх параметрів.

Функціональні модулі обох підсистем забезпечують диференціацію інформації за її цільовим призначенням у завданнях ПК. У складі цих модулів виділено групи блоків та файлів, «відповідальних» за джерела інформації, моделювання процесів та динаміки їхнього розвитку у просторі – часі, облік та реєстрацію даних.

Територіальна прив'язка об'єктів (ПС-3). За допомогою даної підсистеми здійснюють зв'язок між модулями природно-ресурсної основи (ПС-1) як у її межах, так і стосовно модулів виробничо-технологічної структури території (ПС-2). ПС-3 забезпечує виділення операційно-територіальних одиниць (ОТО), у межах яких здійснюється інтеграція та інтерпретація різноманітних потоків інформації. За основу при виділенні ОТО можуть бути взяті адміністративний поділ території, інформація про рельєф, як найбільш стійкий компонент ландшафту, таксони районування чи типізації території тощо. Зв'язки між групами модулів і блоків природно-ресурсної основи та виробничо-технологічної діяльності відбуваються через адміністративно-територіальні, господарчі та природно-просторові мережі.

Нормативно-регламентуюча база (ПС-4) реалізує зв'язок між окремими модулями і блоками у системах управління базами даних при виборі сценаріїв та управлінських рішень. У її межах сконцентровано модулі, блоки та файли систем класифікаторів інформації, екологічного нормування, критеріальної бази оцінювання, бібліотеки методичної і правової документації. Вона формується з урахуванням структури базових тематичних модулів перших двох підсистем.

Створення інформаційної бази по кожній із підсистем передбачає виділення автономних блоків та модулів тематичної інформації, розгалуженої за системним принципом відповідно до концептуальної моделі організації й структуризації даних. Кожен блок (модуль або файл) концептуальної моделі – це набір властивостей (семантичних атрибутів), до яких належать код та ім'я класифікаційної групи, об'єкта або файла, що використовуються в ролі ключів при організації структури даних та їхнього пошуку у базах кількісних значень.

У рамках виділених підсистем тематична інформація диференціюється за системним принципом організації даних залежно від цільового призначення й використання у програмно-інформаційному забезпеченні підтримки

прийняття рішень. Системна організація тематичної інформації здійснюється з урахуванням адресних вимог бази знань і геоінформаційної бази даних.

У межах бази знань основними функціональними об'єктами моделі системно організованих даних є модулі загальнодовідкової інформації (щодо просторової диференціації та інтеграції даних, моделей процесів, джерел інформації тощо) і нормативно-регламентуюча база; у рамках бази даних або геоінформаційної бази – це, насамперед, локальна інформаційно-довідкова база (ЛІДОБ), банки даних картографічної (БД ГЕОКАРТ), атрибутивної (БД АТРИБУТ), точкової (БД ВИМІР) та результуючої (БД РЕЗІНФ) інформації.

Після побудови концептуальна модель організації даних підлягає трансформації у логічну модель конкретної інформаційної бази з реалізацією вимог кожного із функціональних завдань СТЗ щодо інформаційного забезпечення алгоритмів їхнього вирішення.

Головною метою логічного рівня проектування є створення системи управління, орієнтованої схеми, яка враховує результати концептуального проектування та задовольняє весь діапазон вимог користувачів, починаючи з вимог цілісності й завершуючи показниками ефективності функціонування. Вона є перехідною, пов'язуючою ланкою між концептуальним і фізичним рівнем проектування інформаційної бази.

Для створення бази даних фактологічної і фактографічної інформації рекомендується використати модель реляційного типу зі стандартним логічним блоком, що формується з атрибутів точки спостереження, набору параметрів та показників оцінювання, які вимірюються у фіксований момент часу, дати фіксації чи виміру.

Зв'язок між фактичними даними й реалізація алгоритмів обробки інформації відбуваються через нормативно-регламентуючу базу, а саме: системи класифікаторів інформації, екологічного нормування, критеріально-діагностичну базу шляхом формування системи SQL-запитань та відповідного інтерфейсу.

Структуризація даних у середині кожного з тематичних та системних модулів, блоків чи файлів здійснюється з використанням апарата класифікаційних схем як засобу описування вміщеної у них інформації. Тому одним із перших етапів розробки є визначення об'єктового складу та формування системи класифікаторів інформації для ідентифікації цих об'єктів у функціональних завданнях ПІК СТЗ, критеріальних базах оцінювання, системі територіальної прив'язки, банках картографічних і точкових даних тощо.

3. Структура і технологія наповнення ГІС

Структуру і склад інформаційної бази на різних рангах інтеграції даних з визначенням методів фіксації показників та форм представлення інформації обґрунтовано на основі сформованих систем вимог і концептуальних моделей організації даних у різних функціональних модулях ПІК СТЗ, які дають можливість створення адекватної інформаційної моделі території досліджень. При цьому системну організацію тематичної інформації здійснюють, як було зазначено вище, з урахуванням адресних вимог бази знань і бази даних.

База знань формується як сукупність знань для обґрунтування та оптимізації прийняття рішень. Концептуальна модель організації даних у її межах передбачає диференціацію інформації з виокремленням нормативно-регламентуючої бази (НРБ) і системи загально-довідкових даних, що забезпечує вибір параметрів на стадії ідентифікації об'єктів.

Нормативно-регламентуюча база. Одним із перших етапів створення бази знань є розробка нормативно-регламентуючої бази з системою кодифікації відповідними експертними системами, що забезпечують вибір оптимальних умов вирощування тієї чи іншої сільгоспкультури, визначення складу і параметрів технологічних операцій рослинництва.

У її основу покладено структурування даних у середині кожного з тематичних та системних модулів ПС-1, ПС-2, ПС-3 з використанням класифікаційних схем як засобів описування вміщеної у них інформації.

Структуризація тематично (предметно) організованої інформації здійснюється згідно з концептуальною моделлю диференційовано для природно-ресурсної основи, виробничо-технологічної структури – рослинництва і територіальної прив'язки об'єктів. Серед виділених класифікаційних групувань предметних даних визначено ті, що мають бути задіяні у функціональних завданнях ПІК СТЗ. Насамперед, це стосується параметрів, які прямо чи опосередковано формують родючість ґрунтів та природно-ресурсний потенціал території.

Планується також виділити та задіяти низку індикаційних параметрів, які на тлі генетичних закономірностей розвитку території дадуть можливість просторово оцінити мінливість показників родючості залежно від зовнішніх впливів, у тому числі і за допомогою дистанційних методів фіксації (аерокосмічних зйомок, геофізичного зондування тощо).

Системно організована інформація структурується у вигляді функціональних об'єктів бази знань і бази даних, відповідно до яких здійснюється подальша структуризація інформації для класифікаційних групувань тематичних даних.

На базі визначеного складу об'єктів ПАМС та відповідних класифікаційних групувань формується система довідників-класифікаторів інформації (КЛІН) і довідників-класифікаторів інформаційної структури тематичних даних та атрибутів карт (ДОКІС). Формування системи класифікаторів КЛІН має відбуватися з використанням як існуючих (загальноприйнятих нині в Україні) довідників, так і спеціально розроблених у плані уніфікації та формалізації даних для створення територіально-галузевих інформаційних баз. До перших належать, насамперед, довідники-класифікатори топографічної інформації, адміністративно-господарського поділу України, річкових басейнів, пунктів спостережень тощо.

Побудова спеціалізованих наборів довідників-класифікаторів по окремих автономних блоках бази знань ґрунтується на послідовному кодуванні:

- базових характеристик об'єктів певної класифікаційної групи (генетичних типів, видів, різновидів ґрунтів, біологічних груп рослин, сівозмін, технологічних операцій тощо);
- загальних ознак та елементарних показників, що визначають прямим вимірюванням або шляхом лабораторних досліджень;
- інтегральних характеристик параметрів;
- номенклатури або класифікацій показників;
- методів фіксації чи визначення параметрів.

Структуру довідників-класифікаторів інформації для базових модулів проілюстровано на прикладі кодування параметрів такого об'єкта географічної моделі, як «Рельєф і геоморфологія», його базових характеристик.

Аналогічні групи довідників-класифікаторів інформації повинні створюватися для кожного з групувань географічної моделі, модулів «Сільгоспкультура» та «Технології рослинництва».

Інформаційна структура тематичних даних регламентується системою ДОКІС. Довідники-класифікатори інформаційної структури даних та атрибутів карт регламентують або визначають форми і порядок представлення тематичної інформації до системи загально-довідкової інформації (ЗДІ ФУМОД), бази даних, спеціалізованого картографічного фонду та банків даних. Вони описують структуру класифікації об'єктів та їхніх характеристик, організацію первинної, вихідної і результуючої інформації, інформаційну структуру карт, окремих їхніх шарів та атрибутів до них. При цьому фіксується тип інформації, назви і коди блока, атрибутів (ознак та показників), тип даних, дата одержання та зміст інформації (значення показників або їхній опис).

Формування класифікаторів системи ДОКІС має здійснюватись відповідно до адресних вимог певної групи функціональних завдань та алгоритмів їхнього вирішення.

Суто нормативно-регламентуюча частина підсистеми ПС-4 побудована на засадах оцінювання еколого-меліоративної стійкості геосистем, характеру їхнього функціонування та умов вирощування сільгоспкультур і дає змогу оптимізувати технологічні режими вирощування сільгоспкультур, використання земельних, водних та інших ресурсів, обґрунтувати комплекс меліоративних заходів тощо.

Вона включає критеріально-діагностичну систему, систему екологічного нормування (СЕНОР) та каталоги нормативно-методичної і правової документації.

В основу критеріально-діагностичної бази комплексної оцінки стану земель покладено визначення межі або порога стійкості кожного з оцінюваних показників щодо деградаційних процесів. Система критеріальних оцінок побудована на формалізації даних з використанням методів експертних оцінок та бальних шкал. Вона має уніфікований характер, що дає змогу однозначно оцінювати різні складові геосередовища, діючі зовнішні впливи і техногенні навантаження, доповнювати склад показників та змінювати шкалу оцінок. Критеріальна база включає системи діагностики стану земель, ступеня їхньої деградації (або потенційної стійкості до розвитку деградаційних процесів), умов вирощування сільгоспкультур, стану рослин (посівів), вологозабезпеченості, забезпеченості ґрунтів поживними речовинами, системи критеріїв оцінювання ресурсного потенціалу території, урожайності, рентабельності технології рослинництва.

Нині для окремих регіонів України розроблено критеріально-діагностичну базу оцінювання еколого-меліоративного (ґрунтово-меліоративного, гідрогеологічного, інженерно-геологічного та екологічного) стану земель, їх стійкості до процесів деградації, стану або природного дефіциту вологозабезпеченості. Інші чинники потребують спеціальної розробки з наступним включенням до нормативно-регламентуючої бази ПІК СТЗ. Форми представлення інформації до критеріально-діагностичної бази ПІК СТЗ проілюстровано на прикладі оцінки гідрогеологічного стану земель.

Система екологічного нормування ґрунтується на визначенні умов рівноваги геосистеми, допустимих (екологічно доцільних) змін її параметрів щодо того чи іншого геоекологічного процесу. Вона окреслює вимоги сільгоспкультури до середовища (умов вирощування), технологічних операцій та режимів, регламентує правила застосування як окремих технологічних операцій вирощування культур, так і технічних засобів їх

реалізації. Те саме стосується і нормування природоохоронних, меліоративних та інших заходів, що мають супроводжувати функціонування ПАМС. Окрім вищевказаних нормативів, система екологічного нормування вміщує порогові значення параметрів географічної моделі, що визначають початок розвитку того чи іншого процесу деградації, інформують про критичні періоди росту рослин, критичні значення передполивної вологості для різних ґрунтів та культур. Водночас наголошують на вимогах до потужності шару зволоження, окремих еколого-технологічних груп земель, їхніх параметрів та критеріїв щодо нормування режимів проведення тієї чи іншої технологічної операції тощо.

Таким чином, СЕНОР концентрує в собі набір вимог та обмежень щодо технологічного впливу меліоративного землеробства на довкілля, вимог рослин до умов їхнього вирощування і ґрунтових режимів, вимог і обмежень до комплексу технологічних операцій рослинництва, меліоративних заходів.

Нині ці питання є найменш відпрацьованими і потребують першочергової розробки на основі спеціальних досліджень на пілот-об'єктах. Саме ця система нормативно-регламентуючої бази пов'язана безпосередньо з вибором практичних рішень та алгоритмічного забезпечення при побудові просторово організованих технологічних карт вирощування сільгоспкультур, їхній адаптації до умов поля та оптимізації.

Система загально-довідкової інформації формується у вигляді бібліотеки каталогів-довідників предметних фактологічних даних по блоках базових модулів ПС-1, ПС-2, ПС-3 і системи довідників по спеціалізованих (функціональних) модулях природно-ресурсної основи та виробничо-технологічної структури території на національному або регіональному рівні інтеграції даних.

У каталогах-довідниках по базових модулях інформація представляється у вигляді узагальнених характеристик параметрів географічної моделі, сільськогосподарської культури або технології її вирощування для операційно-територіальних одиниць різних рівнів ієрархії.

Система довідників по функціональних модулях ПС-1 і ПС-2 вміщує:

- характеристики основних джерел інформації, їхньої організації та наповнення, адресної прив'язки мережі, ретроспективні ряди узагальнених даних тощо;
- результати та засоби просторової диференціації інформації (районування, типізація, комплексна оцінка тощо) щодо розподілу ресурсного потенціалу відповідно до умов вирощування тих чи інших видів культур;

- каталоги моделей (описових, математичних, аналогових та ін.), що оцінюють мінливість параметрів природно-ресурсної основи, реалізують управління продукційними процесами, програмування урожаїв тощо;
- каталоги-довідники обліково-реєстраційної інформації й економічних даних з рентабельності використання та ресурсної забезпеченості території або окремих операційно-територіальних одиниць (таксонів).

Наповнення бази знань, як і бази даних, здійснюється у декілька етапів. На першому етапі виконується упорядкування наявної інформації, одержаної з різних джерел, щодо території, у часі, за конкретним змістом, тематикою тощо. Другий етап включає узгодження упорядкованої інформації та її оптимізацію. На третьому етапі – етапі інтеграції інформації – вирішуються завдання більш високих рівнів складності й комплексності, тобто завдання з вибору та прийняття рішень.

Нині у рамках створення регіональних баз знань сформовано елементи, що задіяні у завданнях ідентифікації об'єктів і просторового оцінювання умов вирощування сільгоспкультур, формування окремих видів ґрунтозахисних технологій, удосконалення модельного комплексу планування поливів, управління режимами вологості та вмістом поживних речовин. База даних згідно з вимогами геоінформаційних технологій, що складають основу ПІК СТЗ, має вміщувати фактологічну і фактографічну предметну інформацію, відповідно організовану залежно від призначення та форми використання у системах підтримки рішень.

Локальна інформаційно-довідкова база (ЛІДОБ) формується на рівні окремих об'єктів досліджень (локальний чи детальний рівні інтеграції). Вона має низку суто адресних вимог до складу, організації і наповнення автономних блоків залежно від функціональних завдань та алгоритмів їхнього вирішення, показників, що фіксуються, і методів їхнього одержання.

Згідно з функціональними завданнями ПІК СТЗ та принципами організації тематичних даних локальна інформаційно-довідкова база об'єкта включає ряд модулів, зокрема:

- систему адресної прив'язки об'єкта досліджень (набір фактологічних та фактографічних даних щодо розташування);
- систему ідентифікації об'єкта досліджень щодо природно-меліоративних умов регіону, умов рослинництва, умов реалізації технологічних операцій та меліоративних заходів тощо (просторова диференціація ретроспективних даних);
- базові характеристики природно-меліоративних умов об'єкта досліджень (фактологічні дані);

- кадастрові дані щодо стану земельних та водних ресурсів, економічну інформацію;
- відомості про джерела інформації (моніторинг, спостереження гідрометеослужби, спеціальні дослідження тощо), блоки ретроспективних рядів даних;
- опис моделей, які використовуються у функціональних завданнях (функціонування складових природно-ресурсної основи, родючості ґрунтів, управління технологічними, у тому числі продукційними процесами тощо);
- модулі та групи блоків змістовної, позиційної та цифрової інформації щодо окремих параметрів технологічних блоків (обробки ґрунту, поливів, живлення, догляду за рослинами тощо);
- модуль історії дій на полі з описом стану землекористування, сівозмін, культур-попередників, технологічних операцій (у тому числі поливів, удобрення, захисту, обробітку ґрунту), урожайності культур тощо.

Банки даних розглядаються диференційовано для базової та оперативної інформації. При цьому базова інформація стосується характеристики параметрів природно-меліоративних геосистем, що змінюються доволі повільно, зумовлюють умови потенційної стійкості земель щодо деградації при зрошенні або є діагностичними для ідентифікації однорідних природно-меліоративних масивів.

Оперативна інформація надходить з об'єктів моніторингу, режимної та спеціальної мереж (результати вимірів, фіксації, лабораторних аналізів тощо) і стосується даних з оцінки змін параметрів за певний період часу, прямого отримання результатів спостережень по точках регіональної й опорної, режимної і спеціальної, стаціонарної та періодичної мереж, а також – засобів дистанційного зондування землі.

Інформаційне забезпечення банків ГІС включає блоки картографічної, атрибутивної та точкової інформації.

Спеціальний тематичний фонд картографічної інформації вміщує комплект базових і спеціальних карт, їхніх цифрових моделей, згрупованих відповідно до рівнів функціональних завдань ПІК СТЗ. Усі карти мають єдину топооснову, координатну та планово-висотну прив'язку об'єктів, точок виміру та виділених таксонів (контурів), їхня побудова має проводитись з використанням цифрових моделей регулярної просторової мережі, що являють собою масиви координат кутових точок трапецій або растрів базової топографічної основи і зберігаються у підсистемі територіальної прив'язки даних.

Базова інформація містить набір картографічних та атрибутивних матеріалів, що характеризують усю територію об'єкта досліджень і є основою

для побудови оціночних карт, розміщення та оптимізації системи спостережень. При розробці структури блоків базової інформації для різних функціональних завдань ГІС розглянуто окремо вхідну або первинну інформацію (комплекти різномасштабних карт із різних джерел, топографічних планшетів і аерокосмознімків, розрізів, епюр, профілів, атрибутів до них тощо) і суто базову для вирішення конкретного завдання. Суто базова інформація являє собою опрацьований комплект карт певного масштабу, який побудовано на основі узагальнень і вимог певного функціонального завдання ПК СТЗ. Синтезовані карти (оціночні щодо конкретного процесу, показників стану або стійкості, діючих навантажень, районування і типізації території тощо) за результатами досліджень заносяться до складу базової або до блока результуючої (для прийняття управлінських рішень та вибору їхніх сценаріїв) інформації. Карти мають багат шарову структуру. Спеціалізовані карти (оперативної інформації), як аналітичні, так і синтезовані, характеризують значення оціночних показників та їхню мінливість залежно від координат простору й координати часу. Склад спеціалізованих карт зумовлюється функціональним завданням. При цьому спеціалізовані карти одного завдання можуть бути базовими для іншого. Перелік спеціалізованих карт міститься у адресних файлах кожного із функціональних завдань і регламентується відповідними нормативними документами і посібниками до них.

Ступінь деталізації опису території зростає зі зниженням рівня геосистем. При цьому збільшується кількість ідентифікованих об'єктів для кожного рівня, тобто у дію вступають вимоги щодо кондиційності інформації для різних масштабів узагальнення.

При визначенні показників оцінювання перелічених складових географічної моделі насамперед виконано аналіз негативних процесів, що різко знижують родючість ґрунтів. У свою чергу, обґрунтування і здійснення відповідних протидеградаційних заходів при управлінні цими процесами може сприяти поліпшенню та відновленню або стабілізації продуктивності земель.. Саме ці параметри введено до складу базових при виконанні типізації земель.

Як складова ГІС бонітет включає адресну частину, що реалізує територіальну прив'язку об'єкта для вводу у локальну інформаційно-довідкову базу ПК СТЗ.

Друга частина вміщує опис базових характеристик географічної моделі, які зумовлюють ресурсний потенціал та стійкість земель до технологічного впливу. Ці характеристики є діагностичними для виділення й ідентифікації однорідних природно-меліоративних масивів та ділянок. За результатами

їхньої типізації виділяються контури найменших операційно-територіальних одиниць, у рамках яких інтегруються різноманітні потоки інформації при формуванні просторової технологічної карти вирощування культур за ідеологією точного землеробства. Ця частина представлена у вигляді комплексу тематичних карт, карти типізації природно-меліоративних умов та атрибутивної інформації до них. Таксони типізації уособлюють контури (ділянки) земель з однорідними геоморфологічною будовою рельєфу, літологічним складом порід зони аерації та ґрунтів, умовами ґрунтоутворення, комплексністю ґрунтового покриву, умовами залягання ґрунтових вод та їхнього хімізму.

При заповненні паспорта об'єкта базова інформація може бути представлена саме позиційними кодами виділених територіальних одиниць (ОТО). Базові характеристики параметрів географічної моделі території відображують мінливість найбільш стійких елементів природно-агромеліоративних геосистем або ландшафтів.

У третій частині паспорта описують показники оцінювання кліматичних та агрокліматичних умов, їхню просторову мінливість, яка визначає варіабельність температурного режиму та режиму вологості, їхню відповідність вимогам сільгоспкультур.

У четвертій частині паспорта сконцентровано комплекс показників, що характеризують еколого-меліоративний стан земель (морфометрію й умови поверхневого стоку, стан та стійкість ґрунтів і порід підґрунтя до розвитку негативних процесів, стан забруднення ґрунтів і ґрунтових вод тощо). Інформація подається як у вигляді зведеного табличного матеріалу, так і у вигляді наборів спеціалізованих карт. Вона доповнюється рекомендаціями щодо використання земель певної категорії стану.

П'ята частина паспорта вміщує найбільш динамічні у просторі й часі показники, які характеризують поживний та водний режими ґрунтів, стан забезпеченості вологою і поживними речовинами. Інформація представляється у вигляді електронних карт розподілу значень, моделей управління, рекомендацій.

Остання частина паспорта, що описує історію (ретроспективу) дій на полі, розглядається нами як перехідна до технологічних модулів та блоків. Вона виконує функцію з'єднувального ланцюга між природно-ресурсною основою (середовищем), рослинами (сільгоспкультурами) та технологічними операціями і режимами. Таким чином, паспорт поля, як складова ГІС, включає комплект карт основних параметрів географічної моделі території, атрибутивну інформацію до них і результати обробки первинної інформації з

визначенням площі виділених ареалів та їхнього розміщення на території об'єкту.

Основні джерела інформації ГІС

Для формування як регіональної бази знань, так і бази даних, насамперед геоінформаційної, в сучасних умовах особливого значення набувають питання джерел одержання інформації.

Розв'язання цієї проблеми нами вбачається в реалізації системи моніторингу зрошуваних земель (еколого-меліоративної та водогосподарської підсистем), спеціальних обстежень і випробувань ґрунтів, із залученням при формуванні інформаційних баз даних Держгідрометеослужби, регіональних служб «Центрдержродючості» Мінагрополітики (колишньої Агро-хімслужби), Держкомприродресурсів України, матеріалів аерокосмічного моніторингу, а також даних із системи Інтернету. Вихідними даними для розробки як баз знань, так і уніфікованих галузевих баз даних мають стати також результати узагальнення існуючого досвіду ведення землеробства у різних кліматичних і природно-меліоративних регіонах, а також результати виконаних різними організаціями експериментальних досліджень з питань впливу водних меліорацій на стан та еволюцію ґрунтів, моделювання процесів і режимів ґрунтоутворення тощо.

Основні вимоги до організації, цільового призначення, рівня деталізації та кондиційності системи спостережень передбачають, що створення системи контролю ґрунтується на комплексному загальному і спеціальному природно-меліоративному або еколого-меліоративному районуванні території. Описують точки за єдиною формою, що діє у системі державного моніторингу, та відповідно до кодів-ідентифікаторів заносять до бази даних точкової інформації.

Основною вимогою при створенні повноцінної системи спостережень є необхідність одержання інформації по кожному з показників, за якими здійснюється контроль, що давало б змогу якісно і кількісно оцінити зміни показника при реалізації технологій рослинництва в умовах зрошення. Перелік основних показників інформаційної бази моніторингу меліорованих земель регламентують ВБН 33-5.5-01-97, ВИД 33-5.5-11-02 та посібники до них. У рамках ПІК СТЗ його слід доповнити показниками, які характеризують чинники зовнішньої дії – природними (клімат, волого- та теплозабезпеченість, водопотреба рослин тощо) і техногенними (параметри режимів зрошення й живлення, сівозмін, агротехнічних та агро-меліоративних операцій тощо).

При розміщенні точок спостереження враховують характер, місцезнаходження і форми прояву кожного з процесів, граничні умови як природні, так і техногенні, зміни самого показника у просторі й часі під впливом природних і техногенних чинників, насамперед зрошення, систем захисту рослин та добрив.

Точки спостережень можуть належати до регіональної, опорної або спеціальної мереж, безпосереднього випробування на полі.

Особливе значення для СТЗ має спеціальна мережа (локальний рівень моніторингу), що повинна бути джерелом інформації для оцінки й моделювання процесів трансформації довкілля у часі залежно від діючих агротехнічних та агроіригаційних навантажень. До її складу входять свердловини регіональної або опорної мереж, шурфи, гідрохімічні кущі, сольові, фунтові й інженерно-геологічні стаціонари, метеопости, гідрологічні пости тощо. Спостереження ведуться за процесами волого-, солеобміну і міграції техногенних забруднювальних речовин у ґрунтах зони аерації.

Спеціальні опорні ділянки закладають також для локального контролю за річною та багаторічною динамікою еколого-меліоративного стану території, у тому числі ґрунтових процесів, під впливом сільськогосподарського освоєння і зрошення на різних сівоzmінах, плантажованих ґрунтах, дренажних ділянках з різними технічними характеристиками, на забруднених ділянках та ін. На цих ділянках контролюють як окремі групи показників (гідрогеологічні, інженерно-геологічні, ґрунтово-меліоративні, екологічні), так і їхні сполучення. На спеціальних опорних ділянках ведуть спостереження за гідроморфною трансформацією ґрунтів та порід у різних природнокліматичних умовах; деталізують вивчення ґрунтово-меліоративних процесів, елементів водно-сольового балансу, гідрофізичних характеристик та їхніх змін у багаторічному розрізі, контроль за врожайністю сільськогосподарських культур. Нині постає питання організації мережі тестових наземних полігонів для калібрування дистанційних методів одержання оперативної інформації, створення відповідної бази даних для моделювання. Не менш важливою проблемою є і організація повторних суцільних ґрунтових обстежень, що дадуть змогу сформувати якісне ґрунтово-меліоративне забезпечення СТЗ.

Інформація, одержана по точках регіональної, опорної та спеціальної мереж спостережень, має заноситися до банку даних спеціалізованої точкової змістовної або цифрової інформації. Вона є первинною для вирішення більшості завдань як моніторингу, так і системи прийняття рішень ПІК СТЗ.

Усі різновиди інформації повинні відображатись як у просторовій, так і дискретній формі. Просторова, або картографічна, інформація є основою

виконання оціночних робіт. Вона вміщує метричну частину, що описує позиційні властивості об'єктів та пов'язані з нею змістові атрибути. Дискретна, або точкова, інформація стосується конкретних просторово прив'язаних характеристик параметрів, які представляються у вигляді результатів безпосередніх вимірів, лабораторних досліджень, епюр, розрізів, ретроспективних чи статистичних рядів.

Просторова організація інформації ставить низку специфічних вимог до форм відображення, картографування (електронні версії) та подання атрибутивних даних (реляційні бази даних або таблиці).

Згідно із змістовною інформацією паспорта точки формується комплект реляційних таблиць фактографічної бази даних до цифрової карти фактичного матеріалу. Фактографічна база має вміщувати таблиці з інформаційною структурою бази довідників, самих довідників, а також бази тематичних даних.

Резюме

Сформовані наукові засади ГІС та система вимог до організації, складу й диференціації їх даних регламентують і забезпечують створення адекватної інформаційної моделі території та системи підтримки управлінських рішень до неї. На їхній основі обґрунтовується оптимальна структура і склад інформаційної бази на різних рівнях інтеграції даних з визначенням методів фіксації показників та форм представлення інформації до геоінформаційних баз.

Розроблені моделі організації та структуризації даних у межах різних функціональних модулів інформаційної бази ГІС дають змогу формувати на єдиній природно-ресурсній основі серію спеціалізованих прикладних ПК.

У плані ілюстрації методології створення готових інформаційних продуктів нижче наведено інформаційні технології оцінювання і типізації природно-меліоративної ситуації, що враховують масштабність просторово-часової мінливості її параметрів, у тому числі показників поживного режиму та режиму вологозабезпеченості сільськогосподарських культур.

Контрольні питання:

1. Основні принципи організації інформаційних баз даних.
2. Основна функція інформаційної бази даних.
3. Які основні підсистеми включає загальна інформаційна модель ПАСМ?
4. Що собою представляє база знань?
5. Які блоки включає в себе інформаційне забезпечення ГІС
6. Які параметри введено до складу базових при виконанні типізації земель?

7. Що таке “База даних”, “База знань”?
8. Як здійснюється проектування інформаційних баз?
9. Дайте приклади концептуальної моделі організації даних?
10. Що таке СУБД, АРМ, БД?
11. Чим відрізняється БД від бази знань?
12. Чи є БД інформацією службового використання?
13. Як захистити ГІС? Від чого і кого слід захищати ГІС?
14. Назвіть показники родючості ґрунту.
15. Чи вірний вислів “Information manages the word”? Як це доказати прикладами?
16. Що таке “модуль”, “ідентифікація об’єкту”?
17. Назвіть приклади об’єктів ГІС.
18. Наведіть приклади спеціалізованих карт.
19. Що таке “геосистема”?
20. Що описує бонітет ґрунтів?

Тема 4. ПРОСТОРОВЕ ОЦІНЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИРОДНО-АГРОМЕЛІОРАТИВНОЇ ГЕОСИСТЕМИЗ ВИКОРИСТАННЯМ ГІС

- технологія комплексного просторового оцінювання стану земель;
- ідентифікація об'єкта та оцінка неоднорідності його природно-меліоративних умов;
- диференціація земель за умовами вирощування сільськогосподарських культур.

1. Технологія комплексного просторового оцінювання стану земель

Кінцевою метою програмно-інформаційного забезпечення [ПІК СТЗ](#) є формування на засадах точного землеробства просторових інформаційно-технологічних та агротехнологічних електронних карт зі змінними параметрами, що враховують зафіксовані координатною прив'язкою неоднорідності поля (або будь-якого об'єкта в межах господарства, масиву тощо).

Комплексна просторова оцінка стану земель та окремих його показників серед функціональних завдань ПІК СТЗ є одним із найбільш трудомістких. Розробка алгоритмів і програмного забезпечення комплексного просторового оцінювання стану об'єктів пов'язується зі створенням технології побудови цифрових моделей аналітичних та синтезованих карт. Перетворення інформації у цифрові карти — одне із завдань алгоритмічного і геоінформаційного забезпечення ПІК СТЗ, яке потребує спеціальних досліджень та розробки.

Логічну схему алгоритмів побудовано на послідовності різномасштабних просторових і часових узагальнень та оцінок параметрів геосередовища, діючих на нього зовнішніх природних і агроіригаційних навантажень. Алгоритм такої технології у загальному вигляді було розроблено в рамках вирішення завдань моніторингу зрошуваних земель, де оцінка і прогноз є важливим результатом, що реалізується у системах підтримки управлінських рішень. Цей алгоритм, представлений у вигляді опису послідовності дій, використано і при створенні модифікованих щодо завдань ПІК СТЗ технологій просторового оцінювання, їхніх комп'ютерних версій.

Метою оцінки є просторова диференціація меліорованих і прилеглих до них земель за станом та ефективністю їхнього використання, напрямами ґрунтотворних і геоекологічних процесів на основі оцінки просторової мінливості параметрів щодо: окремих параметрів географічної моделі території; стану земель і ступеня їхньої трансформації; стійкості геосистем,

умов їхньої екологічної рівноваги та агроєко - потенціалу території; еколого-меліоративної та агрохімічної ситуації, напрямів її розвитку у майбутньому та шляхів управління нею; визначення і фіксації ділянок земель з різним станом.

В основу алгоритмів має бути покладено систему оцінки, що являє собою комплекс екологічних, протидеградаційних і природоохоронних критеріїв, методів і технологій, які дають змогу кількісної діагностики наслідків впливу зрошувального землеробства на довкілля, визначення рентабельності технологій рослинництва тощо.

Основною особливістю даної методики є її комплексність і прогностична спрямованість оцінювальних показників та їхніх критеріїв. Кількісний вираз результатів оцінки з картографічним відображенням їхньої просторової мінливості дає можливість широко використовувати для обробки й представлення матеріалів геоінформаційні технології. Реалізація алгоритмів здійснюється з використанням критеріальної бази еколого-меліоративного моніторингу, що діагностує стан земель, ступінь їхньої деградації, ймовірність та фактичний прояв геоєкологічних і ґрунтотворних процесів на регіональному і локальному рівнях інтеграції даних. Надалі склад показників і відповідно критеріальної бази моніторингу має бути розширений шляхом використання додаткових динамічних параметрів, зміни яких фіксуються і можуть бути промодельовані на детальному або локальному рівні геосистем, а також показників, що характеризують стан рослин та технологічні режими їхнього вирощування.

Оцифрований комплект аналітичних карт, що характеризують мінливість окремих показників оцінювання, складається на основі алгоритмів та спеціального програмного комплексу побудови карт.

Ступінь деталізації опису території і результатів оцінки зростає зі зменшенням рангу геосистем; при цьому враховуються вимоги щодо кондиційності інформації для різних масштабів узагальнення.

Просторова інтеграція інформації включає вибір розрахункової сітки, формалізацію даних, послідовне суміщення аналітичних карт та оцінку стану у вузлах сітки. Всі обчислювальні операції, пов'язані з одержанням кількісних оцінок, виконуються за допомогою засобів геоінформаційних систем. Просторово організована інформація має вміщувати метричну частину, що описує позиційні властивості об'єкта, а також пов'язані з нею змістові атрибути.

Інформаційну технологію просторового оцінювання параметрів ПАМС та алгоритми її реалізації розглянуто на прикладі масивів зрошення в південних районах Херсонської області з використанням комплексу цифрових карт, представлених на рис. 1 – 8.

На перших етапах формування бази даних ГІС створюють електронні версії базових карт. На основі базової картографічної та факторологічної інформації будують комплект цифрових спеціалізованих карт оціночних показників. Згідно з алгоритмами побудови карт, на основі карт топооснови та схеми розташування точок факторологічної і фактографічної інформації, відповідних базових карт побудовано карти глибин залягання ґрунтових вод на різні роки.

Аналогічними способами створено карти критичних глибин залягання ґрунтових вод, мінералізації ґрунтових вод, засолення та осолонцювання ґрунтів.

Оцінку як окремих показників, так і еколого-меліоративного стану земель у цілому виконують у вузлах розрахункової сітки. Густоту та крок сітки вибирають на основі базових карт (топооснови, ґрунтової та геоморфологічної) і залежно від просторової мінливості оцінюваних показників. Для території об'єкта досліджень було обрано рівномірну сітку з кроком 1 км.

Значення кожного з показників у вузлах сітки визначають методом інтерполяції, що закладений у геоінформаційних системах (MapInfo і DIGITAL). При виконанні оцінки у вузлах розрахункової сітки з аналітичних карт знімають інформацію за кожним показником. На першому етапі оцінку стану показника у вузлах сітки здійснюють безпосередньо на аналітичній карті шляхом порівняння фактичного значення параметра з критеріальною його шкалою.

Нашарування аналітичних карт певної групи дає можливість одержати у вузлах сітки значення середнього балата визначити у разі негативної оцінки показники, що зумовили незадовільний стан земель.

Діагностика та ідентифікація стану земель як за окремими показниками, так і за інтегральними реалізуються на основі застосування SQL – запитань у складі [ГІС](#).

За результатами інтегральної оцінки по вузлах сітки будують карту стану земель та формують паспорти вузлів (банк даних результуючої інформації). На підставі виконаної оцінки проводять аналіз еколого-меліоративної ситуації на території об'єкта дослідження. Розподіл земель з різними категоріями еколого-меліоративного стану в окремо взятих господарствах проілюстровано діаграмами.

Для реалізації методики оцінки з використанням ПС-технологій співробітником ІГіМ УААН Булаєвською І.Д. розроблено спеціальний програмний комплекс — ЕкоМОЗ. Технологія виконання комплексної оцінки та оцінки окремих показників еколого-меліоративного стану земель, що є

складовою цього комплексу, базується на використанні системного програмного забезпечення. А у подальшому можливості комплексу передбачається розширити шляхом розробки та реалізації інформаційних технологій, систем комплексного захисту земель від деградації та оптимізації землекористування, тобто побудованих на засадах просторової організації даних та використання ГІС- технологій.

2. Ідентифікація об'єкта та оцінка неоднорідності його природно-меліоративних умов

Ідентифікація об'єкта досліджень виконується за технологією просторового оцінювання параметрів з використанням програмного комплексу ЕкоМОЗ і, насамперед, здійснюється:

- щодо територіально-географічної його прив'язки;
- за природними й еколого-меліоративними умовами;
- за найбільш рентабельними сортами культур та технологічними операціями їхнього вирощування.

Логічна модель алгоритму описує порядок ідентифікації об'єкта досліджень, починаючи з територіальної прив'язки до визначення його положення в масивах даних, що характеризують агропотенціал території та умови вирощування сільськогосподарських культур.

Базовою основою її реалізації є топографічні карти з адміністративно-територіальним поділом залежно від рівня ідентифікації на області, райони, господарства, кадастрові плани земельних ділянок.

Кожен з них супроводжується набором тематичних і синтезованих карт відповідного масштабу деталізації інформації. На національному рівні в рамках України ідентифікуються умови рослинництва щодо потенційного ресурсного потенціалу території, вибору найбільш придатних для тієї чи іншої агрокліматичної зони видів культур.

Регіональний рівень дає змогу ідентифікувати умови території щодо вибору технологій землеробства та системи землекористування, тобто типових агротехнологічних карт вирощування тієї чи іншої культури. На цьому рівні формуються набори базових карт району розташування об'єкта досліджень і здійснюється вибір з інформаційної бази складу оцінюваних та розрахункових параметрів.

Локальний та детальний рівні ідентифікації забезпечують адаптацію системи точного землеробства до конкретних умов поля, оцінку мінливості окремих показників стану земель з побудовою відповідних карт. Ідентифікація параметрів окремих технологічних операцій рослинництва здійснюється на

базі карт типізації земель за умовами вирощування сільгоспкультури, тобто шляхом адаптації типових моделей.

Значно спрощується процес ідентифікації при проведенні попереднього районування або типізації території з виділенням територіально окреслених контурів (ОТО), що характеризуються однорідними умовами формування еколого-меліоративного стану, для подальшої інтеграції даних у їхніх межах. Прив'язка об'єктів ідентифікації до того чи іншого таксона дає можливість прямого вибору культур і типових технологічних карт їхнього вирощування з бази знань, а також оптимізації процесу наповнення бази даних.

У свою чергу природно-меліоративне та еколого-меліоративне районування (або типізація) входять складовою до технології оцінки неоднорідності природно-меліоративних умов об'єкта.

Створення інформаційної технології оцінювання неоднорідності природно-меліоративних умов поля (або будь-якого об'єкта) для вибору агротехнологічних карт вирощування сільгоспкультур передбачає розробку алгоритмів, які включають:

- різномасштабні просторові узагальнення і диференціацію даних за обраною послідовністю;
- оцінку критеріїв значимості просторово-часових змін (неоднорідності) параметрів довкілля на різних рівнях ієрархії функціональних завдань;
- типізацію території з виділенням контурів різнорівневих територіально-оперативних одиниць, однорідних за базовими характеристиками природно меліоративних умов;
- інтеграцію інформації в рамках виділених ОТО, вибір системи випробування та внесення інгредієнтів відповідно до вимог технології рослинництва, що реалізується.

Сформована за результатами досліджень інформаційна технологія описує порядок оцінювання природно-меліоративної ситуації з урахуванням масштабності проявів просторово-часової мінливості її параметрів. Це сукупність етапів, процедур і операцій від одержання, організації та обробки даних до їхньої інтерпретації і представлення у завданнях вибору й побудови різномасштабних агротехнологічних карт рослинництва. У кінцевому варіанті вона має реалізуватися у вигляді системи підтримки прийняття рішень, яка інтегрує моделі землекористування та обґрунтування параметрів технологічного процесу вирощування сільгоспкультур. У плані деталізації рішень, що приймаються, розглянуто три основних рівні прояву змін — регіональний, локальний і детальний.

На регіональному рівні (масштаби 1:50000-1:25000), представленому територіально окресленими морфологічними типами та формами рельєфу

розглядається мінливість ґрунтових комплексів і відмін, умов залягання ґрунтових вод, літологічного складу ґрунтів та підґрунтя. Підсумком оцінювання даного рівня є типізація території з виділенням однорідних за базовими характеристиками параметрів ареалів. На регіональному рівні приймаються рішення щодо спеціалізації систем землекористування, технологій рослинництва, планування заходів щодо управління процесами ґрунтоутворення; наповнюється база знань регіону (області, району або господарства).

На локальному рівні (масштаби 1:10000-1:5000) розглядається просторово-часова мінливість показників еколого-меліоративного стану земель у рамках виділених на регіональному рівні таксонів типізації, або територіально окреслених елементів рельєфу. Підсумком оцінювання на цьому рівні є виокремлення контурів з різним еколого-меліоративним станом земель, ступенем і характером їх деградації. На локальному рівні наповнюється база даних щодо базових характеристик природно-меліоративних умов, показників еколого-меліоративного стану земель, ступеня проявів процесів деградації, урожайності сільгоспкультур тощо. Тут вирішується питання вибору параметрів типових агротехнологічних карт вирощування культур, оптимізації системи землекористування та комплексу меліоративних заходів щодо екологічної ситуації, просторового розміщення культур і прив'язки агротехнологій. На цьому рівні формується система опробування та наповнюється база даних об'єкта досліджень.

На детальному рівні (масштаби 1:2000 і більше) визначається мінливість найбільш динамічних як у просторі, так і у часі показників, що характеризують режими живлення рослин у рамках однорідних за параметрами природно-меліоративних умов і еколого-меліоративного стану земель, контурів або окремих елементарних геосистем (ландшафтів та агроландшафтів). Це агрохімічні й водно-фізичні властивості ґрунтів, запаси поживних речовин, вологозапаси на різних фазах розвитку рослин тощо. (Рис.9)

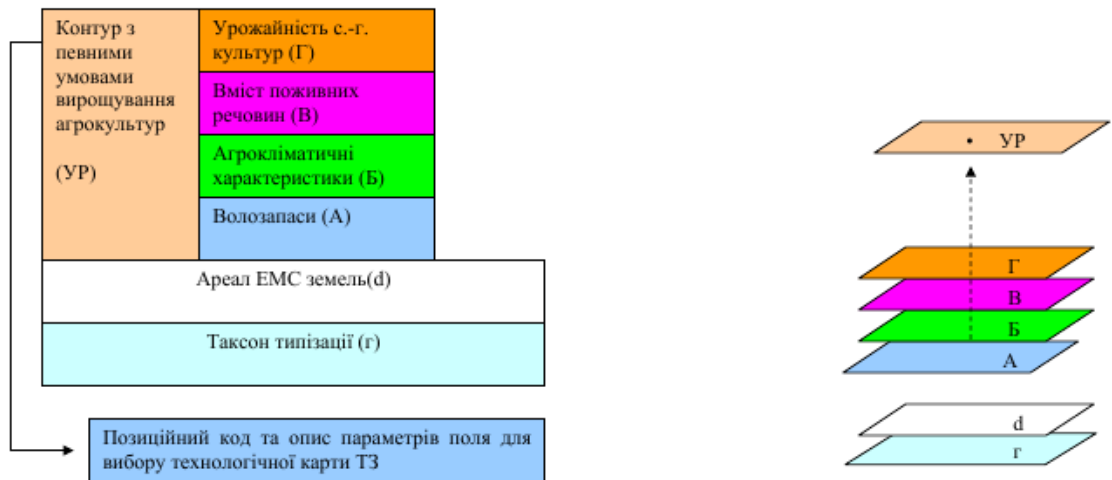


Рис. 9 Блок –схема оцінки неоднорідності природно-агромеліоративних умов детального рівня

На детальному рівні приймаються рішення тощо адаптації типових агротехнологічних карт рослинництва, обґрунтування оптимальної системи фіксації вмісту поживних речовин та вологи в ґрунтах, стану посівів, формування просторових агротехнологічних карт, визначення й оптимізації їхніх параметрів, систем управління ними тощо. Саме на детальному рівні реалізуються системи точного землеробства в загальноприйнятому нині уявленні.

Типізація території з послідовним виділенням однорідних контурів (ОТО) для подальшої інтеграції даних здійснюється за спеціально розробленими для кожного масштабного рівня критеріями та відповідними оціночними шкалами.

Визначення умов неоднорідності того чи іншого контуру здійснюється у двох напрямках: щодо співвідношення площ з різною якістю стану (комплексності) і щодо мінливості значень показника та закону їхнього розподілу.

Комплексність однорідного за базовими характеристиками виділу оцінюється співвідношенням у його межах ділянок з різним еколого-меліоративним станом земель. Вона визначається двома способами.

Перший з них враховує загальну стійкість земель до деградації в межах таксона й оцінюється за співвідношенням площі ділянок з різними категоріями стану земель, потенційної або фактичної їхньої стійкості. Її характеризують

коефіцієнт регіональної стійкості K_c та коефіцієнт регіональної нестійкості $K_{н.с.}$:

$$K_c = \frac{S_c}{S_{\text{заг}}} \quad K_{н.с.} = \frac{S_{н.с.}}{S_{\text{заг}}}$$

S_c – площа стійких земель (добрий і задовільний стан) певного таксона;

$S_{н.с.}$ – площа нестійких і дуже нестійких земель (незадовільний і дуже незадовільний стан);

$S_{\text{заг}}$ - загальна площа оцінюваного таксона.

Залежно від значень K_c і $K_{н.с.}$ регіональна стійкість визначається згідно з табл. 1.

Таблиця 1

Класифікація території за регіональною еколого –меліоративною стійкістю щодо процесів деградації

Коефіцієнт регіональної стійкості K_c частки одиниці	Коефіцієнт регіональної нестійкості $K_{н.с.}$ частки одиниці	Категорія регіональної стійкості	Ступінь ураження території деградацією
Понад або дорівнює 0,9	Менше або дорівнює 0,1	Стійкі	Недеградовані
Менше 0,9	Менше 0,3	Умовно стійкі	Слабкий
	0,3 – 0,5	Нестійкі	Середній
	Понад 0,5	Дуже нестійкі	сильний

Відповідно до завдань, які потребують вирішення, регіональну стійкість визначають на картах комплексної оцінки:

- еколого-меліоративного стану та ступеня деградації земель (як комплексної, так і за окремими групами показників);
- потенційної еколого-меліоративної стійкості території (комплексної, проти певного процесу та за окремими групами показників);
- фактичної, сформованої за конкретний відрізок часу під дією певного навантаження (комплексної, за групами показників або процесів).

Другий спосіб — оцінка суто комплексності виділу за коефіцієнтом мінливості K_m за конкретними категоріями стану земель — щодо ступеня засоленості, осолонцювання, еродованості, гідроморфізації, забрудненості

тощо. Визначається за відсотковою часткою ділянок з різним ступенем прояву процесу, яка розраховується за формулою

$$K_{\text{м}} = \left(1 - \frac{S}{S_{\text{заг}}} \right) \times 100, \%$$

де S – площа ділянки з відсутністю процесу;

$S_{\text{заг}}$ – загальна площа таксона.

Ступінь комплексності, у тому числі ґрунтового покритву, оцінюється за шкалою, наведеною у таблиці.2.

Таблиця 2

Категорії комплексності таксона типізації за показниками стану земель

Категорія комплексності	Коефіцієнт мінливості $K_{\text{м}}$, %
Однорідні	до 15
Комплексні	15-30
Неоднорідні	30-50
Дуже неоднорідні	Понад 50

Просторова мінливість значень окремих параметрів оцінюється засобами геостатистики та загальної статистики на основі побудови карт їхнього розподілу по площі таксона або ареалу. Насамперед, це стосується показників поживного режиму та режиму вологозабезпеченості.

Цей напрям нині перебуває у стадії розробки. Контрольним показником для оцінки рівня мінливості умов вирощування є урожайність сільськогосподарських культур. Такий підхід до диференціації земель дає змогу оптимізувати як кількість точок випробування, так і розміщення їх на території площ з різною якістю стану земель, комплексами розрахункових та оціночних показників тощо.

Оцінка мінливості на різних рівнях деталізації інформації є основою для вибору та адресної організації технологічного процесу сільгоспвиробництва, оптимізації системи випробування та використання дистанційних засобів одержання оперативної інформації, планування системи заходів щодо екологічного захисту ґрунтів та стабілізації їхньої родючості. Нині остаточний варіант критеріально-діагностичної системи оцінки мінливості ґрунтового покритву потребує спеціальних досліджень, пов'язаних з виконанням повторних суцільних обстежень та розробкою нової номенклатури меліорованих ґрунтів.

3. Диференціація земель за умовами вирощування сільськогосподарських культур

Ефективне ведення зрошуваного землеробства в нинішніх умовах можливе лише за впровадження технологій адаптивного класу з оптимальним використанням наявних природних, інформаційних, матеріально-технічних ресурсів, зокрема точного землеробства. Для обґрунтування й упровадження таких технологій необхідною умовою є встановлення закономірностей формування та мінливості природно-меліоративної ситуації, насамперед агрогенної еволюції ґрунтів у зоні зрошення, розробка комплексу заходів для збереження та відтворення їхньої родючості, оптимізації оперативних і довгострокових технологічних впливів на землі.

Поки що вплив зрошуваного землеробства здійснюється без достатнього врахування потреб охорони навколишнього середовища, характеризується як ресурсозатратний із слабким використанням інформації про природно-меліоративні параметри території при виборі тих чи інших технологічних процесів. Існуючі в Україні технології вирощування сільськогосподарських культур не враховують просторової мінливості й нерівномірності розподілу в межах господарства або поля таких показників еколого-меліоративного стану ґрунтів, як вміст вологи, органічної речовини, елементів мінерального живлення, водорозчинних солей, рухомих форм токсикантів тощо.

Планування й оперативне управління, що забезпечує мінливість технологічних впливів залежно від природно-меліоративних умов території (в межах району, господарства, сівозмінного масиву, поля), здійснюються на засадах точного землеробства з використанням системи просторового комплексного оцінювання стану земель.

Заключним етапом просторової оцінки є типізація території за якістю земель, потенційною і фактичною стійкістю їх до процесів деградації.

Стан земель та превалюючий вид деградації зумовлюють певну спеціалізацію комплексу меліоративних заходів і агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур. Просторовий розподіл ареалів з різним характером формування та розвитку деградаційних процесів дає змогу виконати диференціацію умов вирощування рослин з наступними обґрунтуванням технологічних елементів системи зрошуваного землеробства, у тому числі точного, оптимізацією параметрів та системи землекористування за умови максимального використання в технологіях рослинництва природного ресурсного потенціалу території тощо.

Диференціація території за умовами вирощування сільгоспкультур відбувається на основі суміщення результатів типізації території за базовими

характеристиками природно-меліоративних умов та інтегральної оцінки еколого-меліоративного стану. Фрагменти оцінювання об'єкта (ПОК “Зоря” Білозерського району) наведені на рис. 10 – 12.

Інформація для диференціації земель, опрацьована на попередніх етапах, представляється у вигляді просторово прив'язаних атрибутивних даних та картографічних матеріалів, побудованих на

Вибір елементів технологій точного землеробства на базі послідовної різномасштабної диференціації земель за умовами вирощування сільськогосподарських культур здійснюється шляхом інтеграції даних оцінювання та порівняння її результатів з відповідними технологічними підсистемами та модулями бази знань.

Для ділянок, не ускладнених деградаційними процесами, з добрим або задовільним еколого-меліоративним станом земель використовують стандартні або загально рекомендовані для даної зони й типу природних умов технології вирощування сільгоспкультур. Параметри технологічних операцій коригуються на рівні змін вмісту поживних речовин та вологозабезпеченості з урахуванням програмованого урожаю.

Ділянки, ускладнені розвитком деградаційних процесів або потенційно нестійкі до деградації певного виду, потребують адресних ґрунтозахисних технологій, спеціального комплексу заходів, реалізації системи екологічних обмежень та вимог як до застосування технологічних операцій щодо обробітку ґрунту, поливів, удобрень, догляду за посівами, засобів хімеліорації тощо, так і формування сівозмін.

Резюме

Типізація території на засадах технології комплексного просторового оцінювання природно-меліоративної ситуації на масивах зрошення дає змогу реалізувати засоби і методологію точного землеробства на різних рівнях деталізації завдань землеробства та диференціації земель за умовами рослинництва.

Запропонований алгоритм оцінювання і його комп'ютерна версія (ЕкоМОЗ) є базовою основою для подальшого створення модифікованих його варіантів щодо ідентифікації об'єктів, обґрунтування параметрів технологічної карти, частоти їхньої фіксації, розробки критеріїв значимості просторово-часових змін показника на різних рівнях ієрархії функціональних завдань, введення еколого-економічних обмежень технологічних впливів тощо.

Контрольні питання:

1. Мета оцінки земель за їх агроеліоративним станом
2. Що являє собою система оцінки земель?
3. Які показники входять до комплексної оцінки стану земель?
4. Суть та мета ідентифікації об'єктів
5. Напрямки визначення умов неоднорідності контуру
6. Що є контрольним показником для оцінки рівня мінливості умов поля?
7. Що є основою для вибору та адресної організації технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур.
8. Які переваги має застосування інформаційних систем в управлінні технологічними процесами в сільськогосподарському виробництві.
9. Що таке алгоритм?
10. Чим відрізняється звичайна карта від цифрової карти?
11. Що розуміється під критичною глибиною ґрунтових вод?
12. Для чого потрібен в ГІС метод інтрополяції?
13. Якими показниками характеризується гірогеолого – меліоративний стан агроландшафту?
14. Назвіть причини і наслідки деградації ґрунтів.
15. Наведіть приклади використання ГІС-технологій в системі зрошувального землеробства.

Тема 5. ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ В ГІС

- основні типи представлення географічної суті;
- просторові і непросторові дані;

ГІС - як погляд на навколишній світ

Сприйняття навколишнього світу можна звести до розуміння процесів, які в ньому відбуваються і опис яких в будь-якій формі ми називаємо даними.

Дані - це зареєстровані факти про явища.

Знання - перевірений практикою результат пізнання дійсності, вірне її віддзеркалення в мисленні людини, володіння досвідом і розумінням, які є вірними в суб'єктивному, і в об'єктивному відношенні, на підставі яких можна будувати думки і висновки, що здаються достатньо надійними для того, щоб розглядатися як знання.

Якщо в результаті переробки даних виникає приріст знання, то цей приріст є інформація. При описі даних на природній мові самі дані і їх інтерпретація звичайно фіксуються спільно. Якщо ж для опису даних використовується ЕОМ, то дані і інтерпретація рознесені. В даний час немає достатніх засобів для обробки текстів на природній мові, тому ЕОМ має справу переважно з даними як такими, а семантика часто взагалі не фіксується в явному вигляді. В той же час існує необхідність автоматичної інтерпретації даних, і це завдання звичайно покладають на програму, що працює з цими даними. Якщо при цьому з одними даними працює декілька програм, то вони повинні інтерпретувати дані однаковою чином.

В результаті асоціювання даних і механізмів їх інтерпретації дані набувають деякого інтелектуального забарвлення і їх вже можна озглядати як відповідний погляд на навколишній світ. Подібне бачення світу носить абстрактний характер. Засоби інтерпретації повинні забезпечувати різносторонні погляди на одні і ті ж дані. І, з іншого боку, повинна існувати можливість одноманітного представлення різних даних. Інтелектуальний засіб, що дозволяє інтерпретувати дані відповідно до вищеперелічених вимог, називається моделлю даних.

Географічні явища і феномени нескінченно складні і різноманітні. Чим ближче ми знаходимося до якого-небудь географічного об'єкту, тим більше деталей ми можемо бачити. Тому для абсолютно точного опису суті реального світу було б потрібно нескінченно великі бази даних. Для того, щоб бути обробленими засобами обчислювальної техніки, дані повинні бути редуційовані до кінцевих розмірів.

Створення бази даних може вимагати до 75% витрат на реалізацію проекту ГІС. База даних в ГІС більше, ніж просто сховище даних; дані в ній

організовані особливим чином, щоб забезпечити роботу з просторовими даними. Далі поняття бази даних розглядатиметься як уявлення або модель суті навколишнього світу для специфічного «просторового» застосування.

1. Основні типи представлення географічної суті

Просторово-розподілені дані можуть бути представлені в базі даних за допомогою векторної або растрової моделей даних.

Растрова модель заснована на зберіганні графічної інформації у вигляді матриці або мережі чарунок. Для прив'язки пікселя растрового зображення до просторових координат використовується один з кутів пікселя або його центроїд. Дозвіл зображення залежить від розміру чарунок. Кожний чарунок до растру має дискретні атрибути. Растрова ГІС представляє природні феномени відповідними чарунками матриці. Кожен з яких є найменшою одиницею інформації, і його розміри можуть залежно від додатку варіюватися від декількох мікрон до кілометрів.

Прикладами використання растрової моделі в ГІС є:

- Дані дистанційного зондування, одержані ІСЗ;
- Цифрові моделі місцевості (DEM);

У векторній моделі просторових даних графічні дані представлені у вигляді об'єктів - точок, ліній і територій - з якими пов'язані атрибутивні дані. Координатами точок є декартові координати в деякій прямокутній системі координат (наприклад, в системі координат проекції Гаусса-крюгера) або пари географічних координат - широта і довгота. Лінії або дуги представляються послідовністю точок. У векторній моделі ПРД є засоби для передачі топологічних відносин між об'єктами.

Растрові моделі мають простішу структуру даних і простіші методи для просторового аналізу, ніж векторні, але вимагають великих розмірів пам'яті в ЕОМ і обмежені в точності представлення географічної суті.

Будь-яка реальна географічна ситуація може бути представлена як у векторній, так і в растровій моделі. Дані з растрової моделі можуть бути конвертовані у векторну модель і навпаки.

Організація атрибутивних даних в ГІС

Атрибутивні дані в ГІС забезпечують зв'язок між місцеположенням символу і його значенням. Цим символом може бути як чарунок матриці в растрових ГІС, так і графічний об'єкт векторній ГІС. Зв'язок здійснюється за допомогою унікального номера просторового об'єкту. Непросторові дані можуть існувати в різних формах: у вигляді "плоского" файлу, ієрархічної, мережевої або реляційної бази даних.

"Плоский" файл - найпростіший спосіб зберігання атрибутивних даних. У "плоскому" файлі всі властивості географічної суті, що відображається, містяться в одному файлі у вигляді таблиці. Всі записи про об'єкти мають однакове число полів і фіксовану довжину.

Розрізняють три класи баз даних: ієрархічні, мережеві і реляційні.

Ієрархічні бази даних

Ієрархічні моделі входять до складу даних по такій моделі запису: утворюють деревовидну структуру – кожна з них пов'язана з одним записом, ієрархії, що знаходиться на більш високому рівні. Доступ до будь-якого із записів здійснюється шляхом проходження по строго певному ланцюжку вузлів дерева з подальшим переглядом відповідних цим вузлам записів.

Для простих завдань ієрархічна система ефективна, але вона практично непридатна для використання в складних системах з оперативним відробітком запитів і розподіленою архітектурою.

Ієрархічна організація не може забезпечити швидкодію, необхідну для роботи в умовах одночасного модифікування файлів декількома користувачами ПС.

Мережеві бази даних

Мережеві моделі були покликані усунути деякі з недоліків ієрархічних моделей. У мережевій моделі кожний з вузлів може мати не один, а декілька вузлів - батьків. Записи, що входять до складу мережевої структури, містять в собі покажчики, що визначають місцеположення інших записів, пов'язаних з ними. Така модель дозволила прискорити доступ до даних, але одне важливе завдання залишилося невирішене - зміна структури бази даних як і раніше вимагала значних зусиль і часу. Операції модифікації і видалення даних вимагали перестановки покажчиків, а маніпулювання даними залишилося орієнтованим на записі і описувалося мовою процедурною. Для пошуку окремого запису в ієрархічній або мережевій структурі програміст повинен спочатку визначити шлях доступу, а потім проглянути всі записи на цьому шляху. На кожному кроці доводиться визначати індивідуальні команди, що управляють, і умови, за допомогою яких обробляються виняткові ситуації.

Реляційні бази даних

СУБД реляційного типу звільняє користувача від всіх обмежень, пов'язаних з організацією зберігання даних і специфікою апаратури. Зміна фізичної структури бази даних не впливає на працездатність прикладних програм, що працюють з нею. Ці СУБД надають користувачу потужні засоби

роботи з даними і автоматично виконують такі системні функції, як відновлення після збою і одночасний доступ декількох користувачів до даних, що розділяються. Такий підхід позбавляє користувача від необхідності знати формати зберігання даних, методи доступу і методи управління пам'яттю.

Переваги реляційних моделей даних полягають в наступному. У розпорядження користувача надається проста структура даних - вони розглядаються як таблиці. Користувач може не знати, яким чином його дані структуровані в базі - це забезпечує незалежність даних. Можливо використання простих не процедурних мов запитів. Спосіб опису і уявлення користувачу даних, прийнятий в реляційних системах, радикально відрізняється від способів, прийнятих в ієрархічних і мережевих моделях. Маніпулювання даними здійснюється за допомогою операцій, що породжують таблиці.

Комбінуючи таблиці, вибираючи окремі стовпці і рядки користувач може однією операцією сформувати нові таблиці для відображення на екрані терміналу, для подальшої обробки або запису на зберігання.

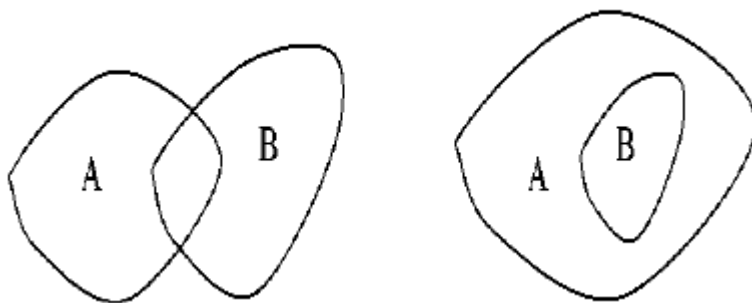
Таблична організація дозволяє недосвідченому користувачу швидше освоїтися з системою. Кожен рядок в таблиці відповідає запису у файлі, який стовпці таблиці розбивають на поля.

Представлення відносин в ГІС

ГІС надають користувачу ефективні механізми для зберігання місцеположення географічної суті і їх атрибутів, але окрім цього в багатьох завданнях потрібно відстежити відносини між географічними об'єктами.

Між об'єктами в моделі просторово-розподілених даних можуть існувати просторові відносини: відстань між об'єктами, близькість, сусідство, подвійні відносини "знаходиться всередині", "знаходиться

зовні", "перетинаються" і т.д.(Рис.1).



A Intersects B = TRUE A Contains Entire B = TRUE

A Contains Part B = TRUE B Entirely Within A = TRUE

Рис. 1 Географічні оператори мови MapBasic

Відносини між об'єктами можуть також бути побудовані на основі метричної інформації про об'єкти. Наприклад, мова створення додатків ГІС Map info дозволяє з'ясувати взаємне розташування об'єктів в просторі за допомогою спеціальних географічних операторів.

Таблиця 1

Географічні оператори мови MapBasic

Оператор	Опис операторів
A Contains B	Об'єкт А вміщує центроїд об'єкта В
A Contains Part B	Об'єкт А вміщує частину об'єкта В
A Contains Entire B	Об'єкт А вміщує весь об'єкт В
A Within B	Центроїд об'єкта А знаходиться всередині В
A Partly Within B	Частина об'єкта А знаходиться всередині В
A Entirely Within B	Об'єкт А повністю знаходиться всередині В
A Intersects B	А и В перетинаються хоча б в одній точці

Сутність і атрибути ГІС

Оточуючий нас світ дуже складний для нашого безпосереднього розуміння.

Ми створюємо моделі реальності, що мають в деяких аспектах загальні властивості з досліджуваною суттю реального миру. На основі цих моделей створюються бази даних.

Моделювання є одним найбільш поширених в науці понять.

Спочатку слово “модель” визначалось як “зразок в малому вигляді”, зменшена копія об'єкту. Згодом [моделями](#) стали називати будь-які образи (зображення, опису, схеми, карти і т.д.) об'єктів, процесів, явищ, які використовувались як “заступник”, “представник”, оригіналу даної моделі.

Сутності реального світу в просторово - розподілених базах даних представлені просторовими об'єктами, з якими пов'язані атрибутивні дані.

[Атрибут](#) (attribute) - властивість, якісна або кількісна ознака, яка характеризує просторовий об'єкт (але не зв'язаний з його місцезнаходженням) і асоційований з його унікальним номером, або ідентифікатором; набори значень атрибутів (attribute value) звичайно представляються у формі таблиць засобами реляційних СУБД; класу атрибуту (attribute class) при цьому відповідає ім'я колонки, або стовпця (column) або поля таблиці (field). Для впорядкування, зберігання і маніпулювання атрибутивними даними (attribute data) використовуються засоби систем управління базами даних, як правило, реляційних.

Сучасні геоінформаційні системи являють собою просторовий розподіл сутності у вигляді об'єктів: точок, ліній, ламаних, шляхів, площ, поверхонь. Атрибути містять просторову і непросторову інформацію про сутність і пов'язані з просторовими об'єктами ГІС.(Рис..1).

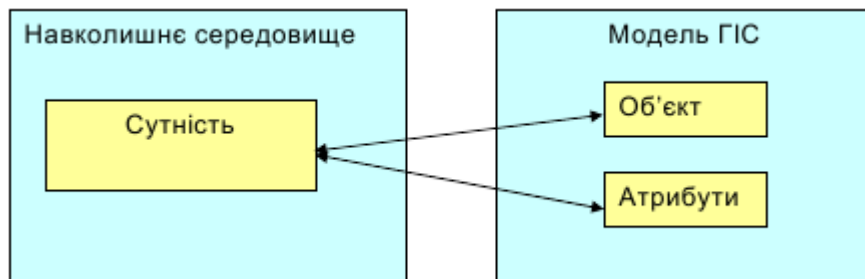


Рис. 1 Модель даних геоінформаційних систем

2. Просторові і непросторові дані

Дані в ГІС звичайно розділяються на просторову і непросторову складові. Відмінність між цими даними не є чіткою через наявність тісного взаємозв'язку між ними(Рис.2.).

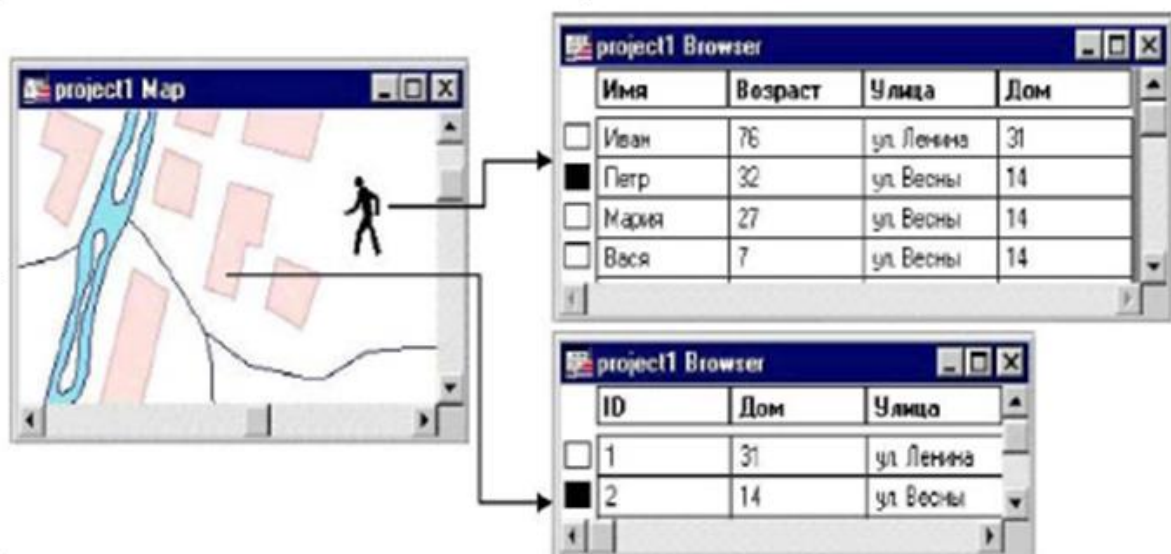


Рис. 2 Просторові і атрибутивні дані

Елементарні, складені і складні об'єкти

По ступені складності просторові об'єкти підрозділяються на елементарні (прості), складені і складні.

Елементарний об'єкт має структурований опис семантичних і графічних атрибутів, а також фактів і характеру його взаємодії з іншими об'єктами.

Складений об'єкт має структурований опис утворений групою інших об'єктів з певним (направленим) порядком їх проходження при утворенні визначуваного об'єкту.

Складний об'єкт утворюється групою інших об'єктів (елементарних, складених, складних), порядок проходження яких при утворенні визначеного об'єкту не фіксований.

Точкові дані

Вибір сутності, яка буде відображена в моделі точковими об'єктами, залежить від масштабу карти, вивчаємій території і т.д.

Наприклад, на дрібномасштабних картах населені пункти представлені точками, а на великомасштабних - площадковими об'єктами. Загалом, умови, при яких сутність відображається точковим об'єктом, можуть бути виражені наступними положеннями:

- Просторове розташування сутності важливе;
- Метричні розміри сутності не важливі;
- Розмір об'єкту не виражається в масштабі моделі.

Точкові об'єкти - найпростіший тип просторових об'єктів.

Координати кожної точки можуть бути представлені парою додаткових стовпців бази даних. В цьому випадку кожен рядок - точка, вся інформація про точку поміщена в рядку, стовпці, що не містять ординат, - атрибути. Точки не залежать одна від одної (Рис. 3).

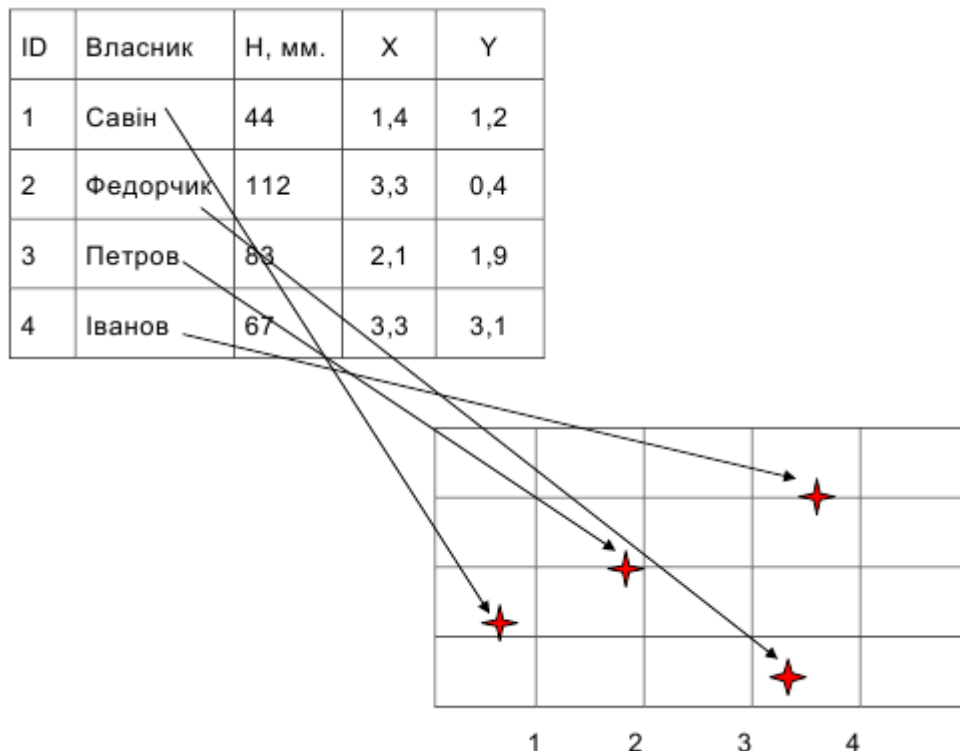


Рис. 3 Точкові об'єкти.

Лінійні об'єкти і дані

Лінійними об'єктами представляється сутність, “що не має ширину, а лише протяжність”. Лінійні дані часто називають мережами. Приклади сутності, що представляється мережами: мережі інфраструктури, транспортні мережі (автодороги і залізниці), лінії електропередачі, газопроводи і т.д. Природні мережі: річкова мережа.

Об'єкти лінійної мережі складаються з вузлів – місць, де лінія закінчується, уривається, і дуг, що сполучають вузли.

Вузол (Node, junction) - початкова точка (beginning point, start node) або кінцева точка (ending point, end node) дуги у векторний-топологічному представленні (лінійно-вузловій моделі) просторових об'єктів типу лінії або полігону; списку або таблиці. Вузли містять атрибути, що встановлюють топологічний зв'язок зі всіма дугами, що замикаються в ньому; вузли, утворені перетином два і лише двох дуг або замиканням на себе однієї дуги, носять назву псевдовузлів (Pseudo node).

Дуга (Arc, link) - 1. послідовності сегментів, що мають початок і кінець у вузлах; елемент (примітив) векторний-топологічних (лінійно-вузлових) уявлень лінійних і полігональних просторових об'єктів (див. лінія, полігон); 2. крива, що описується відносно безлічі точок деякими аналітичними функціями.

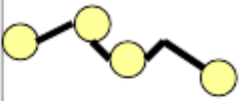
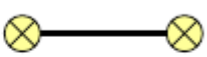
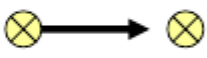
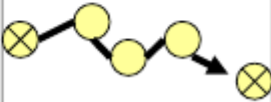
0-D	Точка		1-D	Рядок	
0-D	Вузол		1-D	Дуга	
1-D	Відрізок		1-D	Направ-лена дуга	
1-D	Сегмент		1-D	Ланцюг	

Рис. 4 Елементи лінійної мережі

Валентність вузла - число дуг, пов'язаних з вузлом. Закінчення лінії має валентність 1, вузли з валентністю 4 часто зустрічаються в дорожніх мережах, а з валентністю 3 - в мережі річок.

Різновидом мережі є дерево, що має тільки один шлях між парою вузлів. Більшість річкових мереж є деревами.

Приклади атрибутів дуг:

- напрям і об'єм трафіку, час руху по дузі;
- діаметр труби, напрям руху газу;
- напруга лінії електропередачі, висота стовпів.

Приклади атрибутів вузлів:

- назви пересічних у вузлі вулиць;
- кількість трансформаторів на підстанції.

Деякі атрибути пов'язані з частинами дуг: наприклад, частина залізничної гілки (представленою дугою) може проходити усередині тунелю.

Площадкові дані

Межі контурів можуть представляти різні природні феномени, такі, як озера, ліси, крупні населені пункти, водосховища тощо.

1. Сутність є ізольованими областями, що можливо перекриваються. Будь-яка точка може знаходитися всередині будь-якої кількості об'єктів. Об'єкти можуть не повністю покривати досліджувану область. Наприклад, лісові пожежі.

2. Будь-яка точка повинна знаходитися в середині одного об'єкту.

Об'єкти повністю покривають досліджувану область. Кожна лінія межі розділяє два площадкові об'єкти. Площадкові об'єкти не можуть перетинатися.

3. Будь-який шар першого типу може бути перетворений в шар другого типу: кожен площадковий об'єкт може тепер мати будь-яке число атрибутів.

Площадкові об'єкти можуть мати «дірки», що мають набір атрибутів, відмінних від атрибутів основного об'єкту. Наприклад, на річках є острови.

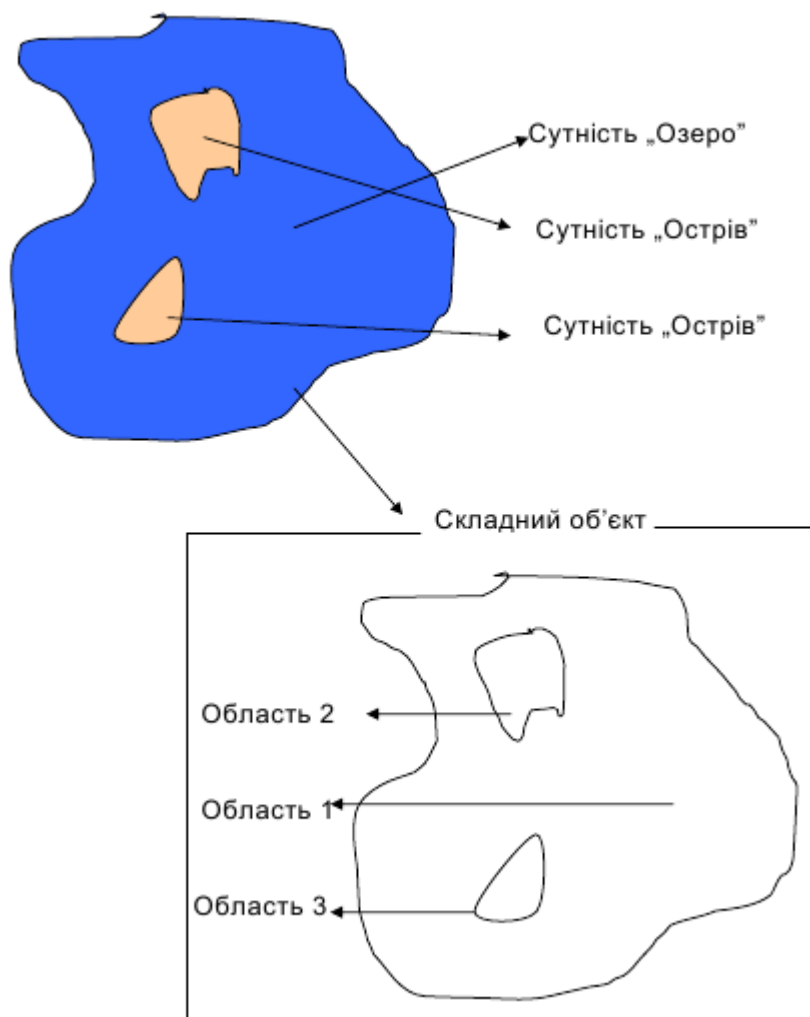


Рис.5 Складні площадкові об'єкти

Безперервні поверхні

Деяка сутність не може бути точно представлена у вигляді дискретних точок, ліній або областей. Деяка суть безперервно змінюється в просторі. Тому є об'єкти, які найкращим чином представляються в ГІС безперервними поверхнями.

Приклади безперервних поверхонь: рельєф, температура, тиск, щільність населення.

Характеристиками поверхонь є критичні точки:

- піки і поглиблення - найвищі і нижчі точки;
- лінії хребтів і низин - лінії зміни знаку кута нахилу поверхні;
- проходи - місце сходження двох хребтів або низин;
- дефекти - різкі зміни значення (наприклад, кручі);
- фронти - різкі зміни кута нахилу поверхні.

У програмному забезпеченні сучасних геоінформаційних систем немає стандартних методів представлення поверхонь, тому поверхні представляються у вигляді точок, ліній і областей.

Представлення поверхонь у вигляді точок називається цифровою моделлю місцевості і засновано на вибірці через регулярні інтервали значень з досліджуваної поверхні. В результаті виходить матриця значень, звана також растром, сіткою, ґратами. Багато цифрових моделей місцевості створюються саме у такому вигляді і можуть бути просто конвертовані в растрове зображення для візуалізації (Рис. 6).

Представлення поверхонь у вигляді лінійних об'єктів ідентично тому, що ми бачимо на топографічних картах і засновано на використанні лінійних об'єктів. Лінії сполучають вибіркові точки, що мають однакові значення атрибуту (Рис. 7).

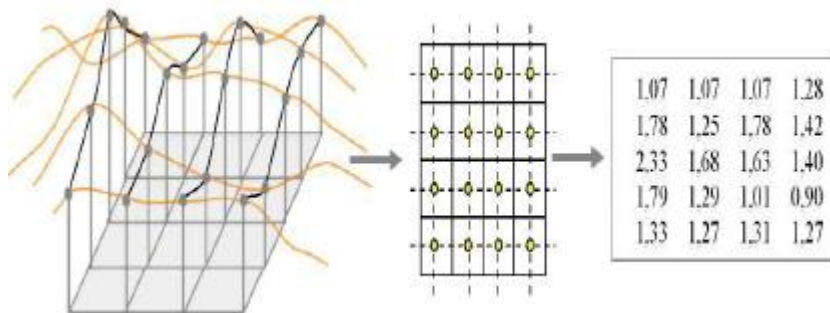


Рис.6 Представлення поверхонь регулярною мережею точок

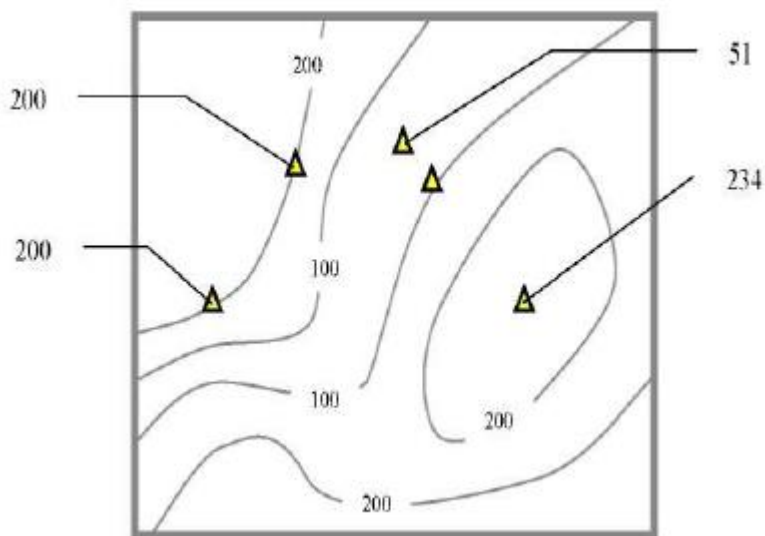


Рис.7 Представлення поверхонь ізолініями

Поверхні можуть бути представлені площадковими об'єктами, частіше всього трикутниками, оскільки ця фігура завжди опукла і лежить в одній площині. Представлення поверхні набором трикутників називається тріангуляцією. Вибіркові точки є вершинами трикутників; трикутники повністю покривають досліджувану територію. Вибіркові точки частіше всього розташовуються в піках і западинах, уздовж ліній хребтів і низин. Результатом моделювання є вузли, сполучені дугами, і трикутники (Рис.8).

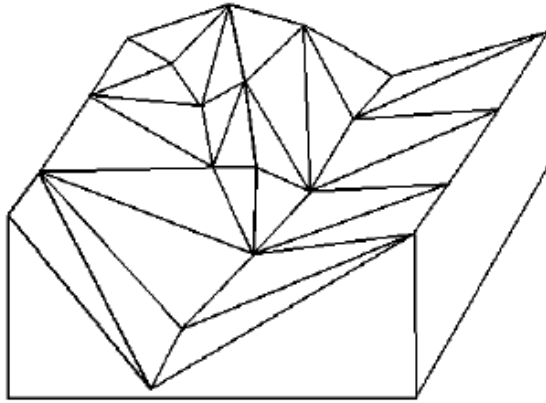


Рис 8. Представлення поверхонь тріангуляційною мережею

При використанні безперервних даних ми часто хочемо знати значення атрибуту поза точками, лініями або вершинами трикутника, що представляють поверхню. Ці значення обчислюються шляхом інтерполяції по найближчих точках, в яких величина атрибуту відома.

Поверхні звичайно володіють одним атрибутом, але іноді можуть мати декілька (наприклад, багатозональні космічні знімки). Кожна ячейка має одне значення на всій описуваній нею площі.

Резюме

Інформація про географічну сутність представлена у вигляді просторових об'єктів, з якими пов'язані атрибутивні дані.

Модель даних задає правила структуризації просторових об'єктів і їх непросторових атрибутів; Є два основних види моделей просторових даних - векторна і растрова. Вибір моделі даних залежить від вимог проекту. Як векторна, так і растрова моделі мають приєднані атрибутивні дані, що обробляються як «плоскі» файли, ієрархічні, мережеві і реляційні бази даних. Топологія також визначає структуру просторових даних і є основою для кодування взаємозв'язків між об'єктами в ГІС.

Контрольні питання:

1. Надати визначення „Дані”, ”Модель даних”, “База даних”.
2. Надайте визначення „Знання”.
3. За допомогою чого можуть бути представлені в базі даних. просторово - розподілені дані?
4. Три класи баз даних.
5. Переваги реляційних моделей.
6. Просторові відносини між об'єктами в моделі.
7. Переваги реляційних моделей.

Тема 6. КОЦЕПЦІЯ ВЕКТОРНИХ ГІС

- векторна модель даних; модель даних растрових ГІС
- функції аналізу у векторних ГІС;
- просторовий аналіз в растрових ГІС.

1. Векторна модель даних

Векторна модель даних заснована на векторах (у протилежність покривають весь простір растровими структурами). Фундаментальним примітивом є точка. Об'єкти створюються шляхом з'єднання точок прямими лініями. Деякі системи дозволяють сполучати точки дугами кіл. Площадкові об'єкти визначаються як набір ліній. Термін полігон є синонімом «площадкового об'єкту» через використання прямих ліній для з'єднання точок.

Векторні бази даних створюються для різних цілей: векторна модель домінує в транспортних завданнях, комунікаціях, управлінні і т.д. Для управління ресурсами, наприклад водними і земельними, використовуються як векторні, так і растрові ГІС. У векторній базі даних об'єкти збираються в єдине ціле за допомогою топології.

Топологічні відносини

Топологія - розділ математики, що дозволяє описувати зв'язаність і віддільність точок або ліній, що визначають взаємозв'язки об'єктів в ГІС.

Топологічні відносини є одним з найбільш корисних видів відносин, які підтримуються просторовими базами даних. Топологічна структура даних визначає, де і як точки і лінії з'єднуються у вузлах на карті. Порядок з'єднання визначає форму дуги або полігону.

Побудова топології. Об'єкти і атрибути дозволяють описувати умови, що існують на карті або в реальності. Векторні об'єкти, які використовуються для опису просторової зміни явища, повинні підкорятися деяким простим правилам:

- два площадкові об'єкти не повинні перекриватися;
- кожна точка простору, що вивчається, повинна знаходитися всередині тільки одного площадкового об'єкту (або на межі).

Якщо створюються або редагуються точки об'єктів шару, топологія повинна бути побудована заново. Побудова топології включає обчислення і кодування взаємозв'язків між точками, лініями і площадковими об'єктами.

Призначення планарних правил

1. Планарні правила використовуються для побудови об'єктів окремо від оцифрованих ліній. Точний і несуперечливий підхід до моделювання семантики об'єктів поза точками і лініями, що їх описують.

2. Прості планарні правила дозволяють автоматично виправляти деякі помилки, що виникають при оцифруванні.

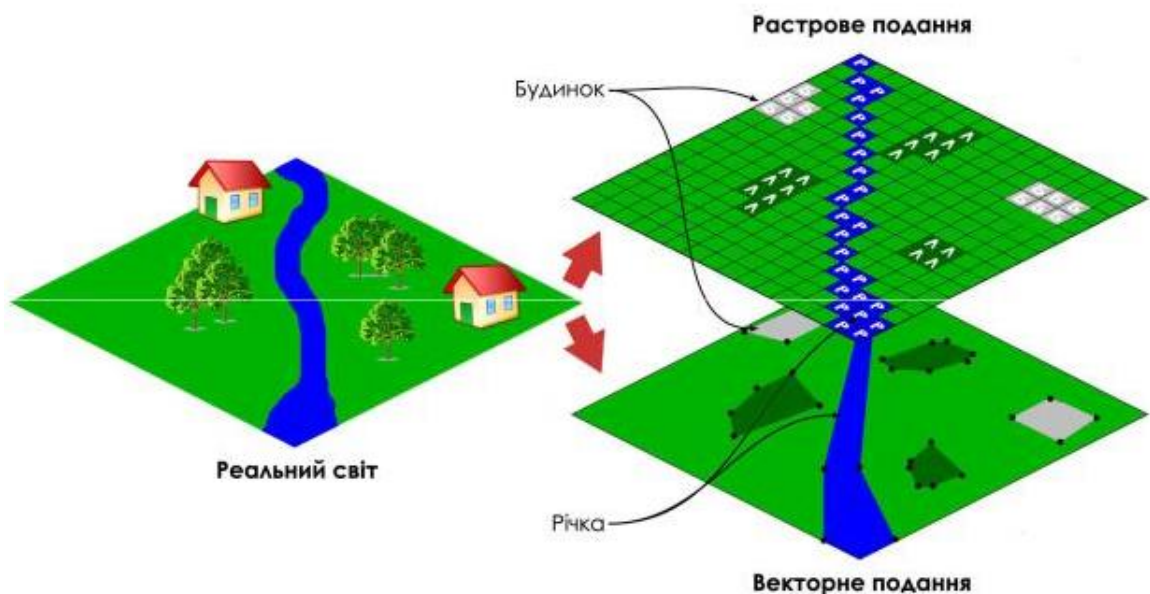
3. Часто бувають необхідні при імпорті з інших геоінформаційних систем. Наприклад, якщо формати баз даних двох систем несумісні, то дані можуть бути передані без топології, яка згодом відновлюється при допомозі планарних правил.

Відображення векторних даних і запити

Об'єкти, що зберігаються в просторовій базі даних, можуть бути відображені на дисплеї комп'ютера по їх точках і дугах. Атрибути і типи об'єктів показуються з використанням кольорів, стилів ліній і шаблонів заливки.

Часто буває необхідно вибрати за якоюсь ознакою і відобразити частину інформації, що зберігається в просторовій БД. Наприклад, вивести на дисплей шар промислового використання земель на топографічній основі.

Деякі ГІС використовують для вибірки мови запитів SQL.



Модель даних растрових ГІС

Растрова модель описує характер досліджуваного географічного явища на всій території і генералізує реальний мир. Растрова модель представляє навколишній світ у вигляді регулярної мережі чакрунків.

Растрова модель є найпростішою з поширених моделей просторових даних.

Растр - набір даних, що мають географічний характер, значення яких організовані в прямокутний масив об'єктів.

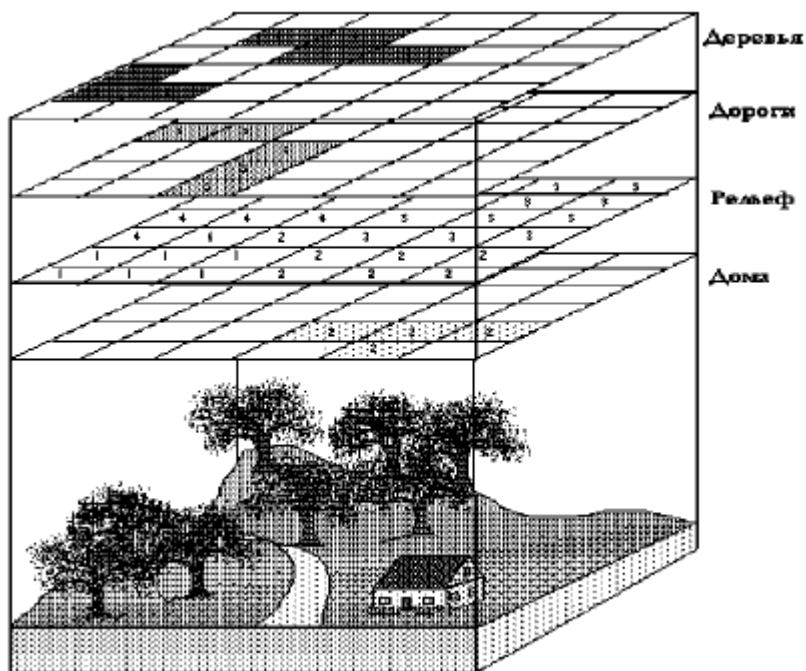


Рис. 2 Растрова модель даних

Характеристики растрових шарів

Дозвіл растрового шару можна охарактеризувати як мінімальний лінійний розмір найбільш дрібної частини географічного простору, для якого в шарі записуються дані. У загальному випадку ця частина прямокутна, але найчастіше - квадратна.

Орієнтація шару - кут між дійсною географічною північчю і напрямом, заданим лінією стовпців растру.

Зона растрового шару - безліч дотичних кліток растру, що мають однакове значення. Не всі растрові карти містять зони - якщо клітки шару містять значення безперервно явища, що змінюється в просторі, цей шар не міститиме зон.

Значення чарунок - інформація, що зберігається в шарі, про географічне явище по рядках і стовпцях. Чарунки, що належать одній зоні, мають однакові значення.

Місцеположення визначається впорядкованою парою ординат (номером терміни і стовпця чарунки). Звичайно відомі реальні географічні координати декількох кутів растрового зображення.

Вибірка значень чарунків і топологія растрової моделі

Значення чарунку може вибиратися одним з трьох способів:

- значення агрегується по всіх точках простору, що покриваються чарунком;
- значення вибираються з точки, яка знаходиться в центрі чарунку;

- значення вибираються з точок, співпадаючих з вузлами мережі.

Коли дані поступають із стороннього джерела, буває важко визначити, яким з трьох способів вибрані значення чарунків. Проте прийнято вважати, що для даних дистанційного зондування як стандартний прийнятий перший спосіб, а для цифрових моделей місцевості - другий або третій.

Між другим і третім способом вибірки немає принципових відмінностей, але існує небезпека переплутати відповідність номерів рядків і стовпців растру реальним місцезонаженням в просторі. Якщо в растрі є m стовпців і n рядків, то при використанні другого способу є nm центральних точок, а при використанні третього способу - $(n+1)(m+1)$ кутових точок.

Відмінності між способами вибірки значень чарунку іноді ігноруються, і растр розуміється просто як масив чарунків.

Растрові шари

В більшості випадків з чарунком растру зв'язано тільки одне значення. Сукупність цих чарунків із зв'язаними значеннями утворюють растровий шар. База даних може містити декілька таких шарів, але вони повинні бути ідеально вирівняні. Кожен шар повинен бути сумісний з рештою шарів. У всіх шарах повинна бути однакова кількість рядків і стовпців, і вони повинні відображати одне місцезонаження в просторі.

Типи даних чарунків. Типи значень, що містяться в чарунках, залежать як від типу модельованої географічної сутності, так і від використаного програмного забезпечення ГІС.

Різні системи дозволяються використовувати різні класи значень: цілі числа, дійсні числа, строкові значення. Більшість систем, що працюють з растровими зображеннями, використовують для значень чарунків тільки цілі числа.

Цілі значення часто використовуються як коди, що ідентифікують клас чарунку території, що покривається:

2	2	2	2	2	0 – Немає об'єктів
1	1	2	2	2	1 – Сільськогосподарські землі
1	1	3	3	3	2 – Ліси
1	1	3	0	0	3 – Автодороги

Рис. 3 Кодування класів цілими числами

2. Функції аналізу у векторних ГІС

Функції аналізу у векторних ГІС відрізняються від функцій аналізу растрових ГІС. Є більше можливості для роботи з окремими об'єктами; у різних обчисленнях, наприклад, обчисленнях площ об'єктів, використовуються координати об'єктів замість підрахунку кількості чакрунок у растрових ГІС. Це обумовлює велику точність обчислень.

Деякі операції виконуються швидше (пошук оптимального шляху в дорожній мережі), а деякі - повільніше (комбінування шарів, розрахунок буферних зон).

Накладення шарів

Уявимо, що декілька шарів мають побудовану топологію (потрібну в багатьох ГІС, хоч і не у всіх). Коли два шару комбінуються (поєднуються), результат також повинен задовольняти умовам планарних правил. Для цього знаходяться всі перетини ліній, і на кожному перетині створюється новий вузол. Наприклад, пряма, що перетинає опуклий площадковий об'єкт, ділить його на два полігони.

Топологічне накладення - загальна назва для комбінування шарів з використанням побудованої топологічної моделі. Для карти, що вийшла в результаті комбінування шарів, топологічні зв'язки оновлюються.

Для накладення шару точкових об'єктів на шар площадкових об'єктів використовується відношення «міститься в». Результатом такої операції є новий атрибут для кожної точки, наприклад, комбінування шару будинків і плану земель дає місцевість, в якій міститься кожен будинок (Рис.4).

При накладенні полігонів їх межі розбиваються на кожному перетині об'єктів.

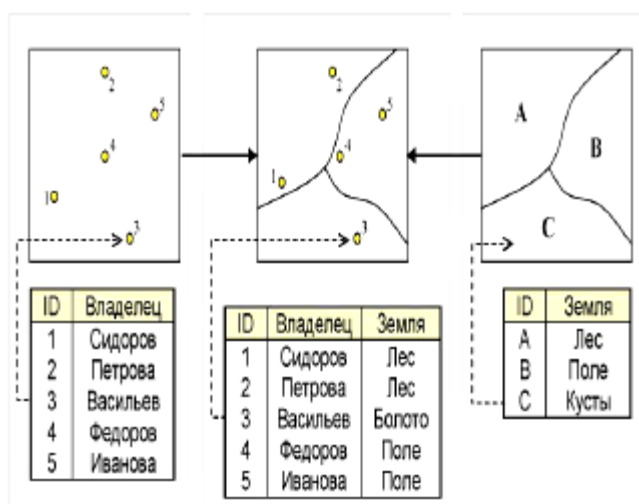


Рис. 4 Комбінування шару точок і полігонів

Накладення лінійних об'єктів на площадкові також використовує відношення “міститься в”. Лінії розриваються у кожному їх перетині з межею полігону. Кількість ліній в результаті цієї операції стає більше.

Полігон, що містить лінію, стає новим атрибутом кожної лінії.

Наприклад, потрібно визначити район, по якому проходить кожен сегмент шару дороги(Рис.5).

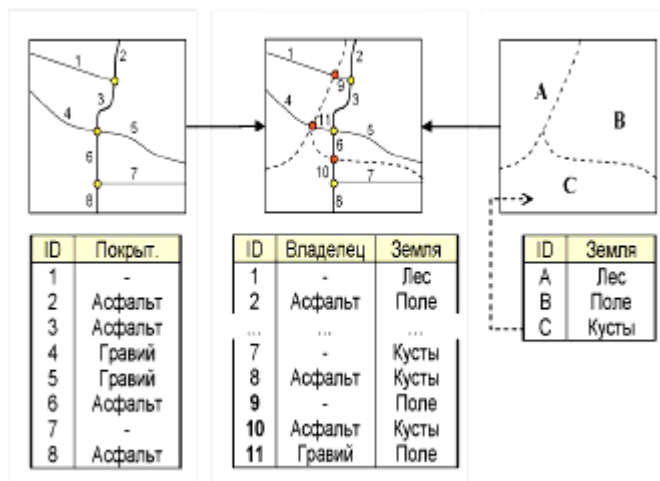


Рис. 5 Комбінування шару ліній і полігонів

Резюме

■ Векторні просторово-розподілені бази даних бази використовують точкові, лінійні і полігональні об'єкти для представлення географічної сутності.

■ Топологічні відносини між об'єктами можна описати в рамках топології «вузол-дуга» за допомогою вузлів, дуг і полігонів.

■ Вузли, дуги і полігони описують 0-, 1-, 2-мірна суть навколишнього світу.

■ Після створення або редагування об'єктів топологія кожного разу повинна бути побудована за допомогою планарних правил

■ Функції аналізу у векторних ГІС відрізняються від функцій аналізу растрових ГІС – дають більше можливості для роботи з окремими об'єктами.

Практичне використання растрових даних

Багато додатків в ГІС використовують для своїх завдань растрові зображення. Дисплей комп'ютера відображає цифрові карти в растровому вигляді, цифрові камери використовують растрові матриці, зображення в WEB також растрові (є на увазі HTML).

Для зберігання растрів в комп'ютері існує безліч стандартів. Деякі з них, наприклад, geoTIFF, є навіть просторово-кодованими.

Деякі види просторово-розподілених даних, такі як цифрові моделі місцевості і дані дистанційного зондування, поступають завжди в растровому вигляді.

3. Просторовий аналіз в растрових ГІС

Аналітичні можливості растрових моделей. При використанні растрової моделі даних часто втрачаються деталі. Але растрова модель має могутні аналітичні можливості, і цю перевагу набагато значніше, ніж недолік точності представлення просторових даних. Для складного маніпулювання растром на локальному, фокальному, зональному рівнях, для опису характеристик растрів, для пошуку взаємозв'язків використовуються вбудовані ГІС математичні функції і оператори.

Опис характеристик растру. При роботі з растровими просторово-розподіленими даними дуже важливо мати процедури автоматичного опису змісту растрового шару. Зокрема, для одного шару, а також для будь-якої зони шару може бути обчислений статистичний опис, який включає середнє значення, медіану, найбільш значення, що часто зустрічається, дисперсію і інші статистичні характеристики. Для декількох шарів може бути проведене їх статистичне порівняння, наприклад, як класи пікселів одного шару пов'язані з класами пікселів іншого шару. Це може бути зроблене за допомогою регресійного або дисперсійного аналізу.

Локальні операції. Локальні операції створюють новий растровий шар з одного або декількох вхідних шарів. Значення чарунку нового шару залежить тільки від значень чарунків вхідних шарів, що мають ті ж растрові координати. Звернете увагу, що застосування арифметичних операцій вимагає наявності відповідної шкали вимірювань. Якщо значеннями чарунків є коди класів, безглуздо застосовувати до них математичні або статистичні функції.

Зональні операції. Растрову модель просторово-розподілених даних можна використовувати для представлення однорідних зон або класів майже також, як це робиться за допомогою полігонів. Зональні операції використовуються для аналізу цих зон.

Операції виявлення зон. Шляхом аналізу суміжних кліток растрового зображення визначаються всі зони, що мають однакове значення. Кожній такій зоні привласнюється унікальний номер.

Площа, периметр зони. Для кожної зони обчислюється площа або периметр і обчислене значення привласнюється кожній чакрунці растру замість номера зони. Інший варіант - формується таблиця, в якій для кожного номера зони указується площа і периметр.

Периметр обчислюється шляхом підсумовування довжин меж зовнішніх пікселів зони. Точність обчислень площі і периметра сильно залежить від орієнтації зони.

Також можуть обчислюватися відстань пікселів від межі зони, визначатися форма зони. Остання операція виконується порівнянням периметра зони і квадратного кореня з її площі. Якщо їх відношення розділити на 3,54, ми одержимо число, що змінюється від 1 для кіл (найбільш компактна форма розміщення пікселів) до 1,13 для квадратів. Більше значення цього числа відповідає більш витягнутим зонам.

Робота з даними висотних відміток

Дані височини є основними компонентами при аналізі ландшафту. Растрові файли височин називаються цифровими моделями височини. Вивчимо підходи до розробки наступних шарів карти з складу первинних даних: височина; нахил; вид; межі водорозділів; розташування каналів; режими вологості.

Первинні дані. Експериментальна база даних представляє дані про височини, як про деяку кількість точок на поверхні даного поля в двох різних типах файлів. Спочатку необхідно провести інтерполяцію серед зареєстрованих точок даних для побудови поверхні височин. З цієї поверхні надалі можна створити інтерпретації, передбачені у вищенаведеному списку.

Побудова DEM. Цифрова модель висот (DEM) є растровим масивом даних височин. У подібній карті, територія розділена на регулярну безліч квадратних кліток. Для побудови DEM з експериментальних точок, необхідно виконати дві основні операції:

- об'єднати всі експериментальні точки в єдиний файл;
- провести інтерполяцію висот серед експериментальних точок і зберегти їх в растровому масиві.

Перша операція нескладна, її результат зображення зміни висот який представлений зміною кольорів.

Можливості інтерполяції

Ландшафти, особливо ті, які підходять для ведення сільського господарства, формувалися протягом тисячоліть, внаслідок руху вод та інших природних факторів. Результатом цього процесу є топографія, що плавно варіюється, з різкими розривами тільки в місцях, що швидко

руйнуються (береги). З математичної точки зору перша похідна математичної моделі ландшафту є безперервною.

Таким чином, відкіс всякого даного місця лише небагато відрізняється від відкосів, безпосередньо примикаючих планів, і ця зміна в укосах по всій території слабо відрізняється. Це є прямим результатом процесу водної ерозії.

Один з математичних підходів до обчислення поверхні, що безперервно змінюється, у складі експериментальних точок називається *splining*. Відомо, що прямі (регресія) лінії не завжди підходять до експериментальних даних. Іноді крива лінія потрібна для більш точного відображення даних. Якщо дані безперервно змінюються вгору і вниз (скажімо, *over time*) ніяке одне рівняння не зможе представити цілу криву. Для інтерполяції даних використовуються пакети ArcView, Digital і ін.

Таким чином *splines* формуються, приєднуючи багаточленне рівняння до відміток даних. Це може бути представлено як еластична поверхня, натягнута на дану територію і сполучена (разом з річками) з відомими оціненими величинами.

- Метою є обчислення височини для центру кожної клітки сітки одержане за допомогою IDW (Рис.3).

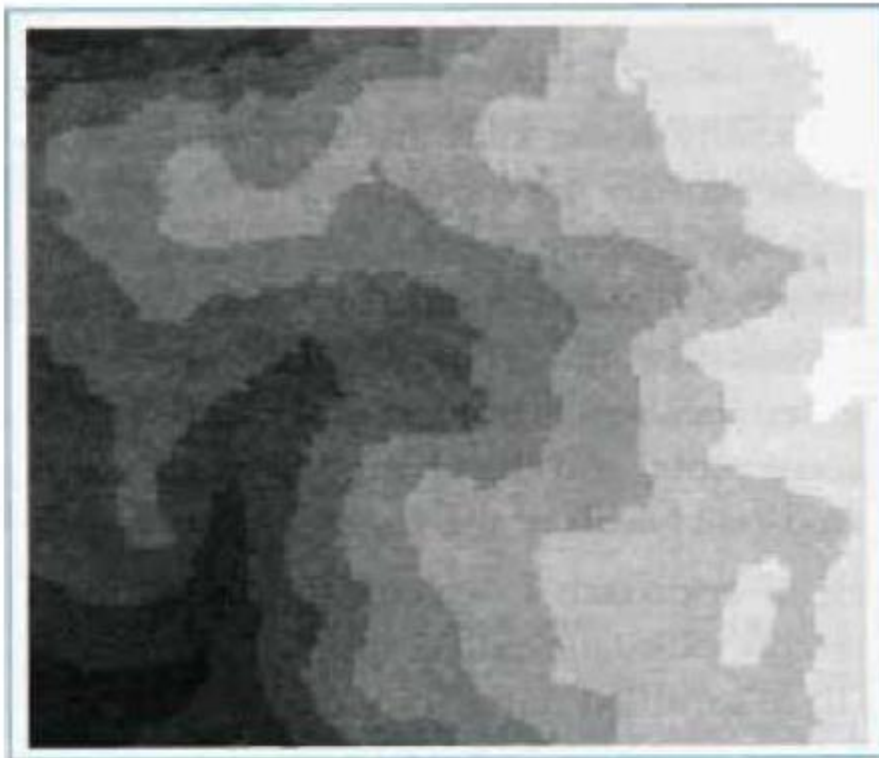


Рис. 6 Цифрова модель височини з IDW

Для побудови карти використовували наступні параметри:

- Карта: Об'єднаний файл точок височини.
- Метод: IDW.

- Z величини поля: височина.
- Радіус (для вибраних точок): метрів.

Можливості ГІС при аналізі даних в агросфері

Імпорт даних - Більшість наших даних локального сільського господарства доступні у файлах ASCII, які необхідно інтерпретувати і переформатувати у файли ГІС. Використання ArcView, Digital, дає можливість створення програмних операторів, які імпортують необхідні дані.

Робота з системами координат і проекціями – Всі координати широти/довготи вимірюються з використанням супутників GPS. Це забезпечує повноту даних. Але ГІС досить добре обладнана для змішування різних даних з найширшого спектру координатних систем і проекцій.

Інтерполяція даних - конверсія даних, яка пов'язана з точками проведення вимірювань до створення повноцінної карти.

Візуалізація - Можливість ГІС полягає у відображенні цифрових карт так, щоб їх можна було легко інтерпретувати. Вся графіка даного тексту створюється в ГІС і експортується як графічні файли для взаємодії з текстовим документом. Існує можливість змінювати розміри, форми, і кольори символів точок, кольори і лінії форм, і кольори даних в растровому форматі.

Ми легко можемо проаналізувати дані, представлені в двовимірному і тривимірному просторі. ГІС забезпечує нас найширшим спектром інструментів для візуалізації даних. Ці інструменти дозволяють нам здійснювати наступні дії:

- Показувати один шар даних.
- Вибирати кольори, використані при зображенні карт.
- Вибирати розмір і форму використаних символів.
- Накладати тематичні дані з різних карт.
- Об'єднувати два тематичних шари, використовуючи колір для одного з них, і встановлюючи інтенсивність кольору для іншого.
- Просто накладати тематичні шари.
- Бачити тематичні шари в тривимірному зображенні.

Двовимірна візуалізація - Візуалізація просторових даних завжди була найпоширенішою функцією ГІС. Візуалізація забезпечує повне взаєморозуміння між комп'ютером і людськими здібностями.

Комп'ютер обробляє величезні масиви просторової інформації для того, щоб людина могла легко її інтерпретувати, коли інформація дана у

вигляді зображення. За допомогою збільшення, панорамування, редагування кольорів і вибору інформації для її накладення у вигляді тематичних шарів, збільшуються можливості розпізнавання.

Тривимірні візуалізації - ГІС дозволяє нам вибирати той або інший масив даних для його представлення як височини. Для рівнинних територій та великих фермерських територій ГІС дозволяє збільшувати представлення височин і долин, які ґрунтовно впливають на переміщення води і поживних речовин.

Вибір даних - Основою для аналізу сільського господарства є здатність вибирати і змінювати інформацію. Використовуючи ГІС, ми можемо відбирати дані, вибираючи записи з бази даних, визначаючи територію для аналізу знаходячи записи, які відповідають необхідним математичним умовам. Дані можуть бути відібрані, розсортовані і знов об'єднані з іншими даними.

Статистичний аналіз - ГІС швидко розробляють просторову статистику. Часто подібні розробки виконуються за допомогою програмної взаємодії між ГІС і різними статистичними пакетами.

Наукові дослідження проводяться в багатьох установах для застосування складних статистичних технологій до інтерпретації і аналізу даних локального сільського господарства.

Резюме

Інформація про географічну сутність представлена у вигляді просторових об'єктів, з якими пов'язані атрибутивні дані.

Модель даних задає правила структуризації просторових об'єктів і їх просторових атрибутів; Є два основних види моделей просторових даних - векторна і растрова. Вибір моделі даних залежить від вимог проекту. Як векторна, так і растрова моделі мають приєднані атрибутивні дані, що обробляються як «плоскі» файли, ієрархічні, мережеві і реляційні бази даних. Топологія також визначає структуру просторових даних і є основою для кодування взаємозв'язків між об'єктами в ГІС.

Інформація про географічну сутність представлена у вигляді просторових об'єктів, з якими пов'язані атрибутивні дані.

Модель даних задає правила структуризації просторових об'єктів і їх просторових атрибутів; Є два основних види моделей просторових даних - векторна і растрова. Вибір моделі даних залежить від вимог проекту. Як векторна, так і растрова моделі мають приєднані атрибутивні дані, що обробляються як «плоскі» файли, ієрархічні, мережеві і реляційні бази даних.

Топологія також визначає структуру просторових даних і є основою для кодування взаємозв'язків між об'єктами в ГІС.

Контрольні питання:

1. Надати визначення „Дані”, ”Модель даних”, “База даних”.
2. Надайте визначення „Знання”.
3. За допомогою чого можуть бути представлені в базі даних. просторово - розподілені дані?
4. Три класи баз даних.
5. Переваги реляційних моделей.
6. Просторові відносини між об'єктами в моделі.
7. Переваги реляційних моделей.

Тема 7. ЗАСТОСУВАННЯ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА

- агроекологічна оцінка ґрунтів
- аерофотозйомки і дистанційне зондування Землі
- застосування системи локального землеробства;

1. Агроекологічна оцінка ґрунтів

Ґрунт – природно – історичне орґано – мінеральне тіло, що утворилося на поверхні земної кори і є осередком найбільшої концентрації поживних речовин, основою життя та розвитку людства завдяки найстарішій своїй властивості – родючості (Закон України „Про охорону земель”).

Ґрунт - це тонкий верхній шар земної кори, який виник внаслідок його перетворення під впливом води, повітря, організмів і має природну родючість (Современная украинская энциклопедия).

Ґрунти складаються з твердої, рідинної (ґрунтової вологи) та газоподібної (ґрунтового повітря) частин, рослин, тварин, мікроорґанізмів і є однією із складових біосфери, базовим компонентом будь-якого ландшафту. Функціонування ґрунтів – значно впливає на стан ландшафтів і біосфери в цілому, а через них – на якість середовища існування населення. Крім того, ґрунтовий покрив є основою сільськогосподарського виробництва, визначаючи у багатьох випадках регіональну специфіку землекористування.

Ґрунти – багатofункціональні системи, що мають важливе екологічне значення. Вони виконують функцію середовища існування, акумулятора і джерела речовини та енергії для організмів, проміжного ланцюга між біологічним і геологічним кругообігами, захисного бар'єра та умови нормального функціонування біосфери в цілому тощо.

Названі функції ґрунтів утворюють їх екологічний потенціал.

Агроекологічний потенціал

Агроекологічний потенціал (АП) – здатність ґрунтів виконувати функцію сільськогосподарських угідь, створювати оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських рослин, а також підтримувати екологічну рівновагу в агроландшафтах і природному середовищі. АП визначається за показниками, що характеризують: потужність гумусного шару ґрунту; вміст поживних речовин (фосфор, калій); рівень і мінералізацію ґрунтових вод; біотичний потенціал або біопродуктивність земельних угідь (середньорічне продуктивне зволоження, період вегетації, середньорічний радіаційний баланс); стійкість ґрунтів до забруднення (суми активних температур, крутизна схилів, кам'янистість, структурність, питомий опір,

механічний склад, вміст гумусу, тип водного режиму, реакція рН, ємність іонів, залісненість, розораність, господарська освоєність); забрудненість радіонуклідами (цезій, стронцій, плутоній, америцій), важкими металами (валовий вміст у ґрунті бору, молібдену, марганцю, цинку, кобальту, нікелю, міді, хрому, свинцю та інших), пестицидами і мінеральними добривами з урахуванням природних особливостей ґрунтів; несприятливі природно-антропогенні процеси (ступінь ураженості територій яружною і площинною ерозією, зсувами, суфозією лесових порід, дефляцією, карстом, селями, засоленням, підтопленням, просіданням і зсувами над гірничими виробками тощо).

Розглянемо основні складові агроекологічного потенціалу ґрунтів України. За даними Держкомстату України, на початок 2000 року земельний фонд держави становив 60,4 млн. га. Сільськогосподарські землі займають 72% території, з них сільськогосподарські угіддя – 69,3, у тому числі рілля – 54,4, перелоги – 0,4, багаторічні насадження – 1,6, сіножаті – 3,8, пасовища – 9,1%. Лісові та інші насадження складають 17,2%, заболочені землі – 1,6, відкриті землі без рослинного покриву – 1,8, землі, вкриті водою – 4,0%.

Сучасний стан використання земельних ресурсів України

Внаслідок проведення земельної реформи у державній власності залишається 29,7% сільськогосподарських угідь, які використовуються переважно для забезпечення наукової діяльності, з навчальною метою, а також для насінництва. Реорганізовано понад 10 тис. колгоспів, створено 42 тис. фермерських господарств, сформовано понад 11 млн. власників особистих підсобних господарств, присадибних ділянок, садів.

Сучасне сільськогосподарське виробництво характеризується невизначеністю у співвідношенні між сільськогосподарськими угіддями, незбалансованістю біохімічних речовин і енергії в агроландшафтах, недосконалістю протиерозійних систем охорони ґрунтів та моніторингу земельних ресурсів. Назване зумовлює не тільки зниження потенційної родючості ґрунтів, але й порушення екологічної стійкості навколишнього середовища, зниження продуктивності сільськогосподарських угідь. За сучасних умов землеробства щорічні втрати гумусу становлять 600-700 тис.т, а поживних речовин – 100 кг/га і більше. Наприклад, чорноземи України, що складають майже 8,5% світових запасів чорноземних ґрунтів, колись містили до 8-10% гумусу. За авторитетними свідченнями вчених, наші чорноземи втратили за останні 100 років 25-30% гумусу і 20-30% своєї родючості.

Погіршуються також водно- і агрофізичні властивості ґрунтів. Особливо негативно впливають на стан агроландшафтів розораність сільськогосподарських угідь, несприятливі природно-антропогенні процеси, техногенні викиди промисловості, забрудненість радіонуклідами і пестицидами тощо. Згідно з чинними нормами, площа розораності земель у загальній площі на рівні 60-80% вважається несприятливою, 25-60 – умовно сприятливою і менше 25 – сприятливою. Оптимальну оцінку розораності земель мають незначні території, переважно в Українському Поліссі, гірських районах Карпат і Криму. Нині в Україні є надзвичайно високий рівень розораності території: тільки близько 8% площі (5 млн. га) знаходиться у природному стані (болота, озера, ріки, гори). Сільськогосподарська освоєність земельного фонду становить 72,2% суші, зокрема розораність складає 57,3%. Найвищу сільськогосподарську освоєність території мають землі Запорізької (88%), Миколаївської (87), Кіровоградської (86), Дніпропетровської, Одеської (по 83) та Херсонської (82%) областей. Дещо нижча вона в лісостепових областях, у півтора – два рази менша в межах Полісся.

Розораність земель в Україні є найвищою в світі. Для порівняння: в США розораність території становить 19%, Франції і Німеччині – 33, Італії – 31%, тобто мають сприятливі та умовно сприятливі характеристики. Висока розораність небажана з економічної і екологічної точок зору, адже вона різко знижує природний потенціал території, робить її одноманітною, а господарство – вузькоспеціалізованим.

Таким чином, сучасне використання земельних ресурсів України не відповідає вимогам раціонального природокористування, а саме: порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, багаторічних насаджень. Це також негативно впливає на стійкість природних ландшафтів до техногенного навантаження.

Несприятливі природно - антропогенні процеси*

Несприятливі природно-антропогенні процеси – це зсуви, ерозія, суфозія, дефляція, карст, селі, засолення, підтоплення, просідання тощо. За 1960-1996 роки кількість випадків прояву небезпечних процесів зросла в середньому у 3-5 разів. На 80% міських територій спостерігається прояв близько 20 видів небезпечних для населення природно-антропогенних процесів, серед яких загрозливими залишаються підтоплення, зсуви, абразія, карст. Найбільше вони відбуваються у Волинській, Тернопільській, Хмельницькій, Вінницькій, Одеській, Херсонській областях України та Автономній Республіці Крим. У 2240 населених пунктах України підтоплюється 800 тис. га земель, а в 200 – відбуваються зсуви і карсти.

В Івано-Франківській і Закарпатській областях, Автономній Республіці Крим на 70% гірських водозаборів, переважно в низькогір'ї, розвинуті селеві процеси. В Україні ними уражено 3-25% території.

Водною та вітровою ерозією охоплено понад 17,0 млн.га сільськогосподарських угідь, або 40,9% їх загальної площі. Найбільше еродовано ґрунтів у Донецькій (70,6%), Луганській (62) і Одеській (56) областях. Еродовані землі включають 4,7 млн. га середньо- і сильно змитих, у тому числі 68 тис. га таких, що повністю втратили гумусний горизонт. Загалом в Україні щорічне збільшення площі еродованих земель складає в середньому близько 80-120 тис. га. Економічні збитки тільки через ерозію ґрунтів перевищують 9,1 млрд. гривень.

Ще більш небезпечною є яружно-лінійна ерозія ґрунтів. Лінійний розмив руйнує не тільки ґрунт, а й весь природний комплекс. У процесі утворення яружно-балочних систем з обороту вилучаються величезні площі сільськогосподарських земель. З розвитком ярів знижується рівень підґрунтових вод, землі стають непридатними для житлового, промислового і шляхового будівництва. Одним з найбільших лих після ерозії ґрунтів є, мабуть, їх вторинне засолення, головна причина якого – незбалансоване зрошення. Ерозія та вторинне засолення ґрунтів призводять до опустелювання земель. На зрошуваних землях урожайність спочатку значно підвищилась, але згодом вони стали непридатними через "білу отруту". Так називають місцеві жителі сіль, якою забиті всі пори ґрунту і його поверхня внаслідок випаровування мінералізованих ґрунтових вод. Саме тому деградують і втрачають родючість зрошувані землі.

Зокрема, на 80% зрошуваних площ відбувається процес техногенного підтоплення; 14% від загальної площі поливних земель піддаються ерозії; 5 – перезволожуються, 7,7 – складають ґрунти з підвищеною кислотністю; ураженість процесами вторинного засолення ґрунту складає 11-25%.

До масового зрошення на значних територіях росли дикі трави, чагарники, на розумно зрошених землях була постійно висока врожайність полів і садів. Нині через перезволоження, надлишок води в ґрунтах, їх засоленість гинуть дерева, поля, сади, виноградники. В найближчих до полів селах вода заливає погребі, значно погіршується стан питної води, особливо навколо Північно-Кримського, Каховського, Інгулецького та Краснознам'янського магістральних каналів.

Негативні наслідки має також осушення ґрунтів в Поліссі. Так, 43,2% площі земель з осушувальною мережею мають підвищену кислотність; 7,6 – засолені, 10,7 – перезволожені, 12,8 – заболочені, 18,4 – піддаються вітровій і 4,6 – водній ерозій.

Якщо узагальнити всі зміни, то майже на 22 відсотках території України можна спостерігати сильно, дуже сильно уражені та непридатні до повного використання ґрунти. Така ситуація значно погіршує умови проживання і виробничої діяльності населення, особливо негативно впливає на стан його здоров'я. Це вимагає необхідних науково обґрунтованих заходів, спрямованих на підвищення родючості земель та одержання екологічно чистих продуктів харчування. 11.5. Техногенна забрудненість ґрунтів і агроландшафтів.

Техногенна забрудненість ґрунтів залежить від їх типу, кількості надходження промислових відходів, радіонуклідів, пестицидів і мінеральних добрив. Низькобуферні малогумусні дерново-підзолисті ґрунти можуть зазнавати значного впливу забруднюючих речовин. В умовах кислого середовища вони трансформуються у більш рухомі сполуки, мігрують до нижчих шарів і ґрунтових вод. В умовах нейтрального або лужного середовища на високобуферних ґрунтах (чорноземних, темно-каштанових) забруднюючі елементи, як правило, знаходяться в пасивному стані та малодоступні для рослин формі.

Значної екологічної шкоди земельним ресурсам завдає забрудненість ґрунтів викидами промисловості та хімізації в сільському господарстві. У містах загальним джерелом забруднення ґрунтів важкими металами є підприємства чорної та кольорової металургії, легкої промисловості, ТЕЦ. Небезпека забруднення ґрунтів визначається не тільки вмістом важких металів, але й класом небезпеки окремих токсикантів. До першого класу шкідливості відносяться миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор, бензапирен; до другого – бор, кобальт, нікель, мідь, молібден, сурма, хром; до третього – барій, ванадій, вольфрам, марганець, стронцій, їх вміст у ґрунтах може оцінюватися як за валовими, так і рухомими формами елементів. Багато з них можуть призводити до захворюваності людей.

Складний характер має забруднення ґрунтів хімічними засобами захисту рослин. Зменшення у кілька разів обсягів використання пестицидів в останні роки хоча і сприяло зниженню забруднення ґрунтів та сільськогосподарської продукції отрутохімікатами, але ситуації суттєво не змінило. Це обумовлене тим, що залишкова кількість пестицидів знаходиться в ґрунті тривалий час. Чим більше пестицидне навантаження на ґрунти, тим вища їх шкідливість для населення. Пестициди можуть викликати інтоксикацію, алергійні реакції, пониження імунної реактивності, ураження нервової системи, патологічний стан печінки, серцево-судинної системи та інше. Близько 50% загального приросту врожаю забезпечують мінеральні добрива, 25% – технології вирощування. Однак не варто забувати, що

неправильне використання мінеральних добрив – азотних, фосфорних, калійних, комплексних та інших – супроводжується небажаною побічною дією: в забрудненні природного середовища і пояснюється незбалансованим використанням добрив, відхиленням від норм їх внесення. Деякі види мінеральних добрив можуть сприяти підвищенню кислотності ґрунтів, накопиченню в них небезпечних залишків. Відомо, що рослини засвоюють лише 50% азотних та 10-20% фосфорних добрив, решта – вимиваються атмосферними опадами. При неправильному використанні мінеральних добрив у природному середовищі може накопичуватися у підвищених кількостях азот, фосфор, калій. Це призводить до підкислення ґрунтового розчину, забруднення ґрунтових вод у результаті фільтрації добрив (особливо азотних), підвищення вмісту нітратів, сульфатів, хлоридів у колодязній воді, накопичення залишкових запасів нітратного азоту в продукції рослинництва, забруднення водосховищ, річок залишками добрив внаслідок процесів ерозії тощо, що завдає шкоди здоров'ю людей, тварин, рибному господарству.

Протягом останніх 30-40 років агроландшафти України постійно зазнавали різних видів радіаційної забрудненості – атмосферних викидів радіонуклідів внаслідок випробування ядерної зброї, відходів при переробці сировини на підприємствах ядерно-паливного циклу тощо. До 1986 року радіаційний стан на території України визначався переважно такими радіонуклідами як калій-40, радій, торій і лише частково стронцієм – 90 і цезієм – 137.

Крім того ґрунт – це специфічний компонент біосфери, оскільки він не тільки геохімічно акумулює компоненти забруднень, а й виступає в якості природного буферу, який контролює міграцію хімічних елементів та сполук в атмосферу, гідросферу та живу речовину.

Проблема забруднення ґрунтів є вельми актуальною і стала предметом досліджень багатьох вчених – екологів, геохіміків, ґрунтознавців, меліораторів, землевпорядників, агрономів.

Програмне забезпечення ГІС при діагностуванні агроекологічного стану ґрунтів і ландшафтів

Для діагностування агроекологічного стану ґрунтів і ландшафтів, прийняття оптимальних екологічних і економічних управлінських рішень виникла необхідність застосування сучасних ефективних засобів, за допомогою яких істотно можна прискорити вирішення проблем екології

ґрунтів. Одним з таких засобів є застосування геоінформаційних систем (ГІС).

Перш за все – це використання різноманітного програмного забезпечення (програмні пакети Arc View, Map Info, Arc Info, Digital) у ґрунтознавстві, для діагностування агроекологічного стану ґрунтів що дозволяє в значній мірі прискорити процес обробки великої кількості інформації та її графічного відображення.

Однією з основних переваг використання даного програмного забезпечення є те, що за його допомогою набагато ефективніше вирішуються задачі виявлення, аналізу та прогнозування напряму розвитку закономірностей у процесах сучасного ґрунтоутворення.

Слід зазначити, що підхід в діагностуванні рівня токсичності елементів та сполук в ґрунтах при вкрапленому введенні інформації був запропонований ще у 1956 році академіком Ковдою В. А., а реалізований він був дещо пізніше, в методиці картографування ґрунтів. Це відбулось при обстеженні території СРСР на масову долю рухомих форм мікроелементів у ґрунтах Європейської частини держави. В якості картографічної основи при цьому були використані ґрунтові карти масштабів 1: 5000000 та 1: 10000000. Вказаний підхід був єдино вірним, адже більш якісної картографічної основи на той час не існувало. При обстеженні застосовувались методи інтерполяції та екстраполяції (при недостатній кількості точок та нерівномірному їх розташуванні). За результатами досліджень були створені відповідні картосхеми вмісту мікроелементів на вказаній території.

Сьогодні, при застосуванні ГІС - технологій, ми маємо якісну картографічну основу – геодезичну. При наявності її в електронному вигляді – переваги очевидні, окрім графічного відображення ситуації є можливість отримати додатково необхідну інформацію, таку як площа території за агроекологічними класами, відстань між межами класів в лінійних одиницях (м, км) тощо. Крім того, при необхідності, можливо створити картосхеми, що містять інформацію про територіальну розміщеність елементів та сполук у ґрунтах водночас за кількома параметрами. Тобто, якщо ми маємо регіон з перевищенням ГДК за вмістом у ґрунті кількох елементів (за кожним окремо), то можливо легко визначити райони, де має місце перевищення ГДК в сукупності за кількома окремими елементами шляхом нашарування растрових або растрово – векторних моделей масової долі в ґрунтах окремих елементів.

Таким чином, застосування ГІС – технологій є дуже важливим для визначення екологічно небезпечних регіонів, проведення агроекологічного моніторингу, діагностування та складання картосхем ґрунтів тощо.

2. Аерофотозйомки і дистанційне зондування Землі

Аерофотозйомки, опора багатьох видів просторового аналізу, має давню традицію використання для оцінки і управління лісами, водними об'єктами та іншими природними ресурсами, оскільки фотографії дозволяють аналітикам охоплювати великі ділянки землі одним поглядом. Ґрунтознавці використовують ці фотографії для розпізнавання невеликих змін типів ґрунтів на великих площах, а також як основу для ґрунтових карт. Фахівці з урбаністики використовують їх для оцінки величини населення через підрахунок житлових будівель при відомому середньому числі жителів на одну будівлю. Геологи давно вже використовують аерофотозйомки як джерело інформації про просторовий розподіл форм рельєфу, а також глибинних феноменів, таких як соляні куполи і зони розломів.

Кольорова спектрозональна плівка, спочатку названа плівкою виявлення маскування, була розроблена в значній мірі за участю військових. На літаках встановлюються і інші, більш екзотичні прилади, такі як радары бічного огляду (side-looking airborne radar (SLAR)), скануючі радіометри (scanning radiometers), цифрові відеокамери і цифрові фотоапарати. Таким чином, використання аерофотозйомки як засобу збору географічної інформації давно існує і все ще актуальне для невеликих площ. Для великих територій, таких як цілі країни, витрати засобів і часу дуже великі. Проте, великі площі можуть досліджуватися іншими методами, багато з яких реалізовані за допомогою супутників, що літають за сотні і тисячі кілометрів від земної поверхні.

Велика відстань між чутливим приладом і його об'єктом дозволяє супутникам оглядати великі площі одночасно, оскільки супутникові прилади дистанційного зондування обертаються навколо Землі, вони здатні зібрати інформацію майже про всю планету. Як вказувалося, є широкий діапазон зондуючих пристроїв, кожен зі своїми спектральними, часовими і просторовими характеристиками.

Деякі супутники створені для спостережень за погодою, інші можуть "бачити" і наземні об'єкти. Супутникові камери дальнього інфрачервоного діапазону, дозволяють геологам виявляти гарячі точки і передбачати вулканічну активність. А прилади супутників що знаходиться на високій орбіті (10-20 тис.км), дозволяють побачити відразу поверхню цілої півкулі планети.

Дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) не є безпосередніми.

Аерофотозйомки, радари і цифрові знімки дистанційного зондування надають уявлення про загальну ситуацію на поверхні Землі. Хоча інформація ДЗЗ не містить, типів рослинності або видів людської діяльності, аналітики можуть використовувати ці дані як непрямі ознаки того, що реально знаходиться та відбувається на визначених ділянках поверхні планети. В більшості випадків ці дані повинні бути оброблені фахівцями, досвідченими в їх дешифруванні, перш ніж категорії об'єктів будуть адекватно встановлені.

Область супутникового дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) завдяки впровадженню нових систем з чутливими пристроями, або сенсорами, все більше розширює сфери його застосування і є перспективним напрямком в управлінні агро екосистемами та агросферою.

3. Застосування системи локального землеробства

Застосування системи локального землеробства на сьогодні розповсюджується дуже швидко. Наукові установи АПК розробляють та надають користувачам технології локального землеробства.

Мета застосування системи локального землеробства – надати оцінку потенційної продуктивності сільськогосподарської ділянки та визначити заходи щодо її ефективного використання, на основі комбінування гідрогеолого-меліоративного стану ґрунту і агроландшафту, вмісту поживних речовин, агрокліматичної характеристики регіону і можливостей її власника. Проблема вирішується за допомогою адаптації інформаційно-консультативних систем із застосуванням ГІС технологій.

Стан вивчення проблеми

В поточний час до розвитку напрямку локального землеробства приєднуються великі господарства і фермери які є виробниками сільськогосподарської продукції, підприємства які виготовляють устаткування, сільськогосподарські консультанти і університети. Цей інтерес був багато в чому викликаний небувалим зменшенням витрат на збір, зберігання і аналіз величезного масиву даних. Наприклад, стеження за історією 10 - гектарного поля вимагає для себе величезну кількість інформації, пов'язаної з рівнем і якістю урожаю, хімічною і механічною обробкою, внесенням добрив, погодою, вологістю ґрунту, витратами і доходами. Для поля розміром в 100 га , його управління з дозволом в 10 га вимагає 16 різних

параметрів даних, кожний з яких пов'язаний з історичною інформацією. Локальне сільське господарство припускає гнучке управління з можливим просторовим дозволом в 20 квадратних метрів. Для подібного дозволу існує вже 6400 параметрів даних на 100 га. При дозволі в 5 метрів кількість параметрів даних на 100 га досягає 100000. Зрозуміло, що для цього потрібна велика вибірковість при збиранні даних, їх зберіганні, і при спробах їх обробки. Потрібна також модифікація сільськогосподарської техніки, так щоб інформація з подібним дозволом могла бути легко одержана і використана при управлінні полем. Вартість необхідного програмного забезпечення для аналізу і зберігання даних помітно знижується. В поточний час програмне забезпечення, що відноситься до аналізу просторово організованих даних стало звичайною справою в міських і регіональних організаціях управління, а саме - застосування географічної інформаційної системи (ГІС). Але ГІС до недавнього часу не торкалась теми сільського господарства. Найбільші витрати при розробці ГІС, як правило, припадають не на програмне або апаратне забезпечення - найбільших витрат завжди вимагав збір даних. За два останні десятиліття вартість збору даних з дозволом, відповідним для проведення моніторингу локального сільськогосподарського підприємства дуже сильно знизилася. Це стало результатом повного здійснення глобальної системи розташування - global positioning system (GPS) і відповідних технічних досягнень, які зробили можливим швидко ідентифікацію всякого місцезнаходження при дозволі менш одного метра.

Глобальна система розташування починалася як підприємство військового призначення, що об'єднала велику кількість всякого роду комерційних додатків. Супутники, обертаючись по орбіті землі на висоті 12000 км, передавали точно встановлені часові сигнали, які давали можливість приймачам точно проводити тріангуляцію їх положення на поверхню землі. Точність всякого приймача заснована на рівні його внутрішніх кодів безпеки і на доступності місцевої підтримуючої станції на землі. Приймачі GPS тепер уже приєднані до тракторів і комбайнів, де потужні комп'ютери збирають просторову інформацію з приймачів про коефіцієнти інтенсивності надходження урожаю, інтенсивності застосування розпилювачів, щільності насаджень. Все це помітно скоротило вартість збирання інформації в системі локального сільського господарства. При всіх цих новітніх технічних досягненнях, основною перешкодою для розвитку локального сільського господарства є, дефіцит добре навчених технічних працівників, що мають досвід роботи з аналізом цих нових і дешевих даних.

Не дивлячись на помітне скорочення вартості збирання даних, розвиток технології локального сільського господарства повинен пройти ще перевірку на ефективність витрат. Можна зібрати багато різної інформації, включаючи, супутникові зображення, рівні висоти, інтенсивність застосування хімічних речовин, вміст поживних речовин в ґрунті, вологість ґрунту на різній глибині, погоду і клімат, дані про шкідливих комах і щільність патогенного заселення, інформацію про бур'яни. Але слід визначити, чи окуповуються витрати на збір цієї інформації, та на скільки ефективно її застосування.

Огляд локального сільського господарства

Системи управління урожаєм і ґрунтом в середовищі локального сільського господарства включають в єдину операційну систему найширший спектр технологічних можливостей, з тим щоб можна було легко зібрати, обробити і розподілити дані (Рис. 1). GPS і GIS, описані вище, є найважливішими нововведеннями для всякого фермера. Подібні засоби допомагають фермеру зібрати, географічно розподілені, просторові інвентарі всіх доступних ресурсів ферми. Наприклад, огляд ґрунту містить безліч детальної інформації, що характеризує даний тип ґрунту. З допомогою ГІС ця інформація може бути використана при формуванні картографічно і географічно розподілених даних про характеристики ґрунту і їх мінливості у межах одного поля. Все це є основним джерелом для кращого уявлення про причини мінливості урожаю в межах одного поля, яке, у свою чергу, призводить до кращого інформаційного забезпечення в процесі ухвалення рішень.

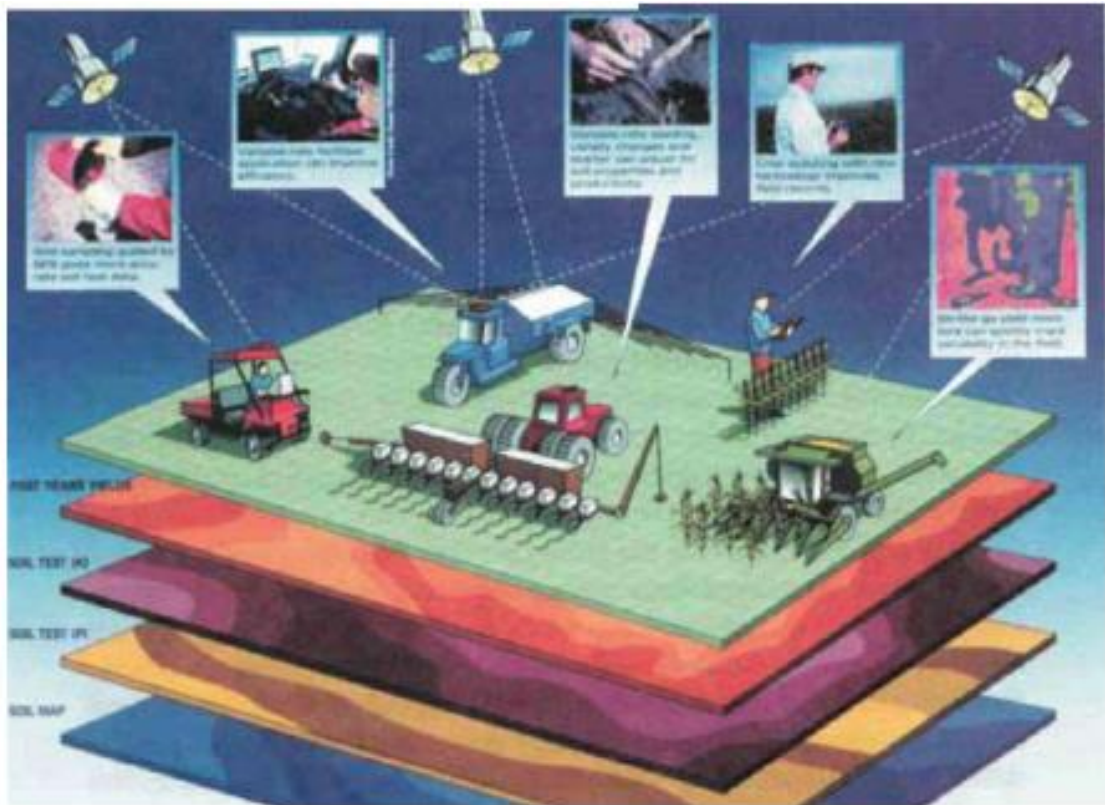


Рис. 1 Використання ГІС на локальній ділянці

Фермери знають, що урожай навіть в районі одного поля може відрізнятися, але поява постійно діючих моніторів, що стежать за урожаєм, вперше використаних у середині 90-х років XX століття, дало фермерам засіб для детального документування просторового розповсюдження урожаю.

За допомогою GIS і GPS дані про урожай можуть бути суміщені з даними оглядів ґрунту, меліоративного стану агроландшафту і іншими географічно співвіднесеними наборами даних, з тим щоб допомогти фермеру і його консультантам краще зрозуміти взаємини між чинниками, що впливають на урожай. Це є найважливішим ступенем для ухвалення управлінських рішень. Найбільша ефективність і прибуток будуть одержана в тому випадку, коли вся зібрана інформація буде включена в роботу ферми.

Системи контролю по зміні складу насіння, добрив, пестицидів і інших умов, відповідно до рекомендацій і управлінського досвіду, тільки зараз починають набувати широкого поширення в сільському господарстві. Все це відкриває для фермерів новий напрям у формуванні і ухваленні управлінських рішень.

Методичні аспекти розвитку локального сільського господарства

Не дивлячись на помітне скорочення вартості збирання даних, розвиток технології локального сільського господарства повинен пройти ще перевірку на ефективність витрат. Можна зібрати безліч різної

інформації, включаючи дані про урожай, супутникові зображення, фотографії з великої висоти, рівні висоти, інтенсивність застосування хімічних речовин, поживний режим ґрунту, вологість ґрунту на різній глибині, погодні умови, дані про шкідливих комах і щільність патогенного заселення, інформацію про бур'яни. Разом з тим, для розвитку цього напрямку досліджень, що спонсорується державою, необхідно визначити які саме дані є найбільш важливими, удосконалити технології аналізу даних, збору даних за великий проміжок часу, встановити пропорцію відносно витрат і прибутку де ефективність повинна зростати. Разом з цими розробками відбуватиметься і збільшення кількості користувачів, що займаються технологіями локального сільського господарства.

Системи управління урожаєм і ґрунтоутворюючими процесами в середовищі локального сільського господарства включають в єдину операційну систему найширший спектр технологічних можливостей, з тим щоб можна було легко зібрати, обробити і розподілити дані GPS і ГІС та застосувати інформаційно-консультативні системи (ІКС).

Адаптація локальної системи землеробства

Адаптація локальної системи землеробства включає в себе кілька етапів. На першому етапі формуються просторові бази даних (ПБД) для управління ландшафтом які формують деякий образ, і

тільки потім починається робота з програмою, оброблені дані використовуються при ухваленні управлінських рішень. Базы даних включають в себе такі основні елементи:

- *Агрокліматичні характеристики та погодні умови.* Зв'язані в часі і просторі дані про температуру і дощ надають можливість побудови моделей випаровування для основних сільськогосподарських культур, які покладені в основу створення комп'ютерних програм оперативного управління режимами зрошення – програми розрахунку строків і норм призначення вегетаційних поливів.

- *Поживні елементи ґрунту.* Рослини, природно, вимагають найширший спектр різних поживних речовин, необхідних для їх зростання. Всі ці поживні елементи включають фосфор, калій, азот, магній, сірку і мікродобрива. Доступність поживних речовин для рослин заснована на хімічній формулі даного елемента і на рухомості форми. База даних розрахована на дані аналізу зразків ґрунту, узятого по сітці з дозволом в один гектар.
- *Гідрологічні умови.* Внаслідок того, що вологість ґрунту має сильну дію на формування урожаю сільськогосподарських культур, необхідні ті шари даних, які сприяють оцінці вологості ґрунту. Якщо в

розпорядженні фермера відсутні карти динаміки вологості ґрунту, можливо оцінити вологість ґрунту за допомогою польових і розрахункових методів.

- *Рівень ґрунтових вод*. Цей показник впливає на сільськогосподарське використання ділянки, на специфіку вирощування сільськогосподарських культур, на можливість застосування зрошення і водовідведення їх режим

- *Історія ділянки (поля)*. Порівнюючи історію урожаю з інформацією про рельєф, поживний режим, щільність травостою, локалізації різних захворювань і популяцій паразитів, можна визначити локальні комбінації, результатом яких буде висока врожайність і як наслідок - прибуток. Ця інформація надає можливість встановити потенційні можливості поля і визначити заходи його ефективного використання. Історія механічної обробки - знання про операції, такі як дискування, оранка і культивація ґрунту може виявитися корисним при оцінці урожаїв і вартості виробництва та подальшого проекту використання поля.

- *Історія хімічної обробки* - дані про застосування засобів для боротьби з шкідниками, хворобами і бур'янами, що дають інформацію про час їх застосування, про самі хімікати і їх концентрацію надають можливість вибору чергової культури для проекту та планування заходів захисту рослин від шкідливих організмів. Райони шкідливих насаджень, хвороб і типів комах - локальні і регіональні джерела комах, хвороб і бур'янів є частиною повноцінної картини стану для управління полем. - *Рельєф*. Вивчаються підходи до розробки наступних шарів карти з складу первинних даних – височина, нахил, вигляд, межі вододілів, розташування каналів, режими вологості.

- *Результати дистанційного зондування Землі*. Дані складатимуться з серій темпоральних зображень, заснованих на даних, зібраних з дозволом в 20 метрів для 10 діапазонів довжини хвилі, заснованих на авіа-приймачах.

Аналіз та обробка даних

На цьому етапі надається оцінка стану ділянки її потенційних можливостей. Слід відзначити, що при встановленні залежності урожаю від показників які впливають на його формування і реєструються в базі даних виникають деякі ускладнення. Внаслідок того, що деякі дані переводяться в растрову форму (з повним покриттям), а деякі дані залишаються у формі точок, можна проводити порівняння трьох типів з'єднання даних: растр з растром, растр з точкою і точка з точкою. В цьому випадку виявляється залежність між інформацією в двох зонах дії. Цей підхід полягає в з'єднанні випадкових точок з деякою кількістю растрових

карт для побудови точкового файлу. Потім використовується версія порівняння двозмінного аналізу (Avenue script) для отримання зображення.

Адаптація інформаційно-консультативних систем

Після встановлення потенційних можливостей поля необхідно визначити заходи його ефективного використання. З цією метою використовуються інформаційно-консультативні системи (ІКС). Для умов зрошення південного регіону України це автоматизована система

„Зрошуване землеробство”. Використовуючи останні дані характеристик поля як вхідну інформацію для системи користувач отримує варіанти вибору чергової культури для проекту. Після вибору культури система пропонує технологічний проект її вирощування. В процесі вирощування сільськогосподарських культур, важливу роль відіграє моніторинг, який надає можливість оперативного управління продукційними процесами за допомогою рекомендацій на проведення агротехнічних заходів, що пов'язане із відхиленнями від нормативних параметрів росту і розвитку рослин.

ГІС для прогнозу урожаю

Для прогнозу врожайності сільськогосподарських культур, моделювання є першочерговим для статистичного аналізу даних локального сільського господарства. Багато десятиліть академічних досліджень фізіології рослин, реакції культур на умови навколишнього середовища, руху води і поживних речовин в ґрунті, дії бур'янів, шкідливих комах і хвороб дали нам можливість визначити закономірності формування урожаю та побудувати моделі прогнозу рівня урожаю. Інформація, що отримана за допомогою ГІС-технологій, є основою для розрахунків можливого рівня урожаю сільськогосподарських культур на конкретному полі.

Доступ до даних ГІС та їх застосування в агросфері

Фермер збирає дані локального сільського господарства, такі як врожайність, практика управління і аналіз ґрунту. Крім цього, при проведенні аналізу врожайності тієї або іншої культури, може виявитися корисним безліч інших даних. Ваш науковий консультант може мати доступ до деяких категорій даних ГІС:

- *Характеристики ґрунту.* Формування врожаю залежить від якості і характеристик поживних речовин ґрунту, її здатності утримувати вологу і від її структури. В даний час розробляються інструменти, які зроблять

можливим брати проби поживних речовин і хімічних властивостей ґрунту безпосереднього з рухомого трактора.

- *Цифрові карти височини.* Вони є основою локального сільського господарства, дозволяють проводити дослідження сонячного освітлення поверхні, яке може передбачити температуру ґрунту. Вони можуть бути використані для визначення напряму потоків води на поверхні, можуть надати допомогу при прогнозі вологості ґрунту.

- *Ортофото.* Це фотографії, які геометрично скореговані, щоб їх можна було використовувати як проекційні карти, ідентичні даній території. Вони є дуже важливими як основа для карт, з якими можуть бути зв'язані інші цифрові карти. Програми ортофото можуть включати одну ферму, господарство, регіон, або державний рівень.

- *Врожайність сільськогосподарських культур та інформаційне забезпечення АПК.* Доступ до даних локального сільського господарства для ферм даного регіону допомагає фермеру і консультантам по урожаю ухвалювати більш інформаційно забезпечені рішення за допомогою порівняння ферми з регіональними стандартами. Програми збирання і аналізу даних локального сільського господарства регіону поки що не існують в завершеному вигляді.

- *Аеро і супутникові зображення.* Дані зображень, якщо вони не дуже дорогі, можуть бути корисними для фермера. Регіональне співтовариство, місцевий університет, місцевий науково-дослідний інститут або дорадчий центр можуть мати програму по збиранню і навіть аналізу регіональних зображень. Така інформація, як величина урожаю, очікувана врожайність, вологість, або ділянки вражені хворобами можуть бути представлені як вторинні продукти зображення.

- *Дороги, канали, магістралі, лінії електропередач і фон використання землі.* Ці відомості, що легко накладаються на карту, можуть бути представлені у формі продуктів цифрової растрової графіки, які є основним стандартом для паперових топографічних карт.

- *Відомості про місцеві атмосферні опади і температуру.* Фермери можуть здійснювати контроль практично за всіма параметрами, виключаючи погоду. Діставши доступ до інформації про погоду в даному регіоні, можна буде передбачати вологість ґрунту, а внаслідок цього, і рівень урожаю. При використанні погодних даних прямо з метеопостів, що знаходяться на фермах, можливо інтерпретувати зображення Doppler радара для встановлення повної кількості опадів на конкретну ферму. Крім цього можуть виявитися корисними інтерполяції між кількома метеостанціями регіону.

Збір додаткових даних

Інформація, яка безпосереднім чином не пов'язана з локальним сільським господарством, але може бути потенційно важливою для нього, також повинна бути прийнята до уваги. Можливо консультант по ГІС зможе влаштувати збори наступних типів даних:

- *Провідність ґрунту.* Провідність ґрунту може бути використана при створенні інформації з високим дозволом, яка дає нам можливість заглянути в структуру місцевого ґрунту, її здібності збереження вологи, можливості ґрунту утримувати хімікати. Рухомі пристрої, обладнані приймачами GPS, запускаються на полі і досліджують електричну провідність ґрунту на різній глибині.

- *Огляди ґрунту високого дозволу.* Звичайні огляди ґрунту рівня господарства можуть виявитися недостатніми для локального сільського господарства. І цілком можливо організувати сучасний огляд ґрунту, зроблений з відповідним дозволом.

- *Дані височини з високим дозволом.* Національні програми або програми регіонів з розвитку цифрових моделей височини, продовжують створювати продукти із звичайним дозволом в 30 метрів та більше. Для локального сільського господарства подібний дозвіл виявляється недостатнім, але його можна використати для вивчення вододілів. Розвиток даних з високим дозволом може бути проведений за допомогою комп'ютерної обробки стереопар фотознімків. Два зображення, узяті з відомих, але різних положень на землі, можуть забезпечити нас тривимірною інформацією, де кожне зображення розглянуто з різного боку. Програмне забезпечення, яке займається подібною обробкою, перетворює ці два зображення на карту височини. Це може коштувати достатньо дорого і його краще всього проводити на рівні району. Для створення цифрової карти височини для кожного конкретного поля, задіюються звичайні огляди для того, щоб зібрати якомога більше даних про вимірювання височини, проведені в різних місцях, з ретельною реєстрацією координат широти і довготи.

- *Вологість ґрунту і рівень ґрунтових вод.* Карти вологості ґрунту і рівня ґрунтових вод важливі нам для встановлення режимів вологості ґрунту і для визначення положення дренажних систем. Карти вологості ґрунту можуть бути розроблені за допомогою безпосереднього відбору зразків вологості ґрунту або за допомогою інфрачервоних фотографій, зроблених з повітря.

- *Знімки, зроблені за допомогою аеросенсорів.* Велика кількість різних аеросенсорів стають все більш доступними по всій країні і по всьому світу для сільськогосподарських цілей. Зображення можуть допомогти встановити

хвороби, вологість, засоленість і вміст поживних речовин в період вегетації з тим, щоб допомогти фермеру ухвалювати своєчасні рішення при господарюванні.

Аналіз даних, отриманих за допомогою ГІС- технологій

Основні інструменти аналізу ГІС, які фермер захоче використовувати, включають: технології просторової інтерполяції; зображення вододілів і водних потоків; накладення карт; можливість встановлювати місцеположення, ґрунтуючись на даних характеристиках; угруповання і трансформація даних; математичне комбінування характеристик ландшафту.

Статистичний аналіз. З ГІС пакетами зв'язані різні рівні статистичних можливостей. Після того, як індустрія ГІС виявила потребу в просторовій статистиці, стали доступними безліч зв'язків між пакетами ГІС і статистичними пакетами.

Обробка зображень. Можливість застосування супутникових та і інших зображень, одержаних з великої висоти може бути дуже корисною. Такі зображення повинні мати просторовий дозвіл зручний для фермера. Міжнародні супутникові програми сильно підвищують частоту зйомок даних, просторовий і спектральний дозвіл даних. Деякі спеціалізуються на збиранні і обробці джерел цих даних для фермерів.

Багато компаній розпочали не тільки аналізувати зображення, але і створювати свої супутникові сенсори та аеро-сенсори для потреб сільського господарства. Підключаючись до безперервного потоку даних, фермер зможе набувати первинні або вже оброблені зображення, які будуть корисними при оцінці стану агро ландшафту і урожаю.

Моделювання. Імітаційні моделі надають можливість фермерам проектувати варіанти рівнів врожайності сільськогосподарських культур на конкретному полі в залежності від прогнозних умов вирощування. Імітаційні моделі, які сьогодні доступні в області сільськогосподарських досліджень включають: моделі поверхні і поверхневої гідрології; меліоративної гідрогеології; моделі формування урожаю, засновані на його фізіології; моделі розповсюдження шкідників і хвороб; моделі щільності хвороб і комах; моделі забур'яненості і площі розсіювання; моделі порівняння рослин з рослинами; моделі ефективності застосування пестицидів.

В міру того, як локальні системи управління впроваджуються в область сільського господарства, управління, організація і інтерпретація даних ставить все нові питання для фермера і його радників. ГІС відкриває нові можливості для визначення просторової різноманітності ресурсів, ведення виробництва, виробничих проблем і врожайності одного поля.

Використовуючи ГІС, можна застосовувати багато інших технологій локального сільського господарства для становлення системи управління урожаєм і родючістю ґрунту, яка може виявитися продуктивнішою, приносити велику вигоду і бути безпечнішою для навколишнього середовища. В процесі перетворення даних в інформацію і врешті-решт в дію, ГІС стає обов'язковим доповненням до набору інструментів фермера в ХХІ сторіччі.

Резюме

Роль ГІС в агросфері і локальному сільському господарстві розвивається, і відповідно, швидко змінюється. Разом з розвитком цієї отрасли знань, що швидко росте, вартість її використання знижується, а прибуток росте. Застосування ГІС технологій та ІКС на локальних ділянках (полях) в умовах зрошення надає можливість стабілізувати виробництво продукції рослинництва в умовах Південного Степу України та значно підвищити ефективність використання зрошуваних земель, що є складовою пріоритетного напрямку – розвитку меліорованих територій.

Контрольні питання:

1. Дайте визначення терміну „Ґрунт”
2. Чому сучасне використання земельних ресурсів України не відповідає вимогам раціонального природокористування?
3. Які Ви знаєте несприятливі природно-антропогенні процеси?
4. До чого може призвести незбалансоване зрошення?
5. Перспективи розвитку напрямку Дистанційного зондування Землі.
6. Мета системи локального землеробства.
7. Роль ГІС – технологій в управлінні локальними ділянками.
8. Який аспект потребує найбільших витрат при адаптації ГІС.
9. Як застосовуються ГІС-технології на локальних ділянках?
10. Від якого показника залежить подальший розвиток застосування ГІС – технологій в локальному землеробстві.
11. Для чого призначена global position system (GPS)?
12. Де можуть розміщуватися приймачі GPS?
13. За рахунок чого виникає економічний ефект при застосуванні GPS?
14. Як збираються дані про стан агроландшафту?
15. Що розуміється під терміном “ Високі технології”. Чи належать до них ГІС?
16. Як визначити економічну ефективність застосування ГІС-технологій?
17. Чи є ГІС проектами? Назвіть основні переваги ГІС.

Список рекомендованої літератури

1. Морозов В.В., Лисогоров К.С., Шапоринська Н.М. Геоінформаційні системи в агросфері: Навч. посібник.- Херсон, Вид-во ХДУ, 2007 - 223 с.
2. Світличний О.О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: Навчальний посібник. –Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 295 с.
3. Саржанов О.А. Геоінформаційні системи. Апаратне забезпечення геоінформаційних систем і технологій: Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи. - Суми, 2014. - 36с.
4. Саржанов О.А. Геоінформаційні системи. Програмні засоби для роботи з просторовими даними: Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи. - Суми, 2011. - 12с.
5. Саржанов О.А. Геоінформаційні системи. Комерційні ГІС пакети: Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи. - Суми, 2011. - 24с.
6. Саржанов О.А. Геоінформаційні системи. Планування ГІС проекту: Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи. - Суми, 2014. - 12с.
7. Саржанов О.А. Геоінформаційні системи. Технологія введення і обробки просторової інформації: Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи. - Суми, 2011. - 12с.
8. Саржанов О.А. Геоінформаційні системи. Подання інформації в ГІС: Методичні вказівки для виконання лабораторної. - Суми, 2011. - 12с.
9. Саржанов О.А. Геоінформаційні системи: Методичні вказівки для виконання самостійної роботи. - Суми, 2013. - 30с.

Саржанов Богдан Олександрович

Геоінформаційні системи

Конспект лекцій

**для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання**

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет,
вул.Г.Кондратьєва,160

Підписано до друку: червень, 2024 р. Формат А5: Гарнітура Times New Roman

Тираж: 100 примірників Замовлення _____ Ум. друк. арк.
