

|                            |   |   |
|----------------------------|---|---|
| Житомирська<br>політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                            | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 1                                     |

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вчена рада факультету гірничої  
справи, природокористування та  
будівництва

\_\_\_ серпня 202\_\_\_, протокол № \_\_\_

---

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ  
з навчальної дисципліни  
«ГЕОІНФОРМАЦІЙНІ ТА КАРТОГРАФІЧНІ СИСТЕМИ»  
для студентів освітнього рівня «магістр»  
спеціальності 184 «Гірництво»  
освітня програма «Маркшейдерська справа»  
освітня програма «Розробка родовищ та видобування корисних копалин»  
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва  
кафедра маркшейдерії

Схвалено на засіданні кафедри  
маркшейдерії

\_\_\_ серпня 20\_\_\_, протокол №  
Завідувач кафедри

---

Розробник: к.т.н., доц. кафедри маркшейдерії Панасюк А.В.

Житомир  
2023

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 2                                     |

## 1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ГЕОГРАФІЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

### 1.1. Поняття про геоінформаційні системи

Географічна інформаційна система або геоінформаційна система (ГІС) - це інформаційна система, що забезпечує збір, зберігання, обробку, аналіз і відображення просторових даних і пов'язаних з ними непросторових, а також отримання на їх основі інформації і знань про географічному просторі.

Вважається, що географічні або просторові дані становлять більше половини обсягу всієї циркулюючої інформації, використовуваної організаціями, що займаються різними видами діяльності, в яких необхідний облік просторового розміщення об'єктів. ГІС орієнтована на забезпечення можливості прийняття оптимальних управлінських рішень на основі аналізу просторових даних.

Ключовими словами в визначенні ГІС є - аналіз просторових даних або просторовий аналіз. ГІС може відповісти на наступні питання:

Що знаходиться в заданій області?

Де знаходиться область, яка задовольнить заданому набору умов?

Сучасні ГІС розширили використання карт за рахунок зберігання графічних даних у вигляді окремих тематичних шарів, а якісних і кількісних характеристик складових їх об'єктів у вигляді баз даних. Така організація даних при наявності гнучких механізмів управління ними, забезпечує принципово нові аналітичні можливості.

### 1.2. «Дані», «інформація», «знання» в геоінформаційних системах

конкретизуючи терміни "дані", "інформація", "знання", стосовно до оперування ними в інформаційній системі, можна відзначити, що, маючи багато спільного, ці поняття розрізняються за своєю суттю.

під *даними* розуміється сукупність фактів, відомих про об'єкти, які результати вимірювання цих об'єктів. Дані, що використовуються в ГІС, відрізняються високим ступенем формалізації. Дані - це як би складовий елемент в процесі створення інформації, оскільки вона виходить в процесі обробки даних.

Стосовно до ГІС під *інформацією* розуміється сукупність відомостей, визначальних міру наших знань про об'єкт.

У такому контексті *знання* можна розглядати як результат інтерпретації інформації. Найбільш загальне визначення: знання - результат пізнання дійсності, який отримав підтвердження в практиці. Наукове знання відрізняється своєю систематичністю, обґрунтованістю і високим ступенем структуризації.

Інформаційні системи можна розглядати як ефективний інструмент отримання знань.

Відмінності між термінами «дані», «інформація» і «знання» простежуються в історії розвитку технічних систем, так спочатку з'явилися банки даних, пізніше інформаційні системи, потім з'явилися системи, засновані на знаннях - інтелектуальні системи (експертні системи).

В даний час на ринку програмних продуктів представлено кілька видів систем, що працюють з просторово розподіленої інформацією, до них зокрема, відносяться системи автоматизованого проектування, автоматизованого картографування і ГІС. ГІС в порівнянні з іншими автоматизованими системами мають розвинені засобами аналізу просторових даних.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 3                                     |

### 1.3. Узагальнені функції ГІС-систем

Більшість сучасних ГІС здійснюють комплексну обробку інформації, використовуючи нижче наведені функції:

1. Введення і редагування даних;
2. Підтримка моделей просторових даних;
3. Зберігання інформації;
4. Перетворення систем координат і трансформація картографічних проєкцій;
5. Растрові та векторні операції;
6. Вимірювальні операції;
7. Полігональні операції;
8. Операції просторового аналізу;
9. Різні види просторового моделювання;
10. Цифрове моделювання рельєфу та аналіз поверхонь;
11. Висновок результатів в різних формах.

### 1.4. Класифікація ГІС

ГІС системи розробляються з метою вирішення наукових і прикладних задач з моніторингу екологічних ситуацій, раціонального використання природних ресурсів, а також для інфраструктурного проєктування, міського і регіонального планування, для прийняття оперативних заходів в умовах надзвичайних ситуацій ін.

Безліч завдань, що виникають в житті, привело до створення різних ГІС, які можуть класифікуватися за такими ознаками:

#### За функціональним можливостям:

- Повнофункціональні ГІС загального призначення;
- Спеціалізовані ГІС орієнтовані на рішення конкретного завдання в будь-якої предметної області;
- Інформаційно-довідкові системи для домашнього та інформаційно-довідкового користування.

Функціональні можливості ГІС визначаються також архітектурним принципом їх побудови:

- Закриті системи - не мають можливостей розширення, вони здатні виконувати тільки той набір функцій, який однозначно визначено на момент покупки.
- Відкриті системи відрізняються легкістю пристосування, можливостями розширення, так як можуть бути добудовані самим користувачем за допомогою спеціального апарату (вбудованих мов програмування).

#### За просторового (територіального) охопленням:

- Глобальні (планетарні);
- Загальнонаціональні;
- Регіональні;
- Локальні (в тому числі муніципальні).

#### За проблемно-тематичної орієнтації:

- Загальногеографічні;
- Екологічні та природокористувацькі;
- Галузеві (водних ресурсів, лісокористування, геологічні, туризму і т.д.);

#### За способом організації географічних даних:

- Векторні;
- Растрові;
- Векторно-растрові ГІС.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 4                                     |

### 1.5. Джерела даних та їх типи

Як і *Джерелом даних* для формування ГІС служать:

- *Картографічні матеріали* (топографічні та загальногеографічні карти, карти адміністративно-територіального поділу, кадастрові плани і ін.). Відомості, отримані з карт, мають територіальну прив'язку, тому їх зручно використовувати в якості базового шару ГІС. Якщо немає цифрових карт на досліджувану територію, тоді графічні оригінали карт перетворюються в цифровий вигляд.

- *Дані дистанційного зондування* (ДДЗ) все ширше використовуються для формування баз даних ГІС. До ДДЗ, перш за все, відносять матеріали, одержувані з космічних носіїв. Для дистанційного зондування застосовують різноманітні технології отримання зображень і передачі їх на Землю, носії знімальної апаратури (космічні апарати і супутники) розміщують на різних орбітах, оснащують різної апаратурою. Завдяки цьому отримують знімки, що відрізняються різним рівнем оглядовості і детальності відображення об'єктів природного середовища в різних діапазонах спектру (видимий і ближній інфрачервоний, теплової інфрачервоний і радіодіапазон). Все це обумовлює широкий спектр екологічних завдань, що вирішуються із застосуванням ДДЗ.

До методів дистанційного зондування відносяться і аеро- і наземні зйомки, і інші неконтактні методи, наприклад гідроакустичні зйомки рельєфу морського дна. Матеріали таких зйомок забезпечують отримання як кількісної, так і якісної інформації про різні об'єкти природного середовища.

- *Матеріали польових досліджень територій*, включають дані топографічних, інженерно-геодезичних вишукувань, кадастрової зйомки, геодезичні вимірювання природних об'єктів, що виконуються нівелірами, теодолітами, електронними тахеометрами, GPS приймачами, а також результати обстеження територій із застосуванням геоботанічних та інших методів, наприклад, дослідження по переміщенню тварин, аналіз ґрунтів і ін.

- *Статистичні дані* містять дані державних статистичних служб по самих різних галузях народного господарства, а також дані стаціонарних вимірювальних постів спостережень (гідрологічні та метеорологічні дані, відомості про забруднення навколишнього середовища і т. д)).

- *літературні дані* (довідкові видання, книги, монографії та статті, що містять різноманітні відомості за окремими типами географічних об'єктів).

У ГІС рідко використовується тільки один вид даних, найчастіше це поєднання різноманітних даних на будь-яку територію.

## 2. ОСНОВНІ КОМПОНЕНТИ ГІС

До **основних компонентів ГІС відносять:** технічне, програмне, інформаційне забезпечення. Вимоги до компонентів ГІС визначаються, в першу чергу, користувачем, перед яким стоїть конкретне завдання (облік природних ресурсів, або управління інфраструктурою міста), яка повинна бути вирішена для певної території, що відрізняється природними умовами та ступенем її освоєння.

### 2.1. Технічне забезпечення

Технічне забезпечення - це комплекс апаратних засобів, що застосовуються при функціонуванні ГІС: робоча станція або персональний комп'ютер (ПК), пристрої введення-виведення інформації, пристрої обробки і зберігання даних, засоби телекомунікації.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/5                                      |

*Робоча станція* або ПК є ядром будь-якої інформаційної системи і призначені для управління роботою ГІС і виконання процесів обробки даних, заснованих на обчислювальних або логічних операціях. Сучасні ГІС здатні оперативно обробляти величезні масиви інформації та візуалізувати результати.

*Введення даних* реалізується за допомогою різних технічних засобів і методів: безпосередньо з клавіатури, за допомогою дигітайзера або сканера, через зовнішні комп'ютерні системи. Просторові дані можуть бути отримані електронними геодезичними приладами, безпосередньо за допомогою дигітайзера і сканера, або за результатами обробки знімків на аналітичних приладах або цифрових фотограмметричних станціях.

*Пристрої для обробки і зберігання даних* сконцентровані в системному блоці, що включає в себе центральний процесор, оперативну пам'ять, зовнішні пристрої, що запам'ятовують і призначений для користувача інтерфейс.

Пристрої *виведення даних* повинні забезпечувати наочне представлення результатів, перш за все на моніторі, а також у вигляді графічних оригіналів, одержуваних на принтері або плоттері (графобудівнику), крім того, обов'язкове реалізація експорту даних в зовнішні системи.

## **2.2. Програмне забезпечення**

*Програмне забезпечення* - сукупність програмних засобів, що реалізують функціональні можливостей ГІС, і програмних документів, необхідних при їх експлуатації.

Структурно програмне забезпечення ГІС включає *базові та прикладні програмні засоби*.

Базові програмні засоби включають: операційні системи (ОС), програмні середовища, мережеве програмне забезпечення і системи управління базами даних. Операційні системи призначені для управління ресурсами ЕОМ і процесами, що використовують ці ресурси. На даний час основні ОС: Windows і Unix.

Будь-яка ГІС працює з даними двох типів даних - просторовими і атрибутивними. Для їх ведення програмне забезпечення повинне включити систему управління базами тих і інших даних (СУБД), а також модулі управління коштами введення і виведення даних, систему візуалізації даних і модулі для виконання просторового аналізу.

Прикладні програмні засоби призначені для вирішення спеціалізованих завдань у конкретній предметній області і реалізуються у вигляді окремих *додатків і утиліт*.

## **2.3. Інформаційне забезпечення**

*Інформаційне забезпечення* - сукупність масивів інформації, систем кодування і класифікації інформації. Інформаційне забезпечення складають реалізовані рішення за видами, обсягами, розміщенню і формам організації інформації, включаючи пошук і оцінку джерел даних, набір методів введення даних, проектування баз даних, їх ведення та метасупроводження. Особливість зберігання просторових даних в ГІС - їх поділ на шари. Багатошарова організація електронної карти, при наявності гнучкого механізму управління шарами, дозволяє об'єднати і відобразити набагато більшу кількість інформації, ніж на звичайній карті. Дані про просторове положення (географічні дані) і пов'язані з ними табличні можуть готуватися самим користувачем або купуватися. Для такого обміну даними важлива інфраструктура просторових даних.

*Інфраструктура просторових даних* визначається нормативно-правовими документами, механізмами організації та інтеграції просторових даних, а також їх доступність різним користувачам. Інфраструктура просторових даних включає три

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/6                                      |

необхідні компоненти: базову просторову інформацію, стандартизацію просторових даних, бази метаданих та механізм обміну даними.

### 3. СТРУКТУРИ І МОДЕЛІ ДАНИХ

#### 3.1. Відображення об'єктів реального світу в ГІС

Об'єкти реального світу, що розглядаються в геоінформатики, відрізняються *просторовими, тимчасовими і тематичними характеристиками*.

*Просторові характеристики* визначають положення об'єкта в заздалегідь визначеній системі координат, основна вимога до таких даних - точність.

*Тимчасові характеристики* фіксують час дослідження об'єкта і важливі для оцінки змін властивостей об'єкта з плином часу. Основна вимога до таких даних - актуальність, що означає можливість їх використання для обробки, неактуальні дані - це застарілі дані.

*Тематичні характеристики* описують різні властивості об'єкта, включаючи економічні, статистичні, технічні та інші властивості, основна вимога - повнота.

Для представлення просторових об'єктів в ГІС використовують *просторові і атрибутивні типи даних*.

**Просторові дані - відомості, які характеризують місце розташування об'єктів в просторі відносно один одного і їх геометрію.**

Просторові об'єкти представляють за допомогою наступних графічних об'єктів: точки, лінії, області і поверхні.

опис об'єктів здійснюється шляхом зазначення координат об'єктів і складових їх частин.

*Точкові об'єкти* - це такі об'єкти, кожен з яких розташований тільки в одній точці простору, представленої парою координат  $X$ ,  $Y$ . В залежності від масштабу картографування, як таких об'єктів можуть розглядатися дерево, будинок або місто.

*Лінійні об'єкти*, представлені як одномірні, які мають одну розмірність - довжину, ширина об'єкта не виражається в даному масштабі або не суттєва. Приклади таких об'єктів: річки, кордони муніципальних округів, горизонталі рельєфу.

*Області (полігони)* - майданні об'єкти, представляються набором пар координат ( $X$ ,  $Y$ ) або набором об'єктів типу лінія, що представляють собою замкнутий контур. такими об'єктами можуть бути представлені території, які займає певним ландшафтом, містом або цілим континентом.

*Поверхня* - при її описі потрібно додавання до майданних об'єктів значень висоти. Відновлення поверхонь здійснюється за допомогою використання математичних алгоритмів (інтерполяції та апроксимації) по вихідному набору координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ .

Додаткові непросторові дані про об'єкти утворюють набір *атрибутивів*.

**Атрибутивні дані - це якісні або кількісні характеристики просторових об'єктів, що виражаються, як правило, в алфавітно-цифровому вигляді.**

Приклади таких даних: географічна назва, видовий склад рослинності, характеристики ґрунтів і т.п.

Природа просторових і атрибутивних даних різна, відповідно різні і методи маніпулювання (зберігання, введення, редагування, пошуку та аналізу) для двох цих складових геоінформаційної системи. Одна з основних ідей, втілених у традиційних ГІС - це збереження зв'язку між просторовими і атрибутивними даними, при роздільному їх зберіганні і, частково, роздільній обробці.

Загальна цифрове опис просторового об'єкта включає: найменування; зазначення місця розташування; набір властивостей; відносини з іншими об'єктами.

Найменуванням об'єкта служить його географічна назва (якщо воно є), його умовний код або *ідентифікатор*, який присвоюється користувачем або системою.

Однотипні об'єкти по просторовому і тематичним ознаками об'єднуються в *шари цифрової карти*, які розглядаються як окремі інформаційні одиниці, при цьому існує можливість суміщення всієї наявної інформації

### 3.2. Структури даних

Для представлення просторових даних в ГІС застосовують *векторні і растрові структури даних*.

*Векторна структура* - це уявлення просторових об'єктів у вигляді набору координатних пар (векторів), що описують геометрію об'єктів (рис.1).

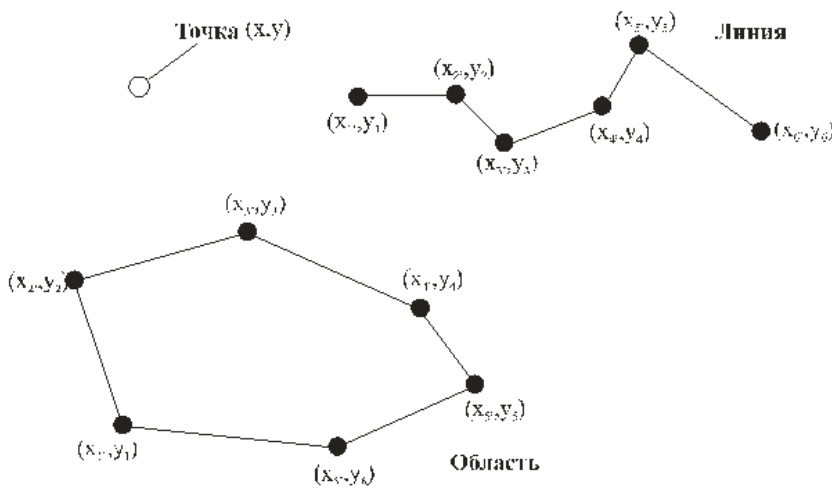


Рис.1. Векторное уявлення просторових даних

*Растрова структура даних* передбачає представлення даних у вигляді двомірної сітки, кожна клітинка якої містить тільки одне значення, характеризує об'єкт, відповідний осередку растра на місцевості або на зображенні. В якості такої характеристики може бути код об'єкта (ліс, луг і т.д.) висота або оптична щільність.

Точність растрових даних обмежується розміром осередку. Такі структури є зручним засобом аналізу і візуалізації різного роду інформації.

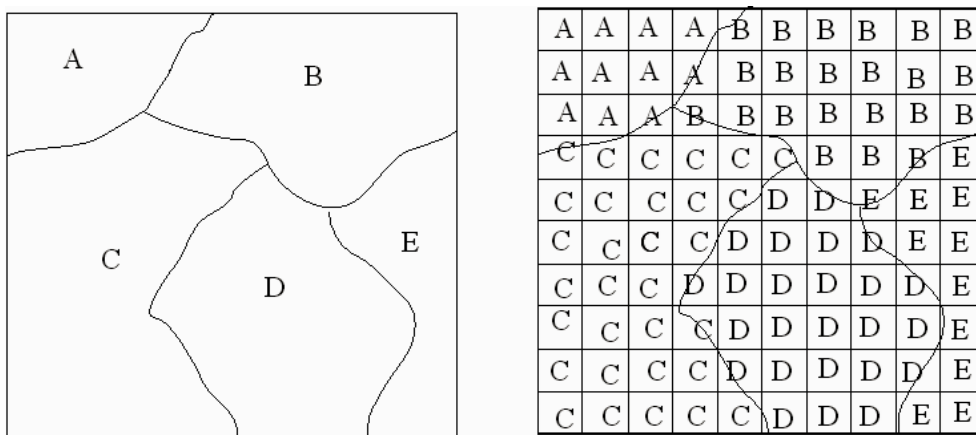


Рис.2. Растрова структура даних

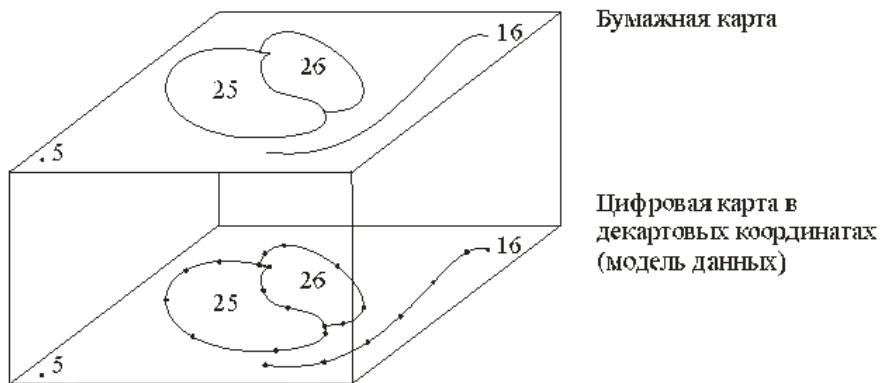
Для реалізації растрових і векторних структур розроблені різні моделі даних.

### 3.3. Моделі даних

**Моделі просторових даних** - логічні правила для формалізованого цифрового опису просторових об'єктів.

*Векторні моделі даних.* Існує кілька способів об'єднання векторних структур даних в векторну модель даних, що дозволяє досліджувати взаємозв'язку між об'єктами одного шару або між об'єктами різних верств. Найпростішою векторної моделлю даних є «спагетті» - модель (рис.3). В цьому випадку перекладається «один в один» графічне зображення карти.

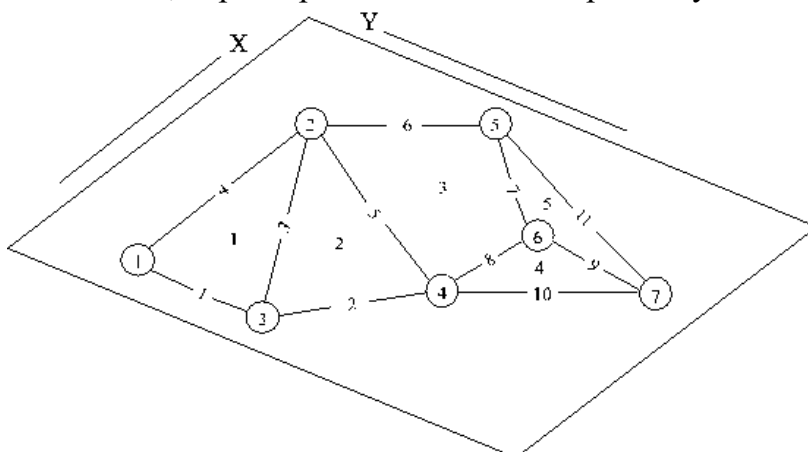
У цій моделі не міститься опису відносин між об'єктами, кожен геометричний об'єкт зберігається окремо і не пов'язаний з іншими, наприклад спільний кордон об'єктів 25 і 26 записується двічі, хоча за допомогою однакового набору координат. Всі відносини між об'єктами повинні обчислюватися незалежно, що ускладнює аналіз даних і збільшує об'єм інформації.



| ОБ'ЄКТ  | НОМЕР | ПОЛОЖЕННЯ  |
|---------|-------|--|
| Крапка  | 5     | Одна пара координат (x, y)                             |
| лінія   | 16    | Набір пар координат (x, y)                             |
| область | 25    | Набір пар координат (x, y), перша і остання збігаються |

Рис.3. «спагетті» - модель

Векторні *топологічні моделі* (рис. 4) містять відомості про сусідство, близькості об'єктів та інші, характеристики взаємного розташування векторних об'єктів.



| ФАЙЛ ВУЗЛІВ |              |              |
|-------------|--------------|--------------|
| номер дуги  | координата X | координата Y |
| 1           | 19           | 6            |
| 2           | 15           | 15           |
| 3           | 27           | 13           |



|                         |   |               |   |                |
|-------------------------|---|---------------|---|----------------|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 |               | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |                |
|                         | Екземпляр № 1   |               | Арк 84/9                                      |                |
| 4                       | 24  | 19            |   |                |
| <b>ФАЙЛ ОБЛАСТЕЙ</b>    |   |               |   |                |
| номери областей         |   | список дуг    |   |                |
| 1                       | 1, 4, 3   |               |   |                |
| 2                       | 2, 3, 5   |               |   |                |
| 3                       | 5, 6, 7, 8  |               |   |                |
| <b>ФАЙЛ ДУГ</b>         |   |               |   |                |
| номер дуги              | правий полігон  | лівий полігон | початковий вузол                              | кінцевий вузол |
| 1                       | 1   | 0             | 3   | 1              |
| 2                       | 2   | 0             | 4   | 3              |
| 3                       | 2   | 1             | 3   | 2              |
| 4                       | 1   | 0             | 1   | 2              |
| 5                       | 3   | 2             | 4   | 2              |
| 6                       | 3   | 0             | 2   | 5              |

*Рис.4. Векторна топологічна модель даних*

Топологічна інформація може бути охарактеризована вузлів і дуг. Вузол - це перетин двох або більше дуг, і його номер використовується для посилання на будь-яку дугу, якій він належить. Кожна дуга починається і закінчується або в точці перетину з іншою дугою, або у вузлі, що не належить іншим дуг. Дуги утворюються послідовністю відрізків, з'єднаних проміжними точками. У цьому випадку кожна лінія має два набори чисел: пари координат проміжних точок і номери вузлів. Крім того, кожна дуга має свій ідентифікаційний номер, який використовується для вказівки того, які вузли представляють її початок і кінець.

Розроблено та інші модифікації векторних моделей, зокрема, існують спеціальні векторні моделі для представлення моделей поверхонь, які будуть розглянуті далі.

Растрові моделі використовуються в двох випадках. У першому випадку - для зберігання вихідних зображень місцевості. У другому випадку, для зберігання тематичних шарів, коли користувачів цікавлять не окремі просторові об'єкти, а набір точок простору, що мають різні характеристики (висотні позначки або глибини, вологість ґрунтів і т.д.), для оперативного аналізу або візуалізації.

Існує кілька способів зберігання і адресації значень окремих осередків растра, і їх атрибутів, назв шарів і легенд.

При використанні растрових моделей актуальним є питання стиснення растрових даних, для якого розроблені методи групового кодування, блочного кодування, ланцюжка кодування та подання у вигляді квадродерева.

### **3.4. Формати даних**

**Формати даних** визначають спосіб зберігання інформації на жорсткому диску, а також механізм її обробки. Моделі даних і формати даних певним способом взаємопов'язані.

Існує велика кількість форматів даних. Можна відзначити, що в багатьох ГІС підтримуються основні формати зберігання растрових даних (TIFF, JPEG, GIF, BMP, WMF, PCX), а також GeoSpot, GeoTIFF, що дозволяють передавати інформацію про прив'язку растрових зображень до реальних географічних координат, і MrSID - для стиснення інформації. Найбільш поширеним серед векторних форматів є - DXF.

Всі системи підтримують обмін просторовою інформацією (експорт та імпорт) з багатьма ГІС і САПР через основні обмінні формати: SHP, E00, GEN (ESRI), VEC

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 10                                    |

(IDRISI), MIF (MapInfo Corp.), DWG, DXF (Autodesk), WMF (Microsoft), DGN (Bentley). Тільки деякі, в основному вітчизняні системи, підтримують російські обмінні формати - FIM (Роскартографія), SXF (Військово-топографічна служба).

Досить часто для ефективної реалізації одних комп'ютерних операцій воліють векторний формат, а для інших растровий. Тому, в деяких системах реалізуються можливості маніпулювання даними в тому і в іншому форматі, і функції перетворення векторного в растровий, і навпаки, растрового в векторний формати.

### **3.5. Бази даних і управління ними**

Сукупність цифрових даних про просторові об'єкти утворює безліч просторових даних і становить зміст баз даних.

**База даних (БД) - сукупність даних організованих за певними правилами, що встановлює загальні принципи опису, зберігання і маніпулювання даними**

*Створення БД і звернення до неї (за запитамі) здійснюється за допомогою системи управління базами даних (СКБД).*

Логічна структура елементів бази даних визначається обраною моделлю БД. Найбільш поширеними моделями БД є ієрархічні, мережеві і реляційні та об'єктно-орієнтовані.

*Ієрархічні моделі* представляють деревоподібну структуру, в цьому випадку кожна запис пов'язана тільки з одним записом, що знаходиться на більш високому рівні.

Така система добре ілюструється системою класифікації рослин і тварин. Прикладом може також служити структура зберігання інформації на дисках ПК. Головне поняття такої моделі рівень. Кількість рівнів і їх склад залежить від прийнятої при створенні БД класифікації. Доступ до будь-якої з цих записів здійснюється шляхом проходження по суворо визначеній ланцюжку вузлів. При такій структурі легко здійснювати пошук потрібних даних, але якщо спочатку опис неповне, або не передбачений будь-якої критерій пошуку, то він стає неможливим. Для досить простих завдань така система ефективна, але вона практично непридатна для використання в складних системах з оперативною обробкою запитів.

*Мережеві моделі* були покликані усунути деякі з недоліків ієрархічних моделей. У мережній моделі кожен запис в кожному вузлі мережі може бути пов'язаний з декількома іншими вузлами. Записи, що входять до складу мережевої структури, містять в собі покажчики, що визначають місце розташування інших записів, пов'язаних з ними. Така модель дозволяє прискорити доступ до даних, але зміна структури бази вимагає значних зусиль і часу.

*Реляційні моделі* збирають дані в уніфіковані *таблиці*. Таблиці присвоюється унікальне ім'я всередині БД. Кожен стовпець - це поле, що має ім'я, відповідне міститься в ньому атрибуту. Кожен рядок в таблиці відповідає запису у файлі. Одне і теж поле може бути присутнім в декількох таблицях. Так як рядки в таблиці не впорядковані, то визначається один або декілька стовпців, значення яких однозначно ідентифікують кожен рядок. Такий стовпець називається первинним ключем. Взаємозв'язок таблиць підтримується зовнішніми ключами. Маніпулювання даними здійснюється за допомогою операцій, що породжують таблиці. Користувач може легко заносити в базу нові дані, комбінувати таблиці, вибираючи окремі поля і записи, і формувати нові таблиці для відображення на екрані.

*Об'єктно-орієнтовані моделі* застосовують, якщо геометрія певного об'єкта здатна охоплювати кілька шарів, атрибути таких об'єктів можуть успадковуватися, для їх обробки застосовують специфічні методи.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 11                                    |

Для обробки даних, розміщених у таблицях необхідні додаткові відомості про дані, їх називають метаданими.

*Метадані* - дані про дані: каталоги, довідники, реєстри та інші форми опису наборів цифрових даних.

## 4. ТЕХНОЛОГІЇ ВВЕДЕННЯ ДАНИХ

### 4.1. Способи введення даних

Відповідно до використовуваними технічними засобами розрізняють два способи введення даних: дигіталізацію і векторизацію. Для ручного введення просторових даних застосовується *дигітайзер*. Він складається з планшета (столика) з електронною сіткою, до якого приєднано пристрій зване курсором. Курсор являє собою подобу графічного маніпулятора - миші, має візир, нанесений на прозору пластинку, за допомогою якого оператор виконує точне наведення на окремі елементи карти. На курсорі поміщені кнопки, які дозволяють фіксувати початок і кінець лінії або межі області, число кнопок залежить від рівня складності дигітайзера. Дигітайзери бувають різних форматів і забезпечують дозвіл 0,03 мм із загальною точністю 0,08 мм на відстані 1,5 м . Існують автоматизовані дигітайзери, щоб забезпечити автоматичне відстеження ліній.

Найбільшого поширення для введення даних отримали *сканери*. Вони дозволяють вводити растрове зображення карти в комп'ютер. Існують різні типи сканерів, які розрізняються: за способом подачі вихідного матеріалу (планшетні і протяжні (барабанного типу); за способом зчитування інформації (що працюють на просвіт або на відображення); по радіометричного дозволу або глибині кольору; по оптичному (або геометричному) вирішенню. Остання характеристика визначається мінімальним розміром елемента зображення, який різниться сканером.

*Процес цифрування растрового зображення на екрані комп'ютера називають векторизацією*. Існує три способи векторизації: ручний, інтерактивний і автоматичний. При ручному векторизації оператор обводить мишею на зображенні кожен об'єкт, при інтерактивній - частина операцій проводиться автоматично. Так, наприклад, при векторизації горизонталей досить задати початкову точку і напрямок відстеження ліній, далі векторизатор сам відстежить цю лінію до тих пір, поки на його шляху не зустрінуться невизначені ситуації, типу розриву лінії. Можливості інтерактивної векторизації прямо пов'язані з якістю вихідного матеріалу і складністю карти. Автоматична векторизація передбачає безпосередній переклад з реєстрового формату у векторний за допомогою спеціальних програм, з подальшим редагуванням. Воно необхідне, оскільки навіть сама витончена програма може невірно розпізнати об'єкт, прийняти наприклад, символ за групу точок, і т.п.

### 4.2. Перетворення вихідних даних

Відскановані вихідні карти створювалися в певній картографічній проекції і системі координат. При оцифрування ця складна проекція зводиться в набір просторових координат. Тому необхідно перетворити карту до її вихідної проекції. Для цього в ГІС вводяться відомості про використовувану проекції (зазвичай ГІС дозволяє працювати з великим числом проекцій) та здійснюється ряд перетворень. Три основних з них, які часто виконуються одночасно, це перенесення, поворот і масштабування.

*Перенесення* - це просто переміщення всього графічного об'єкта в інше місце на координатної площині. Він виконується додаванням певних величин до координат X і Y об'єкта:

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 12                                    |

$$X' = X + T_x, Y' = Y + T_y$$

*Масштабування* теж дуже корисно, так як часто скануються карти різних масштабів, для цього використовують співвідношення:

$$X' = X \cdot S_x, Y' = Y \cdot S_y$$

*Поворот* виконується з використанням тригонометричних функцій:

$$X' = X \cos \theta + Y \sin \theta, Y' = X \sin \theta + Y \cos \theta$$

Всі необхідні перетворення можуть бути виконані і використанням цих трьох основних графічних операцій за координатами опорних точок.

#### 4.3. Введення даних дистанційного зондування

У ГІС використовують не первинні матеріали ДЗ, одержувані під час зйомки, а похідні, що формуються в результаті їх обробки. Дані із супутників піддаються попередній цифровій обробці для усунення радіометричних і геометричних спотворень, впливу атмосфери і т.д. Для поліпшення візуальної якості вихідних зображень можуть застосовуватися процедури для зміни яскравості і контрастності, фільтрації для усунення шумів або підкреслення контурів і дрібних деталей. При використанні аерофотознімків слід звертати увагу на спотворення, що викликаються кутами нахилів знімків і рельєфом місцевості, які можуть бути усунені в процесі трансформування або ортофототрансформування.

## 5. АНАЛІЗ ПРОСТОРОВИХ ДАНИХ

### 5.1. Завдання просторового аналізу

До засобів просторового аналізу відносяться різні процедури маніпулювання просторовими і атрибутивними даними, виконуються при обробці запитів користувача. (Наприклад, операції накладення графічних об'єктів, кошти аналізу мережових структур або виділення об'єктів за заданими ознаками).

Для кожного ГІС-пакета характерний свій набір засобів просторового аналізу, що забезпечує вирішення специфічних завдань користувача, в той же час можна виділити ряд основних функцій, властивих практично кожному ГІС-паketу. Це, перш за все, організація вибору та об'єднання об'єктів відповідно до заданих умов, реалізація операцій обчислювальної геометрії, аналіз накладень, побудова буферних зон, мережовий аналіз.

### 5.2. Основні функції просторового аналізу даних

*Вибір об'єктів за запитом:* найпростішою формою запиту є отримання характеристик об'єкта зазначеного курсором на екрані і зворотна операція, коли зображуються об'єкти із заданими атрибутами. Більш складні запити дозволяють вибирати об'єкти за кількома ознаками, наприклад за ознакою віддаленості одних об'єктів від інших, збігаються об'єкти, але розташовані в різних шарах і т. д.

Для вибору даних відповідно до визначених умовами використовуються SQL-запити. Для виконання запитів різної складності реалізовані можливості використання при складанні запитів математичних і статистичних функцій, а також географічних операторів, що дозволяють вибирати об'єкти на підставі їх взаємного розташування в просторі (наприклад, чи знаходиться аналізований об'єкт всередині іншого об'єкта або перетинається з ним).

*Узагальнення даних* може проводитися за рівністю значень певного атрибута, зокрема для зонування території. Ще один спосіб угруповання - об'єднання об'єктів

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 13                                    |

одного тематичного шару відповідно до їх розміщенням всередині полігональних об'єктів інших тематичних шарів.

*Геометричні функції* : до них відносять розрахунки геометричних характеристик об'єктів або їх взаємного положення в просторі, при цьому використовуються формули аналітичної геометрії на площині і в просторі. Так для майданних об'єктів обчислюються займані ними площі або периметри кордонів, для лінійних - довжини, а також відстані між об'єктами і т.д.

*Оверлейні операції (топологічне накладення шарів)* є одними з найбільш поширених та ефективних засобів. В результаті накладання двох тематичних шарів утворюється інший додатковий шар у вигляді графічної композиції вихідних шарів. З огляду на, що аналізовані об'єкти можуть належати до різних типів (точка, лінія, полігон), можливі різні форми аналізу: точка на точку, точка на полігон і т.д. Найбільш часто аналізується поєднання полігонів.

*Побудова буферних зон.* Одним із засобів аналізу близькості об'єктів є побудова буферних зон. Буферні зони - це райони (полігони), межа яких знаходиться на заданій відстані від кордону вихідного об'єкта. Межі таких зон обчислюються на основі аналізу відповідних атрибутивних характеристик. При цьому ширина буферної зони може бути як постійною, так і змінною. Наприклад, буферна зона навколо джерела електромагнітного випромінювання, матиме форму кола, а зона забруднення від димової труби заводу з урахуванням рози вітрів матиме форму близьку до еліпса.

*Мережевий аналіз* дозволяє користувачеві проаналізувати просторові мережі зв'язкових лінійних об'єктів (дороги, лінії електропередач і т. Д.). Зазвичай мережевий аналіз служить для задач визначення найближчого, найбільш вигідного шляху, визначення рівня навантаження на мережу, визначення адреси об'єкта або маршруту по заданому адресою й інші завдання.

### **5.3. Аналіз просторового розподілу об'єктів**

*Аналіз просторового розподілу об'єктів* . Фактично в багатьох випадках необхідно знати не тільки обсяг простору, займаний об'єктами, але і розташування об'єктів в просторі, яке може характеризуватися кількістю об'єктів в певній галузі, наприклад, розподіл чисельності населення. Найбільш поширені методи аналізу *розподілу точкових об'єктів* . Мірою точкового розподілу служить щільність. Вона визначається як результат ділення числа точок на значення площі території, на якій вони розташовані. Крім щільності розподілу можна оцінити форму розподілу. Точкові розподілу зустрічаються в одному з чотирьох можливих варіантів: рівномірному (якщо число точок в кожній малій підобласті таке ж, як і в будь-якій іншій підобласті), регулярному (якщо точки, розділені однаковими інтервалами по всій області, розташовані в вузлах сітки), випадковому, кластерному (якщо точки зібрані в тісні групи).

Точкові розподілу можуть описуватися не тільки кількістю точок в межах підобластей. Часто аналізуються локальні відносини всередині пар точок. Обчислення цього статистичного показника включає визначення середньої відстані до найближчої сусідньої точки серед всіх можливих пар найближчих точок. Даний метод дозволяє оцінити міру розрідженості точок в розподілі.

*Розподіл ліній* також оцінюється по щільності. Зазвичай обчислення виконуються для порівняння різних географічних областей, наприклад по густоті гідрографічної мережі. Лінії можуть також оцінюватися по близькості і можливим перетину. Іншими важливими характеристиками є орієнтація, спрямованість і зв'язаність.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 14                                    |

Аналіз *розподілу полігонів* подібний аналізу розподілу точок, однак при оцінці щільності визначають не кількість полігонів на одиницю площі, а відносну частку площі, займаної полігоном

## 6. МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ

### 6.1. Поверхня і цифрова модель

Основою для представлення даних про земну поверхню є цифрові моделі рельєфу. *Поверхні* - це об'єкти, які найчастіше представляються значеннями висоти  $Z$ , розподіленими по області, певної координатами  $X$  і  $Y$ .

*Цифрові моделі рельєфу (ЦМР)* використовують для комп'ютерного представлення земних поверхонь.

Побудова ЦМР вимагає певної форми представлення вихідних даних (набору координат точок  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) і способу їх структурного опису, що дозволяє відновлювати поверхню шляхом інтерполяції або апроксимації вихідних даних.

### 6.2. Джерела даних для формування ЦМР

Вихідні дані для формування ЦМР можуть бути отримані за картками - цифрування горизонталей, по стереопару знімків, а також в результаті геодезичних вимірювань або лазерного сканування місцевості. Найбільш поширений перший спосіб, тому що збір за стереопару знімків відрізняється трудомісткістю і вимагає специфічного програмного забезпечення, але в той же час дозволяє забезпечити бажану ступінь детальності подання земної поверхні. Лазерне сканування перспективний сучасний метод, поки досить дорогий.

### 6.3. Інтерполяції

Побудова ЦМР вимагає певної *структури даних*, а вихідні точки можуть бути по різному розподілені в просторі. Збір даних може здійснюватися по точках регулярної сітки, по структурним лініях рельєфу або хаотично. Первинні дані за допомогою тих чи інших операцій призводять до одного з найбільш поширених в ГІС структур для подання поверхонь: GRID, TIN або TGRID.

*TIN (Triangulated Irregular Network)* - нерегулярне триангуляційна мережу, система неперекриваючихся трикутників. Вершинами трикутників є вихідні опорні точки. Рельєф в цьому випадку є багатогранною поверхнею, кожна грань якої описується або лінійною функцією (багатогранна модель), або поліноміальної поверхнею, коефіцієнти якої визначаються за значеннями в вершинах граней трикутників. Для отримання моделі поверхні потрібно з'єднати пари точок ребрами певним способом, званим триангуляцією Делоне (рис. 5).

Триангуляція Делоне в додатку до двовимірного простору формується в такий спосіб: система взаємопов'язаних що не перекриваються трикутників має найменший периметр, якщо жодна з вершин не потрапляє всередину жодної з кіл, описаних навколо утворених трикутників (рис.6).

Утворилися трикутники максимально наближаються до рівностороннім. Кожна зі сторін утворилися трикутників з протилежною вершини видно під максимальним кутом з усіх можливих точок відповідної напівплощини. Інтерполяція виконується по освіченим ребрах.

Відмінною особливістю і перевагою триангуляційної моделі є те, що в ній немає перетворень вихідних даних. З одного боку, це не дає використовувати такі моделі для детального аналізу, але з іншого боку, дослідник завжди знає, що в цій моделі немає привнесених помилок, якими грішать моделі, отримані при використанні інших методів інтерполяції. Це найшвидший метод інтерполяції. Однак, якщо в ранніх версіях

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 15                                    |

більшості ГІС триангуляційний метод був основним, то сьогодні великого поширення набули моделі у вигляді регулярної матриці значень висот.

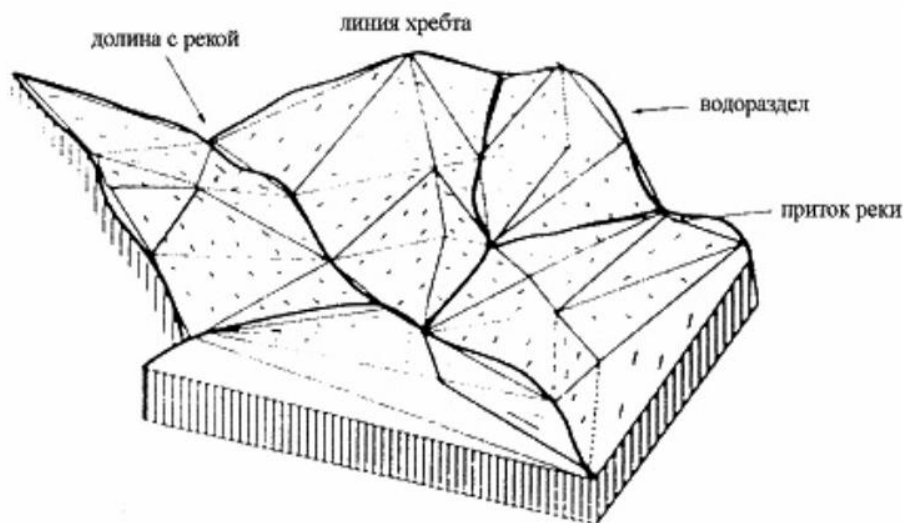


Рис. 5. TIN модель

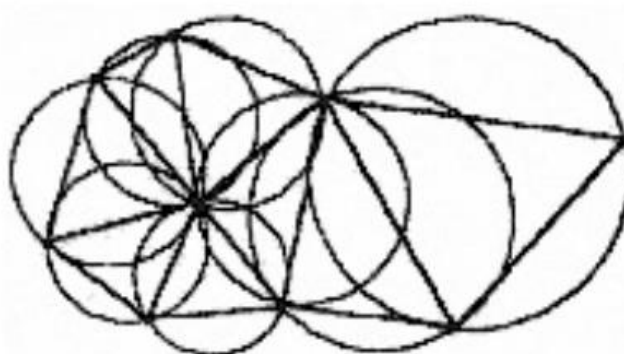


Рис. 6. Триангуляція Делоне

*GRID* - модель, являє собою регулярну матрицю значень висот, отриману при інтерполяції вихідних даних. Для кожного осередку матриці висота обчислюється на основі інтерполяції. Фактично це сітка, розміри якої задаються відповідно до вимог точності конкретної розв'язуваної задачі. Регулярна сітка відповідає земній поверхні, а не зображенню.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 16                                    |

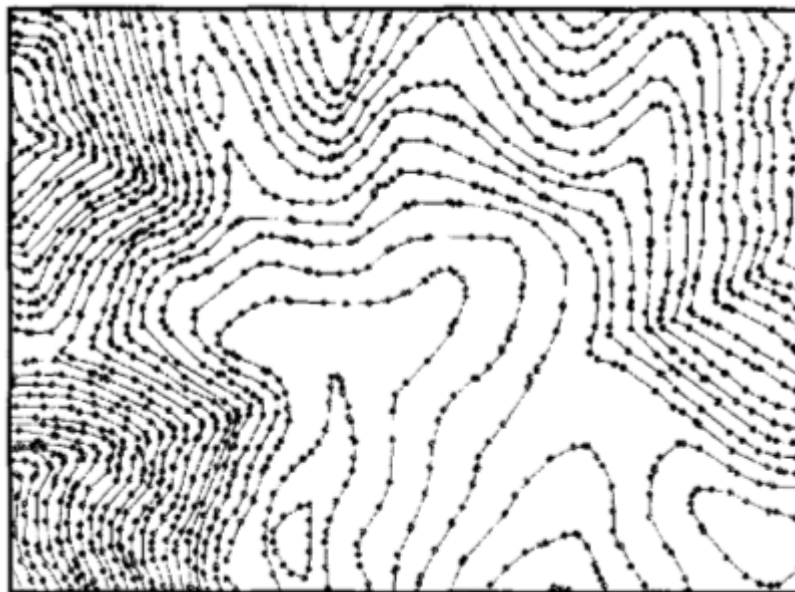


Рис. 7. Щільність точок в моделі GRID

*TGRID (triangulated grid)* - модель, що поєднує в собі елементи моделей TIN і GRID. Такі моделі мають свої переваги, наприклад, дозволяють використовувати додаткові дані для опису складних форм рельєфу (обриви, скельні виступи).

Відновлення поверхонь реалізується на основі інтерполяції вихідних даних.

*Інтерполяція* - відновлення функції на заданому інтервалі за відомим її значенням кінцевого безлічі точок, що належать цьому інтервалу.

В даний час відомі десятки методів інтерполяції поверхонь, найбільш поширені: лінійна інтерполяція; метод зворотних зважених відстаней, кригінг; сплайн-інтерполяція; тренд-інтерполяція.

*Кригінг*. Метод інтерполяції, який заснований на використанні методів математичної статистики. У його реалізації застосовується ідея регіоналізованої змінної, тобто змінної, яка змінюється від місця до місця з деякою видимою безперервністю, тому не може моделюватися тільки одним математичним рівнянням. Поверхня розглядається у вигляді трьох незалежних величин. Перша - тренд, характеризує зміну поверхні в певному напрямку. Далі передбачається, що є невеликі відхилення від загальної тенденції, на зразок маленьких піків і западин, які є випадковими, але все ж пов'язаними один з одним просторово.

*Випадковий шум* (наприклад, валуни). З кожною з трьох змінних треба оперувати окремо. Тренд оцінюється з використанням математичного рівняння, яке найближче представляє загальну зміну поверхні, багато в чому подібно поверхні тренда.

Очікувана зміна висоти вимірюється по варіограмі, на якій по горизонтальній осі відкладається відстань між відліками, а на вертикальній - півдисперсія. Півдисперсія визначається як половина дисперсії між значеннями висоти вихідних точок і висот сусідніх точок. Потім через точки даних проводиться крива найкращого наближення. Дисперсія в якийсь момент досягає максимуму і залишається постійною (виявляється граничний радіус кореляції).

*Метод зворотних зважених відстаней*. Цей метод заснований на припущенні, що чим ближче один до одного знаходяться вихідні точки, тим ближче їх значення. Для точного опису топографії набір точок, за якими буде здійснюватися інтерполяція, необхідно вибрати в деякому околі обумовленої точки, так як вони мають найбільший



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 17                                    |

вплив на її висоту. Це досягається наступним чином. Вводиться максимальний радіус пошуку або кількість точок, найближчих за відстанню від початкової (яка визначається) точки. Потім значенням висоти в кожній вибраній точці задається вага, який враховується в залежності від квадрата відстані до точки. Цим досягається, щоб ближчі точки вносили найбільший внесок в визначення інтерпольованої висоти в порівнянні з більш віддаленими точками.

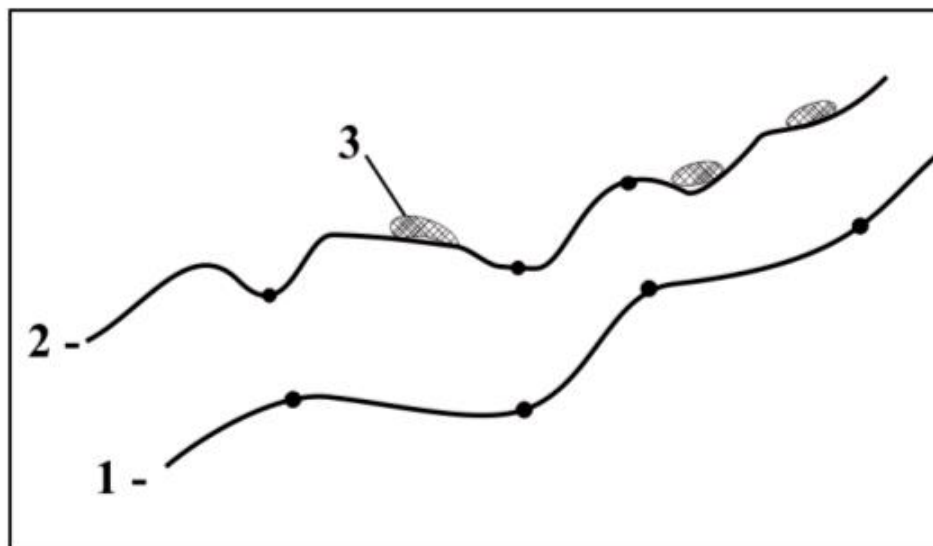


Рис. 8. Елементи кригінгу: 1 - тренд, 2 - випадкові, але просторово зв'язані висотні коливання, 3 - випадковий шум.

*Тренд інтерполяція*. В деяких випадках дослідника цікавлять загальні тенденції поверхні, які характеризуються поверхнею тренда.

Аналогічно методу зворотних зважених відстаней для поверхні тренда використовується набір точок в межах заданої околиці. У межах кожної околиці будується поверхня найкращого наближення на основі математичних рівнянь, таких як поліноми або сплайни.

Поверхні тренда можуть бути плоскими, показуючи загальну тенденцію або більш складними. Тип використовуваного рівняння або ступінь полінома визначає величину хвилястості поверхні. Наприклад, поверхня тренда першого порядку буде виглядати як площину, яка перетинає під деяким кутом всю поверхню. Якщо поверхня має один вигин, то таку поверхню називають поверхнею тренда другого порядку.

*Сплайн інтерполяція*. Можливість опису складних поверхонь за допомогою поліномів невисоких ступенів визначається тим, що при сплайн інтерполяції вся територія розбивається на невеликі непересічні ділянки. Апроксимація полиномами здійснюється окремо для кожної ділянки. Зазвичай використовують поліном третього ступеня - кубічний сплайн. Потім будується загальна функція «склеювання» на всю область, із завданням умови безперервності на кордонах ділянок і безперервності перших і других приватних похідних, тобто забезпечується гладкість склеювання поліномів.

Згладжування сплайн-функцією особливо зручно при моделюванні поверхонь, ускладнених розривними порушеннями, і дозволяє уникнути перекошування типу «крайових ефектів».

## 7. ТЕХНОЛОГІЯ ПОБУДОВИ ЦИФРОВИХ МОДЕЛЕЙ РЕЛЬЄФУ

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 18                                    |

## 7.1. Основні процеси

Основними процесами побудови ЦМР за картками є:

1) *Перетворення вихідних карт в растрові зображення, тобто сканування.* При скануванні важливим є вибір дозволу одержуваного зображення, надмірно високий дозвіл вимагає великих обсягів пам'яті для зберігання вихідної інформації, в той же час дозвіл має забезпечити необхідну точність збору інформації, яка визначається цілями формування ЦМР.

2) *Монтаж растрових фрагментів.* Монтаж або «зшивання» - це стикування декількох зображень довільної форми в одне таким чином, щоб кордони між вихідними зображеннями були непомітні. При монтажі здійснюється геопривязку растрових даних. В ГІС є різні модулі для вирішення цього завдання.

3) *Векторизація растрового зображення.* Векторизація, або дигіталізація горизонталей може виконуватися в ручному, напівавтоматичному і автоматичному режимах. Для різних ГІС розроблені окремі модулі, що реалізують цю задачу в автоматичних режимах, наприклад, Map Edit.

4) *Формування ЦМР.* ЦМР створюється на основі методів інтерполяції і може бути представлена в різних форматах.

5) *Візуалізація результатів.* ЦМР забезпечує візуалізацію інформації про поверхні в різних формах

## 7.2. Вимоги до точності виконання процесів

У загальному випадку можна сказати, що чим більше вихідних точок, тим точнішою буде інтерполяція і тим з більшою ймовірністю побудована модель поверхні буде адекватно відображати земну поверхню. Однак, існує межа числу точок (дискретності), оскільки для будь-якої поверхні зайва кількість точок зазвичай не покращує істотно якість результату, але лише збільшує обсяг даних і час обчислень. У деяких випадках надлишкові дані в окремих областях можуть призводити до нерівномірного поданням поверхні і, отже, неоднаковою точності. Іншими словами, більше число точок не завжди підвищує точність.

Звичайно, чим складніше поверхню, тим більше вихідних точок потрібно. А для складних об'єктів, таких як западини і долини річок, потрібні додаткові точки, щоб гарантувати представлення з достатньою детальністю. Особлива проблема інтерполяції точок на кордоні досліджуваних областей, наприклад, межа листа карти. В цьому випадку слід для інтерполяції використовувати велику область перекриття сусідніх листів.

## 7.3. Використання ЦМР

Цифрові моделі рельєфу (ЦМР) важливі для вирішення цілого ряду прикладних екологічних задач. Для прогнозування надзвичайних ситуацій, наприклад повеней, оцінки ступеня зміни ландшафтів і т.д. .. За результатами аналізу ЦМР засобами ГІС отримують карти кутів нахилу (ухилів) місцевості і експозицій схилів, формують поздовжні і поперечні профілі по заданому напрямку, виконують оцінку зон видимості з намічених точок огляду і ін. Для відображення ЦМР використовують різні форми.

## 8. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

### 8.1. Електронні карти і атласи

*Візуалізація* (графічне відтворення, відображення) - генерація зображень, в тому числі і картографічних, і інших графіки на пристроях відображення (переважно на моніторі) на основі перетворення вихідних цифрових даних за допомогою спеціальних алгоритмів.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 19                                    |

Найбільш компактними і звичним способом представлення географічної інформації залишаються карти.

*Електронна карта (ЕК)* - картографічне зображення, візуалізоване на моніторі, на основі цифрових карт або баз даних ГІС.

*Електронний атлас (ЕА)* - система візуалізації в формі електронних карт, електронне картографічний твір, функціонально подібне електронній карті. Підтримуються програмним забезпеченням типу картографічних браузерів, що забезпечують покадровий перегляд растрових зображень карт, картографічних візуалізаторів, систем настільного картографування. Крім картографічного зображення і легенд електронні атласи зазвичай включають великі текстові коментарі, табличні дані, а мультимедійні електронні атласи - анімацію, відеоряди і звуковий супровід.

*Таблиці і графіки*, що включають різні характеристики об'єктів (атрибути) або їх співвідношення, можуть використовуватися як самостійні або додаткові до інших засобів візуалізації.

*Анімації* застосовують для показу динамічних процесів, тобто послідовний показ мальованих статичних зображень (кадрів), в результаті чого створюється ілюзія безперервного відтворення зображення.

## **8.2. Картографічні способи відображення результатів аналізу даних**

Для відображення результатів аналізу даних в ГІС реалізовані ряд способів, які застосовують при створенні тематичних карт.

*Спосіб розмірних символів (значків)* - аналізовані характеристики об'єктів відображаються спеціальними символами, розмір яких передає кількісну інформацію, а форма і колір якісну інформацію.

*Спосіб якісного або (кількісного фону)* - в цьому випадку групуються дані з близькими значеннями і створеним групам присвоюються певні кольори, типи символів або ліній.

*Точковий спосіб* - образотворчим засобом є безліч точок однакового розміру, кожна з яких має певне значення кількісного показника.

*Стовпчасті та кругові локалізовані діаграми* - дозволяють відобразити співвідношення декількох характеристик, при цьому діаграми мають географічну прив'язку (наприклад, в точці розміщення поста спостережень показують співвідношення забруднюючих речовин).

*Спосіб ізоліній* - один з широко поширених способів відображення різних показників. З їх допомогою формують карти ізогіпс (топографічні та гіпсометричні), карти ізотерм, ізобар, ізокорелят і ін. За допомогою ізоліній виділяються території, які характеризуються однаковими властивостями (температурами, тиском, опадами, одночасністю настання подій, що дорівнює величиною аномалій, рівними швидкостями тектонічних рухів та ін.)

При цьому розрізняють дві групи ізоліній: справжні ізолінії (характеризують безперервна зміна будь-якого показника, до них відносяться горизонталі) і псевдоізолінії, що відображають дані, що мають статистичну природу (наприклад, дискретні значення від джерел викидів). Для уявлення ізоліній застосовують різні образотворчі засоби: лінії різних типів, товщини і кольору, пошарова колірна забарвлення фону (або штрихування) проміжків між ізолініями.

## **8.3. Тривимірна візуалізація**

*Тривимірне зображення поверхні (3D-поверхня)* - засіб цифрового об'ємного уявлення поверхонь у вигляді дротяних діаграм, при цьому використовуються різні

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 20                                    |

типи проекції, при цьому зображення можна повертати і нахилити, використовуючи простий графічний інтерфейс.

Для відображення рельєфу за даними ЦМР можуть бути сформовані растрові зображення.

*Растрова поверхню* (зображення) - формується за Grid-моделі, при цьому кожному пікселю присвоюється значення, пропорційне висоті відповідної комірки сітки.

*Тіньовий рельєф (аналітична відмивання рельєфу)* - растрове відображення ЦМР, при формуванні якого крім висоти кожної ділянки сітки Grid-моделі, враховується освітленість схилів.

Реалізовано можливість суміщення 3D - поверхонь з іншими тематичними шарами. Для досягнення реалістичності відображення об'єктів місцевості 3D-поверхні поєднуються з картографічними або ортозображеннями.

*Віртуальна модель місцевості (ВММ)* - модель місцевості, яка містить інформацію про рельєф земної поверхні, її спектральних яскравостей і об'єктах, розташованих на даній території, призначена для інтерактивної візуалізації. ВММ дозволяє забезпечити ефект присутності на місцевості, може бути відображена у вигляді тривимірної статичної сцени (3D-вид) або в режимі імітації польоту над місцевістю, коли спостерігач знаходиться в точці з заданими координатами.

## 9. ЕТАПИ І ПРАВИЛА ПРОЕКТУВАННЯ ГІС

Застосування ГІС для вирішення різних завдань, в різних організаційних схемах і з різними вимогами, обумовлює різні підходи до процесу проектування ГІС.

Виділяють п'ять основних етапів процесу проектування ГІС.

1. Аналіз системи прийняття рішень. Процес починається з визначення всіх типів рішень, для прийняття яких потрібна інформація. Повинні бути враховані потреби кожного рівня і функціональної сфери.

2. Аналіз інформаційних вимог. Визначається, який тип інформації потрібен для прийняття кожного рішення.

3. Агрегація рішень, тобто угруповання завдань, в яких для прийняття рішень потрібно одна і та ж або значно перекриваються інформація.

4. Проектування процесу обробки інформації. На даному етапі розробляється реальна система збору, зберігання, передачі та модифікації інформації. Повинні бути враховані можливості персоналу по використанню обчислювальної техніки.

5. Проектування та контроль над системою. Найважливіший етап - це створення і втілення системи. Оцінюється працездатність системи з різних позицій, при необхідності здійснюється коригування. Будь-яка система буде мати недоліки, і тому її необхідно робити гнучкою і пристосовується.

Геоінформаційні технології покликані автоматизувати багато трудомісткі операції, раніше вимагали великих тимчасових, енергетичних, психологічних та інших витрат від людини. Однак різні етапи технологічного ланцюжка піддаються більшому або меншому автоматизації, що в значній мірі може залежати від правильної постановки вихідних завдань.

Перш за все, це формулювання вимог до використовуваних інформаційних продуктів і вихідним матеріалам, отриманим в результаті обробки. Сюди можна віднести вимоги до роздруківці карт, таблиць, списків, документів; до пошуку документів і т.д. В результаті має бути створений документ з умовною назвою «Загальний список вхідних даних».

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 21                                    |

Наступний крок - визначення пріоритетів, черговості створення і основних параметрів (територіального охоплення, функціонального охоплення і обсягу даних) створюваної системи. Далі встановлюють вимоги до використовуваних даних з урахуванням максимальних можливостей їх застосування.

## 10. КОНЦЕПЦІЯ ГІС І ВИМОГИ

### 10.1. Види ГІС

Географічна інформаційна система (ГІС) - це система для управління географічною інформацією, її аналізу і відображення. Географічна інформація може надаватися у вигляді серій наборів географічних даних, які моделюють географічного середовище за допомогою простих узагальнених структур даних. ГІС включає набори інструментальних засобів для роботи з географічними даними.

Географічна інформаційна система підтримає кисть кілька видів для роботи з географічною інформацією:

1. Вид бази геоданих: ГІС - це просторова база даних, що містить набори даних, які представляють географічну інформацію в контексті загальної моделі даних ГІС (векторні об'єкти, растри, топологія, мережі і т.д.)

2. Форма геовізуалізації: ГІС - це набір інтелектуальних карт і інших видів, які показують просторові об'єкти і відносини між об'єктами на земній поверхні. Можуть бути побудовані різні види карт, і вони можуть використовуватися як "вікна в базу даних" для підтримки запитів, аналізу і редагування інформації.

3. Вид геообробки: ГІС - це набір інструментів для отримання нових наборів географічних даних з існуючих наборів даних. Функції просторових даних (геообрамлення) витягують інформацію з існуючих наборів даних, застосовують до них аналітичні функції та записують отримані результати в нові похідні набори даних.

У програмному забезпеченні ESRI<sup>®</sup> ArcGIS<sup>®</sup> ці три види ГІС представлені каталогом (ГІС як колекція наборів геоданих), картою (ГІС як інтелектуальний картографічний вид) і набором інструментів (ГІС як набір інструментів для обробки просторових даних). Всі вони являються невід'ємними складовими повноцінної ГІС і в більшій чи меншій мірі використовуються у всіх ГІС-додатках.



Рис. Три виду ГІС.

### 10.2. Вид бази геоданих

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 22                                    |

ГІС - це особливий тип бази даних про навколишнє щем світі - географічна база даних (база геоданих). В основі ГІС лежить структурування база даних, яка описує світ в географічному аспекті.

Наведемо короткий огляд деяких ключових принципів, важливих для розуміння баз геоданих.

### 10.2.1. Географічне уявлення

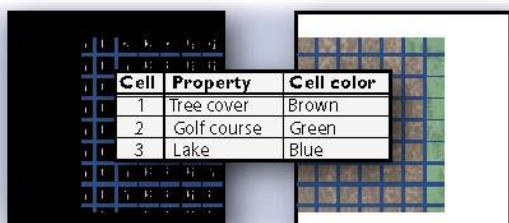
Створюючи дизайн бази геоданих ГІС, користувачі визначають, як будуть представлятися різні просторові об'єкти. Наприклад, земельні ділянки зазвичай представляються як полігони, вулиці - як центральні лінії, свердловини - як точки, і т.д. Ці об'єкти групуються в класи об'єктів, в яких кожен набір має єдине географічне уявлення.

Кожен набір даних ГІС дає просторове уявлення якогось аспекту навколишнього світу, включаючи:

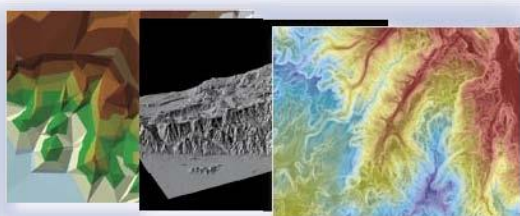
- Впорядковані набори векторних об'єктів (на бори точок, ліній і полігонів)



- Набори растрових даних, такі як цифрові моделі рельєфу або зображення просторові мережі



- Топографія місцевості та інші поверхні

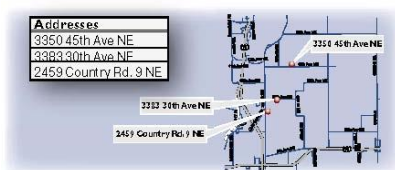


- Набори даних геодезичної зйомки



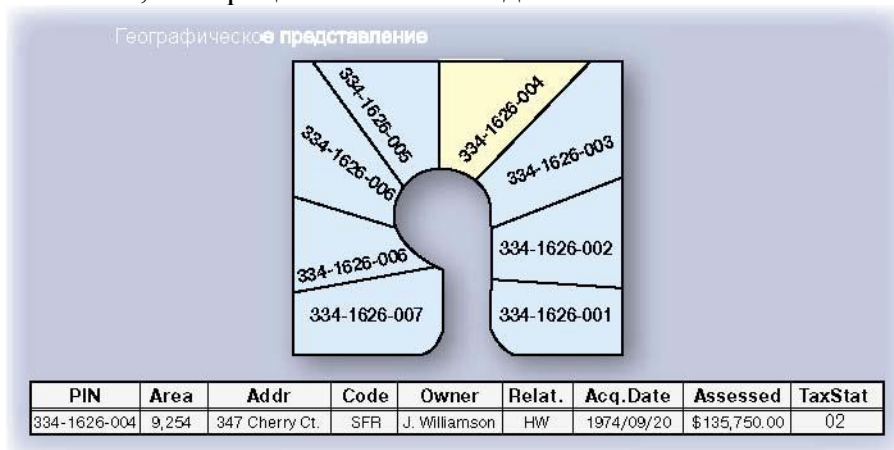
|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 23                                    |

- Інші типи даних, такі як адреси, назви місць, картографічна інформація



### 10.2.2. Описові атрибути

Крім географічних уявлень, набори даних ГІС включають традиційні табличні атрибути, що описують географічні об'єкти. Багато таблиці можуть бути пов'язані з географічними об'єктами за загальними полях (їх часто називають ключовими). Подібні табличні набори інформації і відносини (взаємозв'язку) відіграють ключову роль в моделях даних ГІС, аналогічну тій, яку вони виконують в традиційних при положеннях, які працюють з базами даних.



Таблиця класу просторових об'єктів

| PIN          | Area   | Addr           | Code |
|--------------|--------|----------------|------|
| 334-1626-001 | 7,342  | 341 Cherry Ct. | SFR  |
| 334-1626-002 | 8,020  | 343 Cherry Ct. | UND  |
| 334-1626-003 | 10,031 | 345 Cherry Ct. | SFR  |
| 334-1626-004 | 9,254  | 347 Cherry Ct. | SFR  |
| 334-1626-005 | 8,856  | 348 Cherry Ct. | UND  |
| 334-1626-006 | 9,975  | 346 Cherry Ct. | SFR  |
| 334-1626-007 | 8,230  | 344 Cherry Ct. | SFR  |

Пов'язана таблиця з даними про власників

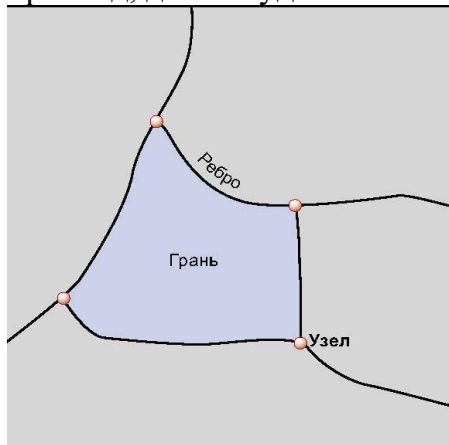
| PIN          | Owner         | Relat. | Acq.Date   | Assessed      | TaxStat |
|--------------|---------------|--------|------------|---------------|---------|
| 334-1626-001 | G. Hall       | SO     | 1995/10/20 | \$ 115,500.00 | 02      |
| 334-1626-002 | H. L Holmes   | UK     | 1993/10/06 | \$ 24,375.00  | 01      |
| 334-1626-003 | W. Rodgers    | HW     | 1980/09/24 | \$ 175,500.00 | 02      |
| 334-1626-004 | J. Williamson | HW     | 1974/09/20 | \$ 135,750.00 | 02      |
| 334-1626-005 | P. Goodman    | SO     | 1966/06/06 | \$ 30,350.00  | 02      |
| 334-1626-006 | K. Staley     | HW     | 1942/10/24 | \$ 120,750.00 | 02      |
| 334-1626-007 | J. Dormandy   | UK     | 1996/01/27 | \$ 110,650.00 | 01      |
| 334-1626-008 | S. Gooley     | HW     | 2000/05/31 | \$ 145,750.00 | 02      |

Взаємозв'язок (відносини) атрибутів і географічних об'єктів

### 10.2.3. Просторові відносини: топологія та мережі

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 24                                    |

Просторові відносини, такі як топології і мережі, є дуже важливими частинами бази даних ГІС. Топологія застосовується для контролю над спільними кордонами між просторовими об'єктами, для визначення і виконання правил цілісності даних, а також для підтримки топологічних запитів і навігації (наприклад, щоб визначити суміжності і зв'язність об'єктів). Топологія також використовується для розширеного редагування і побудови просторових об'єктів на основі неструктурованих геометричних елементів (наприклад, для побудови полігонів з ліній).



Географические объекты с общей геометрией. Геометрию объектов можно описать через отношения между узлами, ребрами и гранями.

Мережі описують пов'язаний граф ГІС-об'єктів, за яким можна переміщатися. Це важливо для моделювання маршрутів і навігації в таких сферах діяльності, як транспортна, трубопровідна, інженерні комунікації, гідрологія та в багатьох інших прикладних задачах, пов'язаних з мережами.

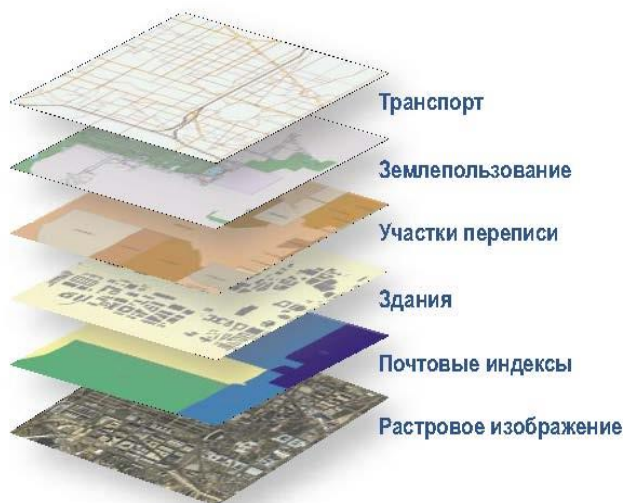


#### 10.2.4. Тематичні шари і набори даних

ГІС організовує просторові дані в серії тематических шарів і таблиць. Так як набори даних в ГІС пов'язані географічно, їм приписані реальні місця розташування, і вони накладаються один на одного.



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 25                                    |



У ГІС однорідні набори географічних об'єктів зібрані в такі шари, як земельні ділянки, свердловини, будівлі та споруди, ортофотознімків і растрові цифрові моделі рельєфу (ЦМР, DEM). Чітко визначені набори геоданих критично важливі для геоінформаційної системи, а заснований на шарах поняття тематичного набору інформації важливо для концепції набору даних ГІС.

Набори даних можуть представляти:

- Первинні "сирі" вимірювання (наприклад, супутників зображення)
- Скомпільовану і інтерпретовану інформацію
- Дані, отримані в ході виконання операцій геообробки з метою їх аналізу та моделювання

Багатоплоскові відносини між шарами легко визначаються, виходячи з їх загального географічного положення.

ГІС управляє простими шарами даних як клас самі родових ГІС-об'єктів і використовує багатий набір інструментів при роботі з шарами даних для виявлення багатьох ключових відносин

ГІС буде використовувати безліч наборів даних з багатьма уявленнями, часто отриманими з різних організацій. Тому, дуже важливо, щоб набори даних ГІС були:

- Простими у використанні і легкими для розу ня
- Сумісними з іншими наборами географічних даних
- Ефективно компільовані і оцінюються
- Забезпечені зрозумілою документацією по наповнити ню, планового використання і призначенням

Будь-яка база даних ГІС або файлова база буде жорстко дотримуватися цих загальних принципів і концепцій. Для будь-якої ГІС необхідний механізм опису географічних даних в цьому контексті, а також широкий набір інструментів для використання і управління цією інформацією.

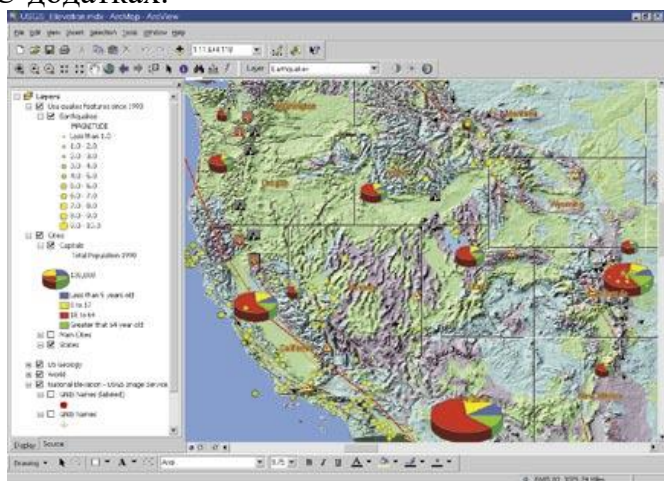
### 10.3. Вид геовізуалізації

Геовізуалізація має на увазі роботу з картами та іншими видами географічної інформації, в тому числі з інтерактивними картами, 3D сценами, підсумковими діаграмами і таблицями, видами з показниками часу, схематичними видами мережевих відносин.

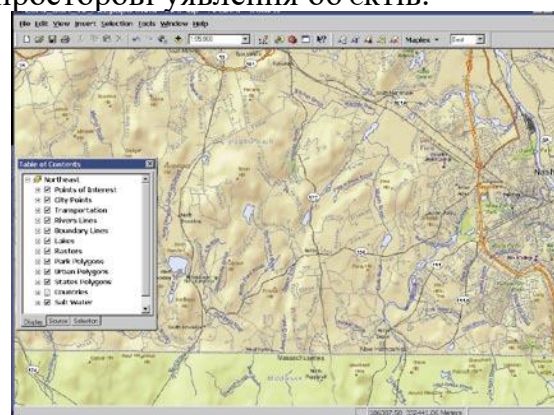
ГІС включає в себе інтерактивні карти та інші види, які оперують з наборами географічних даних. Карти - це потужний модельний образ для визначення і стандартизації того, як люди використовують географічну інформацію і взаємодій

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 26                                    |

обхідних з нею. Інтерактивні карти надають основний користувальницький інтерфейс для більшості ГІС-додатків. Вони доступні на багатьох рівнях: від карт для безпроводних мобільних клієнтів до Web-карт в браузері і карт в потужних настільних ГІС-додатках.



Карты в ГІС багато в чому схожі з статичними паперовими картами, але до того ж вони інтерактивні, тобто ви можете взаємодіяти з ними. Інтерактивну карту можна зменшувати і збільшувати, причому за певних масштабах деякі шари на карті можуть з'являтися або зникати. Ви можете застосовувати умовні знаки для відображення шарів карти на основі будь-якого обраного набору атрибутів. Наприклад, кольорова шкала умовних позначень для земельних ділянок може ґрунтуватися на типах їх зонування, а розміри точкових значків для позначення свердловин можуть бути пов'язані з їх обсягом вироблення. При вказівці географічного об'єкта на інтерактивній карті можна отримати про нього додаткову інформацію, будувати про просторові запити і проводити аналіз. Наприклад, можна знайти всі магазини певного типу недалеко від шкіл (наприклад, в радіусі 200 м) або все заболочені ділянки на відстані до 500 м від обраних доріг. Крім того, багато користувачів ГІС за допомогою інтерактивних карт проводять редагування даних і створюють просторові уявлення об'єктів.



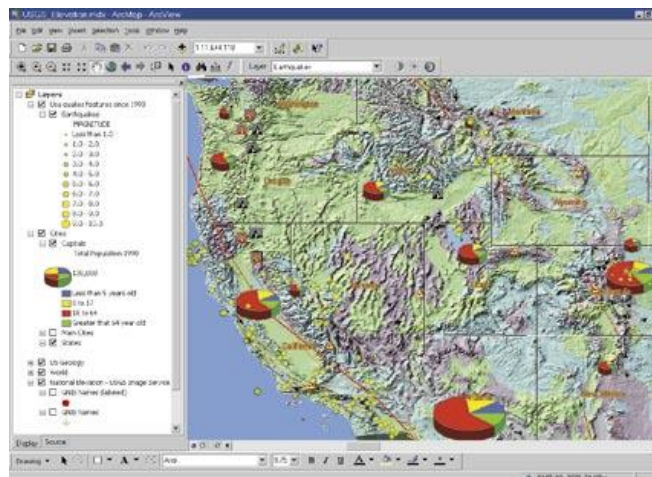
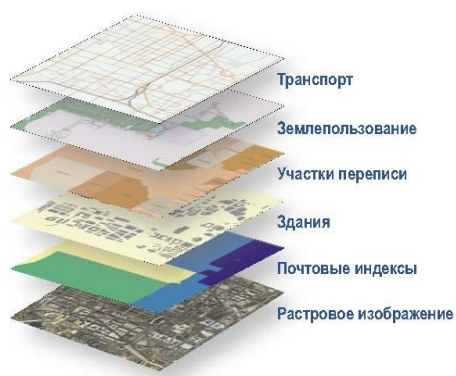
Карты використовуються для відображення та передачі географічної інформації, а також для виконання численних завдань, таких як розвинена компіляція даних, картографування, аналіз, запити, збір даних в польових умовах.

Крім карт, в базах даних ГІС використовуються інші інтерактивні види, такі як тимчасові зрізи, глобуси і схематичні креслення. Саме через інтерактивні карти користувачі ГІС виконують більшість стандартних завдань: як простих, так і

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/M/BK1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 27                                    |

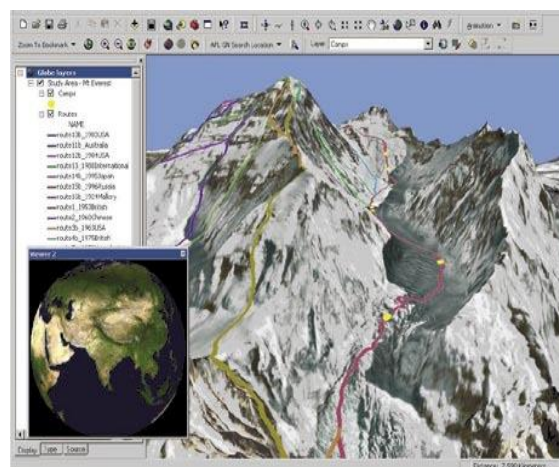
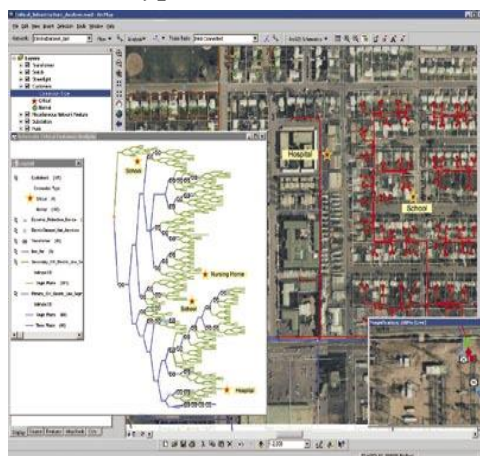
просунутих. Ці карти - основна робоча форма в ГІС, що забезпечує доступ до географічної інформації для співробітників організації.

Розробники часто вбудовують карти в користувацького додатки, і багато користувачів публікують в Інтернеті Web-карти, призначені для використання в ГІС.



*Види, що відображають обстановку в різні моменти часу, використовуються, наприклад, для стеження за ураганами*

*Карти, вбудовані в призначені для користувача*



*Схематичні малюнки використовуються, наприклад, для показу газових мереж*

*Користування програмою ArcGlobe для показу маршрутів сходження на гору Еверест*

Як показано в прикладах на цих малюнках, інформацію, в тому числі що стосується різних часових зрізах (які фіксуються як "події"), можна уявити в програмному продукті Tracking Analyst, в ArcGIS Schematics, у вбудованих додатках, які використовують елементи керування MapControl для пошуку земельних ділянок. Її також можна переглядати за допомогою програми ArcGlobe.

## 10.4. Вид геообробки

### 10.4.1. Загальні відомості

Наступний вид ГІС представлений колекцією наборів географічних даних і операторами (інструментами), що застосовуються до цих наборів даних. Набори географічних даних можуть являти собою первинні "сирі" вимірювання (наприклад,

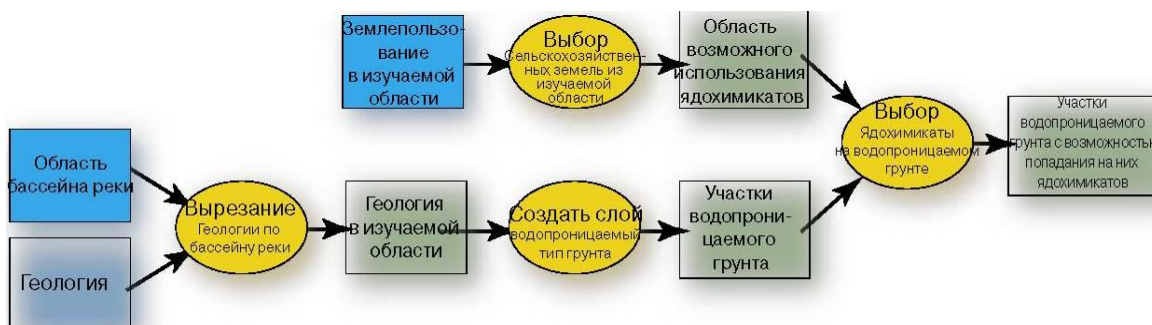
|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 28                                    |

супутникові знімки), інтерпретовану і скомпільовану аналітиками інформацію (наприклад, дороги, споруди або типи ґрунтів), або інформацію, отриману з інших джерел шляхом додаткового аналізу або моделювання. Геообробки пов'язана із застосуванням інструментів і процедур, які використовуються для генерування виготовлених наборів даних.

ГІС пропонує багатий вибір інструментів для обробки просторової інформації. Ці інструменти використовуються для роботи з такими інформаційними об'єктами ГІС, як набори даних, поля атрибутів і картографічні елементи ти для виведення карт на друк. У сукупності ці просунуті команди і об'єкти даних формують основу розвиненою середовища обробки географічних даних (геообробки).

### ДАНИ + ІНСТРУМЕНТ = НОВІ ДАНИ

Інструменти ГІС є будівельними блоками для виконання багатокрокових операцій. Інструмент застосовує операцію до деяких наявними даними з метою отримання нових даних. Серед геообробки використовується в ГІС для послідовник ного виконання серії таких операцій. Операції, з'єднані в єдиний ланцюжок, формують модель процесу обробки даних. Така єдина послідовність виконання операцій використовується в ГІС для автоматизації виконання багаточисельних завдань геообробки. Створення і застосування подібних процедур і називається геообробки.



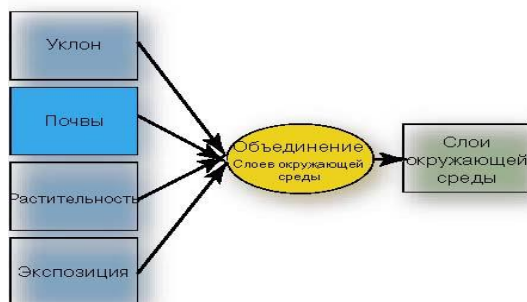
### 10.4.2. Геообробки в дії

Геообробки використовується для моделювання про процесів передачі даних з однієї структури в іншу з метою виконання багатьох стандартних задач ГІС - наприклад, для імпорту даних з різних форматів, інтегрування цих даних в ГІС, для стандартних процедур перевірки якості імпортованих даних. Можливість автоматизації та повторного використання таких робочих процесів є сильною стороною ГІС. Вона широко застосовується в багато чисельних ГІС-додатках і сценаріях роботи з даними.

Механізм, який використовується для побудови робочих потоків при геообробки, повинен виконувати ряд команд в певній послідовності. Користувач ArcGIS можуть створювати такі процеси графічно за допомогою інтерфейсу ModelBuilder™, вони також можуть написати скрипти за допомогою таких сучасних інструментів програмування, як Python, VBScript і JavaScript.

Геообробки широко використовується на всіх етапах роботи з ГІС для автоматизації та компіляції даних, управління, аналізу і моделювання даних, а також для розвиненої картографії.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 29                                    |



### 10.4.3. Компіляція даних

Перед виконанням процедур, які можна автоматизувати за допомогою геообробки, необхідно переконатися в якості і цілісності даних, а також проконтролювати їх придатність для багаторазових запитів QA/QC. Автоматизація цих робочих потоків засобами геообробки допомагає спільно використовувати серії процедур, виконувати пакетну обробку і документувати ці ключові процеси в ході обробки даних.

### 10.4.4. Аналіз і моделювання

Геообробки - це ключова середовище для моделювання і аналізу. До звичайних додатків для моделювання відносяться:

- Моделі стійкості та придатності, прогнозування і оцінки альтернативних сценаріїв
- Інтеграція зовнішніх моделей
- Поширення і спільне використання моделей

### 10.4.5. Управління даними

Управління потоками географічних даних критично важливо для всіх ГІС-додатків. Користувачі ГІС застосовують функції геообробки для переміщення даних в і з бази даних, для публікації даних в різних форматах, наприклад профайлах GML (Geographic Markup Language), для об'єднання східних наборів даних, модернізації схем баз даних ГІС, а також для виконання пакетної обробки вмісту баз даних.

### 10.4.6. Картографія

Розвинені інструменти геообробки використовуються для отримання різномасштабних картографічних уявлень, виконання генералізації, автоматизації здебільшого робочих процесів забезпечення і контролю якості (QA/QC) при створенні картографічних продукції типографської якості.

## 11. УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЄЮ В ГІС

### 11.1. Загальні відомості

При управлінні ГІС-інформацією використовуються багато концепції та характеристики стандартної архітектури інформаційних технологій, які добре працюють в централізованій корпоративній комп'ютерній середовищі. Наприклад, набори даних ГІС можуть управлятися в реляційних базах даних, як і інша корпоративна інформація. Для оперування даними, що зберігаються в системі управління базами даних (СКБД), використовується сучасна логіка взаємодії додатків. Подібно до інших корпоративних інформаційних систем, робота яких заснована на транзакціях, ГІС широко використовується для постійної зміни і оновлення баз географічних даних. Проте, технологія ГІС має ряд важливих особливостей.

### 11.2. Дані ГІС комплексні

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 30                                    |

ГІС-дані, як правило, мають великий обсяг і включають велику кількість великих елементів. Напри заходів, простий запит до бази даних для заповнення звичайного комерційного бланка виведе кілька рядів даних, в той час як для створення карти по потрібно запросити з бази даних сотні або навіть тисячі записів. Крім того, обсяг інформації, що відображається векторної або растрової графічної інформації може становити багато мегабайти. Крім цього, ГІС-даних притаманні складні відносини і структури, такі як транспортні мережі, топографія території і топологія.

### **11.3. Компіляція даних ГІС є нетривіальним спеціалізованим процесом**

Для побудови та підтримки графічних наборів даних в ГІС потрібні розвинені засоби редагування. А для підтримки цілісності і поведінки географічних векторних об'єктів і растрових необхідна їх спеціалізована обробка на основі особливих географічних правил і команд. Тому компіляція даних в ГІС вимагає істотних витрат. Це одна з причин, що спонукають користування до спільної роботи з наборами ГІС-даних.

### **11.4. ГІС-транзакційна система**

Як і в інших системах управління базами даних, в базі даних ГІС відбувається постійне оновлення різноманітних даних. Тому база даних ГІС, як і інші бази даних, повинна підтримувати подібні транзакції. При цьому, у користувачів лей ГІС є деякі спеціальні вимоги до транзакцій. Одним з головних умов є можливість підтримки довгих транзакцій.

У ГІС одна єдина операція редагування може спричинити за собою зміни багатьох рядків даних у багатьох таблицях. Користувачі повинні мати можливість скасовувати і повторювати операції редагування. Сеанс редагування може тривати кілька годин або навіть днів. Часто редагування повинно проводитися в системі, відкріплення від центральної, спільно використовуваної бази даних.

У багатьох випадках, суттєве оновлення бази даних проводиться поетапно. Наприклад, у додатку до інженерних комунікацій, ця робота зазвичай включає такі стадії, як "розробка", "пропозиція", "прийняття", "реконструкція" і "здача". Цей процес в значній мірі цикли ний.

Технічне завдання спочатку складається і передається інженеру, потім поступово модифікується в міру реалізації окремих етапів, і, нарешті, всі внесені зміни повертаються назад в корпоративну базу даних.

Робочий процес оновлення і передачі даних може тривати дні і місяці. Однак база даних ГІС все одно повинна залишатися доступною для постач щоденної роботи і поточних оновлень, а користувачі повинні мати можливість звертатися до своїх версіями загальної бази даних ГІС. Ось ще приклади робочих процесів управління даними в ГІС:

- Автономне редагування: деяким користувачам потрібна можливість "відкріплення" фрагментів бази даних ГІС та їх реплікації (перенесення) в інше місце в незалежну, від ділову систему. Наприклад, для проведення редагування в польових умовах деяких даних, вам необхідно забрати з собою якісь дані, провести їх редагування і оновлення на місці виконання робіт, а потім переслати внесені зміни в основну базу даних.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 31                                    |



Этапы работы при автономном редактировании в полевых условиях

- Розподілені географічні бази даних:

Регіональна база даних може бути частковою копією відповідного "шматка" основної бази даних корпоративної ГІС. Ці бази даних повинні періодично синхронізуватися для обміну внесеними кожно з них зміни ми

### 11.5. Реплікація з непрямою (нежорсткій) зв'язком

Реплікація з нежорсткій зв'язком в межах СУБД. Часто користувачі хочуть синхронізувати кін текст ГІС-даних між декількома копіями бази даних (званих репліками), коли на кожному місці ведуться свої власні оновлення локальної бази даних. Час від часу користувачі хочуть перенести ці оновлення з кожної репліки бази даних в інші і синхронізованих їх зміст. При цьому СУБД можуть бути різними (наприклад, SQL Server™, Oracle® і IBM® DB2®).

## 12. ГІС - РОЗПОДІЛЕНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

### 12.1. Загальні відомості

Зараз в більшості географічних інформаційних систем дані шарів і таблиць надходять з різних організацій. Кожна організація розробляє більш-менш вагому частину, а не всі інформаційні наповнення своєї ГІС. Зазвичай хоча б деякі шари даних надходять із зовнішніх джерел. Потреба в даних є стимулом для користувачів отримувати нові дані найбільш ефективними і швидкими способами, в тому числі набуваючи частини баз даних для своїх ГІС у інших ГІС-користувачів. Таким чином, управління даними ГІС здійснюється декількома користувачами.

### 12.2. Можливості взаємодії

Розподілена сутність ГІС передбачає широкі можливості для взаємодії між багатьма ГІС-організаціями і системами. Співпраця і спільна робота користувачів дуже важливі для ГІС.

ГІС-користувачі в своїй роботі давно спираються на взаємовигідну діяльність з обміну даними і їх спільного використання. Реальним відображенням цієї

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 32                                    |

фундаментальної потреби є безперервні зусилля в області створення ГІС стандартів. Прихильність галузевим стандартам і загальним принципам побудови ГІС критично важлива для успішного розвитку і широкого впровадження цієї технології. ГІС повинна підтримувати найбільш важливі стандарти і мати можливість адаптації при появі нових стандартів.

### 12.3. ГІС-мережі

Багато географічних набори даних можуть компілюватися і управлятися як загальний інформаційний ресурс і спільно використовуватися спільнотою користувачів. До того ж користувачі ГІС мають власне бачення того, яким чином можна забезпечити обмін популярними наборами даних через Web.

Ключові web-вузли, звані порталами каталогів ГІС, надають можливість користувачам як викладати власну інформацію, так і шукати доступну для використання географічної інформації. В результаті ГІС-системи все більшою мірою підключаються до Всесвітньої павутини і отримують нові можливості обміну і використання інформації.

Це бачення впровадити в свідомість людей за по останньому десятиліття і знайшло відображення в таких поняттях, як Національна інфраструктура просторових даних (NSDI) і Глобальна інфраструктура просторових даних (GSDI). Ці концепції постійно розвиваються і поступово впроваджуються, причому не тільки на національному та глобальному рівнях, але також на рівні округів і муніципальних утворень. В узагальненому вигляді ці концепції включені в поняття Інфраструктури просторових даних (SDI, Spatial Data Infrastructure).

ГІС-мережу по суті є одним з методів упровадження ня і просування принципів SDI. Вона об'єднує безліч користувальницьких сайтів, сприяє публікації, пошуку і спільного використання географічної інформації за допомогою World Wide Web.

Географічне знання спочатку є розподіленим і слабо інтегрованим. Вся необхідна інформація рідко міститься в окремому примірнику бази даних з власної схемою даних. Користувачі ГІС взаємодіють один з одним з метою отримати частини наявних у них ГІС даних. За допомогою ГІС-мереж користувачам простіше налагодити контакти і обмін накопиченими географічними знаннями.

До складу ГІС-мережі входять три основних будівельних блоку:

- Портали каталогів метаданих, де користувачі можуть провести пошук і знайти ГІС-інформацію відповідно до їх потреб
- ГІС-вузли, де користувачі компілюють і публікують набори ГІС-інформації
- Користувачі ГІС, які ведуть пошук, виявляють, звертаються і використовують опубліковані дані і сервіси

### 12.4. Каталоги ГІС-порталів

Важливим компонентом ГІС-мережі є каталог ГІС-порталу з систематизованим реєстром різноманітних місць зберігання даних і інформаційних наборів. Частина ГІС-користувачів діє в якості розпорядників даних, вони компілюють і публікують свої набори даних для спільного використання в різних організаціях. Вони реєструють свої інформаційні набори в каталозі порталу. Проводячи пошук за цим каталогом, інші користувачі можуть знайти потрібні їм інформаційні набори і звернутися до них.

Портал ГІС-каталогу - це Web-сайт, де ГІС користувачі можуть шукати і знаходити потрібну їм ГІС-інформацію. Надані можливості залежать від комплексу пропонованих мережевих сервісів ГІС-даних, картографічних сервісів і сервісів метаданих. Періодично сайт порталу ГІС-каталогу може проводити обстеження каталогів пов'язаних з ним сайтів-учасників з метою опублікування і поновлення одного



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 33                                    |

центрального ГІС-каталогу. Таким чином, ГІС-каталог може містити посилання на джерела даних, наявні як на цьому, так і на інших сайтах. Передбачається, що будуть створені серії таких каталожних вузлів, і на їх основі сформується загальна мережа - Інфраструктура просторових даних.

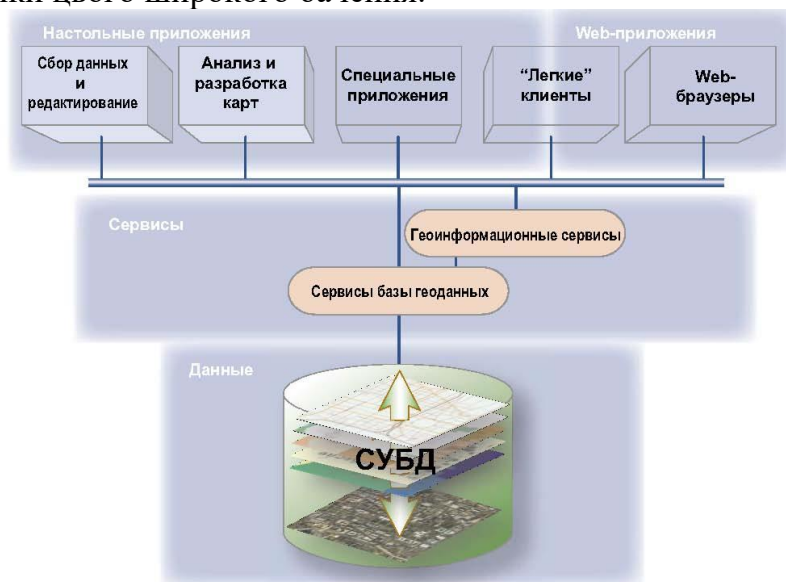
ГІС-дані і сервіси документуються у вигляді каталожних записів в каталозі ГІС-порталу, за яким можна проводити пошук кандидатів для використання в різних ГІС-додатках.

Одним із прикладів порталу ГІС-каталогу є портал уряду США (Geospatial One-Stop, сайт: [www.geodata.gov](http://www.geodata.gov)). Цей портал дозволить державним органам всіх рівнів і широкої загальності простіше, швидше і з меншими витратами звертатися до географічної інформації.

### 13. СКЛАД СУЧАСНОЇ ПЛАТФОРМИ ГІС

Вимоги до ГІС впливають на процес розробки і впровадження програмного ГІС-забезпечення. Подібно до інших інформаційних технологій, ГІС повинна забезпечувати простоту впровадження додатків, створених на її основі для підтримки робочих процесів і бізнес вимог будь-якої організації. Це досягається за рахунок створення базової платформи програмного забезпечення, що підтримує різні типи наборів географічних даних, розвинені інструментальні засоби управління даними, їх редагування, аналізу та візуалізації.

У цьому контексті, програмне забезпечення ГІС все в більшій мірі розглядається як ІТ-інфраструктури, навколо якої формуються великі, сучасні розраховані на багато користувачів системи. Платформа ГІС повинна надавати всі можливості, необхідні для підтримки цього широкого бачення.



*Дизайн современной платформы ГИС, отвечающей требованиям географического подхода к накоплению знания.*

До них відносяться:

- географічна база даних для зберігання і управління всіма географічними об'єктами
- заснована на Web мережу для розподіленого управління географічною інформацією та її спільного використання
- настільні і серверні додатки для:
  - компіляції даних,
  - інформаційних запитів,
  - просторового аналізу і обробки геоданих,

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 34                                    |

- створення картографічних продуктів,
- візуалізації та дослідження растрових зображень,
- управління даними ГІС;
- модульні програмні компоненти (engines – двигуни програм) для вбудовування ГІС-логіки в інші додатки і спеціалізовані користувацькі програми;
- географічні інформаційні сервіси для багаторівневих і централізованих ГІС-систем.

#### 14. КОРОТКИЙ ОГЛЯД ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ НА УКРАЇНІ

На Україні використовуються ГІС, як професійного рівня, так і спеціалізовані. Програмні продукти формуються на основі модульного принципу. Зазвичай виділяють базовий модуль і модулі розширення (або додатки). У базовому модулі містяться функції, що реалізують основні операції ГІС, в тому числі програмна підтримка пристроїв введення-виведення, експорт та імпорт даних і т.д. Слід зазначити, що програмні продукти різних фірм мають багато спільного, так як виробники змушені позичати один в одного ті чи інші технологічні розробки. В даний час на ринку представлено близько 20 добре відомих ГІС-пакетів, які можна віднести до повнофункціональним.

Характеризуючи властивості повнофункціональних ГІС можна відзначити їх загальні риси. Всі системи працюють на платформі Windows. Тільки деякі з них мають версії, що працюють під управлінням інших операційних систем ( «Горизонт» - MS DOS, Unix, Linux, MC BC, Free BSD, Solaris, ІНТРОС; ПАРК - MS DOS; Arc GIS Arc Info-Solaris, Digital Unix, AIX та ін .; ArcView GIS - Unix).

Всі системи підтримують обмін просторовою інформацією (експорт та імпорт) з багатьма ГІС і САПР через основні обмінні формати.

Ще більш однорідними є можливості по роботі з атрибутивною інформацією. Більшість систем забезпечують роботу з усіма основними СУБД через драйвери ODBC, BDE. Першою в ряду підтримуваних або використовуваних СУБД варто Oracle.

У переважній більшості випадків сучасні повнофункціональні ГІС дозволяють розширювати свої можливості. Основним способом розширення можливостей є програмування на мовах високого рівня (MS Visual Basic, MS Visual C ++, Borland Delphi, Borland C ++ Builder) з підключенням DLL і ОСХ-бібліотек (ActiveX). Природно є і виключення. Такі системи як MapInfo Professional використовують Map Basic, а системи ArcView GIS - Avenue.

Найбільш поширеними зарубіжними системами з різних причин є ArcView GIS, MapInfo Professional, MicroStation / J. Аналогічний перелік вітчизняних систем очолюють Географ, Панорама (Карта 2000), ПАРК, GeoLink.

Коротко охарактеризуємо найпоширеніші програмні продукти, відзначаючи особливості і області застосування.

**ArcGIS ArcInfo** (розробник фірма ESRI, США) . Повнофункціональна ГІС, що складається з двох незалежно встановлюваних програмних пакетів - ArcInfo Workstation і ArcInfo Desktop. Перший складається з трьох базових модулів: ArcMap - відображення, редагування та аналіз даних, ArcCatalog - доступ до даних і управління ними, ArcToolbox - інструмент розширеного просторового аналізу, управління проекціями і конвертацією даних. Додаткові модулі забезпечують вирішення наступних завдань:

- Arc COGO - набір засобів і функцій для роботи з геодезичними даними;

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 35                                    |

- Arc GRID - має потужний набір засобів аналізу та управління безперервно розподіленими числовими і якісними ознаками, що подаються у вигляді регулярних моделей, а також моделювання складних процесів;

- ARC TIN - призначений для моделювання топографічних поверхонь;

- Arc NETWORK - для моделювання та аналізу топологічно пов'язаних об'єктів у вигляді просторових мереж, оцінки та управління ресурсами, розподіленими по мережах, і процесами в таких мережах.

ArcInfo забезпечує створення геоінформаційних систем, створення та ведення земельних, лісових, геологічних та інших кадастрів, проектування транспортних мереж, оцінку природних ресурсів.

**ArcGIS ArcView** (розробник фірма ESRI, США). Настільна ГІС, яка надає користувачеві засоби вибору і перегляду різноманітних геоданих, їх редагування, аналізу та виведення (бізнес, наука, освіта, управління, соціологія, демографія, екологія, транспорт, міське господарство).

Всі продукти ArcGis можуть використовувати додаткові модулі для вирішення спеціалізованих завдань просторового аналізу:

- ArcGIS Spatial Analyst - програмний модуль для роботи з растровими поверхнями. Дозволяє аналізувати характеристики поверхні, а також інтерполювати просторово розподілені дані для візуалізації та аналізу процесів;

- ArcGis 3D Analyst - програма для створення, візуалізації та аналізу тривимірних об'єктів і поверхонь;

- ArcGIS Geostatistical Analyst - новий модуль для інтерполяції поверхонь на основі статистичного аналізу просторово розподілених даних;

- ArcView підтримує реляційні СУБД, має розвинену ділову графіку (форма перегляду, таблична форма, форма діаграм, створення макета), передбачає створення професійно оформленої картографічної інформації і розробку власних програм.

**MapInfo Professional** (розробка фірми MapInfo Corp.США), одна з найпоширеніших настільних ГІС в Росії. MapInfo спеціально спроектований для обробки і аналізу інформації, що має адресу або просторову прив'язку.

В MapInfo реалізовані:

- Пошук географічних об'єктів;

- Робота з базами даних;

- Геометричні функції: розрахунки площ, довжин, периметрів, обсягів, укладених між поверхнями;

- Побудова буферних зон навколо будь-якого об'єкта або групи об'єктів;

- Розширена мова запитів SQL, запити ґрунтуються на виразах, здійснюють об'єднання, відображають доступні поля, дозволяють робити підзапити, об'єднання з декількох таблиць і географічні об'єднання.

- Комп'ютерний дизайн та підготовку до видання картографічних документів.

Окремо слід виділити професійні багатофункціональні інструментальні ГІС, що забезпечують можливість безпосередньої обробки даних ДЗ. До них відносяться ERDAS IMAGINE, ERMapper і ін.

**ER Mapper** (розробка ER Mapper) Обробка великих обсягів фотограмметричної інформації, тематичне картографування (геофізика, природні ресурси, лісове господарство). Точність, друк карт, візуалізація тривимірного зображення, бібліотека алгоритмів .

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 36                                    |

## 15. ВИЗНАЧЕННЯ КАРТОГРАФІЇ, ЇЇ СТРУКТУРА І ЗВ'ЯЗОК ІЗ СУМІЖНИМИ НАУКАМИ

15.1 Визначення картографії та її зміст

15.2 Розділи картографії

15.3 Зв'язок картографії з іншими науками

### **Визначення картографії і її зміст**

Довгий час картографію називали наукою про географічні карти, їх властивості, методи їх створення і використання. Але сучасна картографія вивчає реальну дійсність, об'єкти і явища природи і суспільства не тільки з допомогою карт, а й інших картографічних творів.

Картографічні зображення утворюють просторові образно-знакові моделі, здатні показувати переміщення явищ, їх просторові зміни, взаємозв'язку і розвиток у часі, відображати накопичені знання і служити для придбання нових знань. Виходячи з цього К.А. Саліщев дає таке визначення картографії. ***Це наука про відображення і дослідження явищ природи і суспільства - їх розміщення, властивостей, взаємозв'язків і змін у часі - за допомогою картографічних зображень, як просторових образно-знакових моделей.***

В системі картографії можна виділити два напрямки - географічна картографія та інженерна картографія. ***Географічна картографія*** відображає і досліджує географічні системи (геосистеми) в цілому та окремих їх компонентів. Представники цього напрямку віддають пріоритет контактам з природно-науковими дисциплінами, дотримуються поглядів на картографію як науково-пізнавальну науку (переважно дослідницьку). Представники ***інженерної картографії*** дотримуються поглядів на картографію як на науково-технічну науку (переважно виробничу) і більш пов'язані з геодезичними науками. Географічна картографія розвивається головним чином в університетах та академічних інститутах, а інженерна картографія - в технічних вузах і науково-виробничих організаціях. При всіх відмінностях обидві школи тісно співпрацюють у своїй роботі.

В даний час в картографії склалося кілька теоретичних концепцій - систем поглядів на предмет і метод картографії.

***Пізнавальна або модельно-пізнавальна концепція*** трактує картографію як пізнавальну науку, тісно пов'язану з науками про Землю, природними і соціально-економічними науками, теорією пізнання і віддає перевагу у вивченні дійсності картографічного моделювання, розглядаючи карту як модель дійсності.

***Комунікативна концепція*** розглядає картографію як галузь інформатики, а карту як засіб комунікації, канал інформації.

***Мовна (картомовна) концепція*** вважає картографію як науку про мову карти, а карту - як особливий текст, виконаний за допомогою умовних знаків. Картографія розглядається тут як галузь лінгвістики і семіотики (науки про мови).

Є й інші концепції, що поєднують різні точки зору. ***Метакартографія*** - теорія картографії, заснована на логіко-філософських принципах відображення

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 37                                    |

(А.Ф.Асланікашвілі). **Картологія** - теорія, котра поєднує уявлення про комунікативні і модельних функціях картографії (Л.Ратайській).

У 80 роках ХХ в. почала розвиватися нова **геоінформаційна концепція**. У ній картографія постає як наука про системний інформаційно-картографічному моделюванні та пізнанні геосистем. Карта розглядається як образно-знакова геоінформаційна модель дійсності.

### **Розділи картографії**

Картографія підрозділяється на ряд розділів (дисциплін): загальна теорія картографії; історія картографії; математична картографія, картографічні способи зображення; проектування і складання карт; оформлення карт; видання карт; використання карт; картографічний метод досліджень; картографічне джерелознавство, картографічна інформатика, картбібліографія; картографічна топоніміка; картометрія; економіка і організація картографічного виробництва.

**Загальна теорія картографії** - включає поняття про предмет і метод картографії, вивчає питання методології створення та використання карт, картознавство - загальне вчення про картографічних творих.

**Історія картографії** - вивчення основних етапів і закономірностей у розвитку картографічної науки і виробництва.

**Математична картографія** - вивчає математичну основу карт: масштаб, координатні сітки, картографічні проекції, тобто вчення про їх властивості, видах, методах, оцінки спотворень, про вибір і вишукуванні проекцій для різних карт; компоновка і орієнтування карт.

**Картографічні способи зображення** - вивчає і розробляє теорію і методи побудови картографічних знаків, способи зображення явищ на тематичних картах.

**Проектування і складання карт** - розділ, що вивчає методи і процеси камерального виготовлення оригіналів карт і питання науково-технічного керівництва виготовленням карт на всіх етапах роботи над ними. Основне завдання розділу -заповнення картографічної сітки елементами змісту карти, які беруться з картографічних джерел. Результатом складацьких робіт є карта, звана оригіналом.

**Оформлення карт** - розробляє способи графічного відображення змісту карт, їх штрихового і барвистого оформлення, включаючи і засоби комп'ютерної графіки.

**Видання карт** - розробляє методи і процеси відтворення і механічного розмноження (друкування) карт, атласів та іншої картографічної продукції, тобто отримання з оригіналу карти необхідної кількості віддрукованих примірників повній відповідності з прийнятими умовами їх оформлення.

**Використання карт. Картографічний метод дослідження** - вивчає методи використання картографічних творів в різних галузях господарської, наукової, культурної, навчальної діяльності. На основі картографічного методу дослідження ведеться пізнання зображених на картографічних творах явищах.

**Картографічна інформатика. Картбібліографія** - розділ, що вивчає і розробляє методи збору, зберігання і доведення до споживачів інформації про

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 38                                    |

картографічних творах і джерелах, їх систематизація, складання каталогів, покажчиків, списків, оглядів картографічних творів.

**Картографічна топоніміка** - вибір географічних назв і їх правильна передача на картах, визначення смислового значення назв і термінів та їх нормалізація і стандартизація.

**Картометрія** - вчення про вимірювання і обчислення по картам довжин, висот, координат, площ, обсягів, кутів і т.п.

**Економіка і організація картографічного виробництва** - розділ, в якому вивчаються питання організації і планування картографічного виробництва, використання картографічного обладнання та матеріалів і т.п.

З появою нових галузей знань виникли нові розділи тематичної картографії. Наприклад, геологічне, радіоекологічне картографування і т.д. Поява глобальних позиціонувальних систем (GPS-ГПС) привело до виділення в математичній картографії нового напрямку - супутникового позиціонування.

Види картографування можна поділити:

- **по об'єкту** - астрономічне, планетне і земне, а всередині останнього - картографування суші і океанів;
- **за методом** - наземне, аерокосмічне та підводне;
- **за призначенням та практичній орієнтації** - навчальне, наукове, туристичне, навігаційне (морське, аеронавігаційне);
- **за масштабом** - велико-, середньо- і дрібномасштабне;
- **за принципом складання** (рівень узагальнення) - аналітичне, синтетичне і комплексне;
- **за ступенем автоматизації** - ручне, автоматизоване (інтерактивне) і автоматичне.

**Зв'язок картографії з іншими науками.**

Картографія тісно пов'язана з багатьма філософськими, соціально-економічними, природними і технічними науками і науковими дисциплінами. Практично вона взаємодіє з усіма галузями знань.

Найбільш тісні зв'язки картографії з науками про Землю і планетах - географічні, геолого-географічні, екологічні та ін. Науки озброюють картографа знаннями, необхідними для розуміння і правильного відображення на карті типових рис і характерних особливостей явищ, які входять у зміст конкретних географічних карт.

Соціально-економічні науки - соціологія, демографія, економіка, історія, археологія та ін. Так само, як і науки про Землю, дають зміст для тематичного картографування, впровадження в картографію нових методів, наприклад, економіко-математичного моделювання, мережевого планування.

Філософські науки - теорія моделювання, теорія відображення, системний аналіз, логіка складають основу при розробці теоретичних концепцій картографії, її знакових систем, методів моделювання та системного картографування.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 39                                    |

Астрономо-геодезичні - астрономія, геодезія, гравіметрія, топографія дають для картографії точні дані про форму і розміри Землі і планет, основу для складання загальногеографічних і тематичних карт.

Математичні науки - математичний аналіз, геометрія, тригонометрія, статистика теорія ймовірностей, теорія множин, математична логіка, теорія інформації, теорія графів та ін. Широко використовуються при побудові картографічних проєкцій, математико-картографічному моделюванні, створенні алгоритмів і програм картографування та використання карт, розробки інформаційних систем.

Технічні науки - поліграфія, приладобудування, електроніка, хімічна технологія, напівпровідникова та лазерна техніка та інші галузі використовуються при створенні нового картографічного обладнання та матеріалів, приладів, автоматичних систем.

Науки дистанційного зондування - аеро-, космічну та підводну зйомку, моніторинг використовуються для складання та оновлення карт, створення баз цифрової інформації та ін.

Тісна взаємодія між картографією і геоінформатики. Карти і атласи - один з головних джерел отримання просторової і тимчасової інформації для комп'ютерної обробки (моделювання) в геоінформатиці. Більш того, вся інформація (включаючи і «некартографічну»), використовується в Геоінфармаційних системах, як правило, прив'язується до карт, використовуючи систему координат, прийняту в картографії.

## 16. КАРТА ТА ІНШІ ГЕОЗОБРАЖЕННЯ

### Карта, її визначення, елементи карти

За традиційними уявленнями, *карта* — зменшене, узагальнене зображення поверхні Землі, інших небесних тіл або небесної сфери, побудоване за математичним законом на площині, яке за допомогою умовних знаків відображає розміщення і властивості об'єктів, пов'язаних з цими поверхнями.

*Карта* (за Держстандартом України) — це математично визначене, зменшене, генералізоване зображення поверхні Землі, іншого небесного тіла або космічного простору, що показує розташовані або спроектовані на них об'єкти в прийнятій системі умовних знаків.

**Елементи карти** — це її складові частини, що включають картографічне зображення, легенду, математичну основу, допоміжне оснащення і додаткові дані.

Головним елементом будь-якої географічної карти є *картографічне зображення* — сукупність відомостей про природні чи соціально-економічні об'єкти та явища, їх розміщення, властивості, зв'язки, розвиток тощо. У тематичних картах картографічне зображення поділяють на географічну основу і тематичний зміст.

На різних типах карт картографічне зображення різниться за багатьма ознаками. На топографічних картах зображують водні об'єкти, рельєф,

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 40                                    |

рослинний покрив, ґрунти, населені пункти, шляхи сполучення і засоби зв'язку, деякі об'єкти промисловості, сільського господарства, культури тощо. На тематичних картах основним змістом є корисні копалини, ґрунти, тваринний світ, розміщення шкіл чи інших об'єктів. Берегова лінія, річкова мережа на тематичних картах є другорядними елементами, важливими для орієнтування і прив'язки до місцевості інших елементів змісту. Це — *географічна основа*. Вибираючи елементи географічної основи, враховують їх зв'язки з явищами, які являють собою тему карти. Наприклад, на карті паливної промисловості відображають родовища горючих корисних копалин.

**Математична основа** зумовлює правила побудови на площині або іншого картографічного зображення сферичної поверхні Землі. Від неї залежать особливості подання геометричних ознак складових об'єктів, якими є довжина, ширина, площа, форма окремих об'єктів, а також відстань між об'єктами, напрямки, кути, що утворюють між собою певні напрямки чи лінійні елементи об'єктів, тощо. Саме математична основа забезпечує однозначність і безперервність зображення, а головне — його вимірність. Математичними елементами карти є масштаб, картографічні проекції, координатна сітка, а також елементи компонування і системи розграфлення.

**Оснащення карти** — графічні елементи і пояснення, які розміщують на карті для полегшення користування нею. До оснащення карти відносять: *координатні сітки, легенду; чисельний, графічний та іменованний масштаби; а також шкалу закладень*— графік, який використовують для визначення кутів нахилу схилів за горизонталями на топографічних картах; *схему магнітного відхилення і схему зближення меридіанів; схеми розташування сусідніх аркушів карт); різні шкали тощо; заголовок карт), вихідні дані, які містять інформацію про видавця, дату і місце видання, тираж, інші текстові пояснення, подані за рамкою карти. Іноді всі елементи оснащення карти, що розміщені на її полях, називають *зарамковим оформленням карт*).*

**Легенда** — це зведення використаних на карті умовних знаків і текстових пояснень до них, що розкривають її зміст. Легенда відображає застосовані показники об'єктів, ступінь узагальнення поданих на карті відомостей. Послідовність розміщення умовних знаків у легенді, їх підпорядкування, підбір зображувальних засобів відповідають існуючим науковим класифікаціям об'єктів картографування і правилам, за якими розміщують елементи легенди.

**Додаткові дані** — це елементи, тематично зв'язані із змістом основної карти, які доповнюють або пояснюють його, певним чином збагачуючи. До них відносять: *додаткові карти (карти-врізки), профілі, розрізи, графіки, діаграми, фотознімки, рисунки, узагальнювальні кількісні показники, пояснювальні тексти* тощо.

Додаткові карти мають відмінний від основної карти масштаб. У дрібнішому масштабі звичайно подають додаткову до змісту основної карти інформацію (наприклад, на фізичній карті може бути подана карта природних зон) або вказують розміщення поданої на карті території відносно суміжних регіонів (наприклад, певна область на карті держави). У збільшеному масштабі



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 41                                    |

додаткові карти дають детальніше зображення ділянки, характеристику якої неможливо подати на основній карті в потрібному обсязі.

### **Властивості та функції карти**

Карта як просторова, математично визначена й генералізована образно-знакова модель, має такі характерні властивості: просторово-часова подібність, змістова відповідність, абстрактність, вибірковість і синтетичність, метричність, однозначність, безперервність, наочність та читаність, оглядовість й висока інформативність.

**Подібність в просторі й часі**, що виявляється через:

*геометричну подобу*, тобто відповідність форми і розмірів реального об'єкта і його зображення;

*подоба в часі*, що означає правильну передачу стану і розвитку об'єктів і явищ на даний, вказаний на карті момент часу;

*подоба відносин* - карта повинна давати уявлення про взаємне положення, територіальну співвідпорядкованість та зв'язки об'єктів реального світу.

**Змістова відповідність** - визначається рівнем вивченості явища, повнотою і вірогідністю інформації, обґрунтованою методикою складання і правильним добором об'єктів і явищ.

**Абстрактність** досягається генералізованістю карти, переходом від індивідуальних понять до узагальнених шляхом підбирання типових характеристик об'єктів та усунення дрібних й другорядних деталей. Карта не є точною копією об'єкта чи його фотографією, а є суб'єктивним відображенням об'єктивної реальності.

**Вибірковість і синтетичність** характеризується здатністю вичленити й роздільно представити ті фактори, процеси й аспекти об'єкта, які в реальній дійсності проявляються сумісно. З іншої сторони, карти можуть забезпечувати єдине цілісне зображення явищ й процесів, які в реальних умовах проявляються ізольовано.

**Метричність** карти забезпечується математичним законом побудови, точністю її складання і відтворення. Наявність масштабу, класифікацій, шкал та градацій дозволяє виконувати на картах різноманітні вимірювання кількісних показників і визначати якісні характеристики. Кількісні характеристики можна отримати в абсолютних одиницях, у вигляді бальних або рангових оцінок.

**Однозначність.** Кожному об'єкту карти відповідає єдиний, цілком визначений об'єкт реального світу (але не навпаки - не всякий об'єкт реального світу відображається на карті).

Будь-яка точка чи лінія на карті має лише один, зафіксований у легенді зміст.

**Наочність і оглядовість.** Можливість швидкого зорового сприйняття як усєї зображеної на карті території в цілому, так і її найбільш важливих та істотних елементів.

Карта створює зорову модель території, відображає наявні знання про зображені об'єкти і явища, дозволяє знайти закономірності в їхньому розподілі на поверхні.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 42                                    |

**Інформативність** - здатність карти зберігати й передавати інформацію про об'єкти і явища реального світу. Інформацію на карті читач може сприймати безпосередньо і за результатами вимірювань, перетворень та логічних висновків.

Кожен картографічний твір у процесі його використання виконує певні функції. Назвемо основні з них.

**Комунікативна.** Зберігання і передача просторової інформації.

**Оперативна.** Безпосереднє вирішення на карті різних практичних задач (навігація, військова справа, надзвичайні ситуації, екологія, сільське господарство і т.д.).

**Конструктивна.** Застосування карт для розробки і реалізації господарських і соціальних проектів, тобто проектування і будівництва різних інженерних споруд.

**Пізнавальна.** Використання карт для досліджень у просторі й часі об'єктів та явищ природи і суспільства, придбання нових знань про ці об'єкти і явища.

**Прогностична.** Використання карт для передбачення явищ природи і суспільства, їх поширення у просторі й зміни в часі, а також їхніх майбутніх станів (прогноз розвитку ерозії, змиву ґрунтів, підтоплення, заболочування, опустелювання, винищення лісів і т.д. на підставі аналізу різночасних карт на ту саму територію).

### **Класифікація географічних карт**

Для зручності використання і зберігання карти ділять на групи (класифікують) за охопленням території, масштабом, призначенням і змістом.

**За охопленням території** розрізняють карти Сонячної системи і зоряного неба, карти планет (в т.ч. і Землі), півкуль, материків і океанів, країн, республік, областей та інших адміністративних одиниць; карти природних та економічних районів, окремих територій (заповідників, населених пунктів тощо).

**За масштабом** розрізняють карти:

*великомасштабні*, мають масштаб 1: 200 000 і крупніше;

*середньомасштабні* - з масштабом меншим 1: 200 000 і до 1: 1 000 000 включно;

*дрібномасштабні*, у котрих масштаб дрібніше 1: 1 000 000.

Великомасштабні загальногеографічні карти називають топографічними, середньомасштабні загальногеографічні - оглядово-топографічними, а дрібномасштабні загальногеографічні - оглядовими.

*Топографічні карти поділяються на:* топографічні плани - 1: 500, 1: 1000 та 1: 2000; топографічні карти великого масштабу - 1: 5000 та 1:10 000; середнього масштабу - 1:25 000 і 1:50 000; дрібного масштабу - 1: 100 000 і 1: 200 000.

Такий поділ географічних карт за масштабом не універсальні. Країни з невеликою територією мають інші підрозділи.

**За призначенням** виділяють карти *навчальні, довідкові, агітаційно-пропагандистські*. Довідкові карти залежно від характеру завдань, що вирішуються за їх допомогою, підрозділяють на науково-довідкові, військові, туристичні та ін.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 43                                    |

*За змістом* карти поділяються на *загальногеографічні, тематичні та спеціальні*.

*До загальногеографічних карт* відносяться карти, які передають зовнішній вигляд земної поверхні і деякі особливості об'єктів, розташованих на місцевості. Елементами змісту географічних карт є рельєф, гідрографія, рослинність і ґрунти, населені пункти, шляхи сполучення і засоби зв'язку, а в ряді випадків і політико-адміністративний поділ. Додатково на цих картах можуть бути дані зображення корисних копалин.

*Тематичні карти* відображають розміщення різноманітних природних і соціально-економічних явищ з їх якісними і кількісними особливостями. Зовні тематичні карти відрізняються від загальногеографічних тим, що в їх назві вказується тема (карта промисловості, карта народів світу). У назві загальногеографічних карт вказується тільки зображувана територія (Закарпатська область, Карпати).

Тематичні карти поділяються на *фізико-географічні (карти природи), соціально-економічні та карти природно-суспільної сфери (гіносфери)*.

Окремо виділяється блок *спеціальних карт*, призначених головним чином для технічних цілей: карти навігаційні (аеро- і космічні навігаційні, морські навігаційні, лоцманські, дорожні), карти кадастрові (земельного, водного, міського, лісового кадастрів і ін.), карти технічні (інженерно-будівельні, підземних комунікацій), карти проектні (меліоративні, лісовпорядкування, землевпорядні та ін.).

*За другорядними ознаками карти поділяються*: по кількості аркушів - на багатоаркушні і одноаркушні; за характером використання - настінні, настільні та текстові; по числу фарб - на багатокольорові та однокольорові. Настільні карти друкуються окремими листами і як додатки до книг.

Окремо карти класифікують за практичною спеціалізацією. За *ступенем узагальненості показників* тематичні карти діляться на *аналітичні, синтетичні і комплексні*.

*До аналітичних* відносяться карти, що дають конкретну характеристику одного або декількох природних або соціально-економічних явищ, без відображення зв'язків і взаємодій між ними. Наприклад, карти: температури повітря, атмосферного тиску, опадів, вітрів або карти крутизни схилів, глибин, густоти розчленування рельєфу та ін.

*Синтетичні* карти дають цілісне просторове відображення явищ в результаті інтерпретації найістотніших показників, їх сполучення та узагальнення з урахуванням зв'язків між ними. Прикладом є карти кліматичного районування, сільськогосподарської спеціалізації районів, ландшафтні карти, на котрих виділяються відповідні області (райони) по сукупності багатьох показників. Для них зазвичай характерна велика (детальна) легенда.

Тематичні карти, які відображатимуть кілька природних або соціально-економічних елементів, відносяться до типу *комплексних карт*. Наприклад, синоптичні карти, що характеризують в даний момент часу погоду на певній території.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 44                                    |

Серед тематичних карт виділяються карти **динаміки і взаємозв'язків**, а також карти **функціональних типів**. До останніх відносяться **інвентаризаційні, оціночні, індикаційні, прогнозні і рекомендаційні** карти.

Карти **динаміки** передають рух, розвиток певного явища або процесу в часі або його переміщення в просторі (переміщення водних мас, атмосферних вихорів, зростання міст).

Карти **взаємозв'язків** відображають характер і ступінь просторових зв'язків декількох явищ (атмосферного тиску і вітрів, внесення добрив і врожайність сільськогосподарських культур)..

**Інвентаризаційні** карти - зазвичай це аналітичні карти, що відображають (реєструючі) наявність, розташування і стан об'єктів і явищ .

**Оціночні карти** - карти, що дають оцінку певних явищ (об'єктів) для вирішення конкретних завдань (наприклад, карти оцінки природних умов території для сільськогосподарського виробництва або для будівництва доріг тощо).

**Індикаційні** карти - відображають передбачення і виявлення невідомих явищ на основі інших, добре відомих.

**Прогнозні** карти відображають невідомі в даний час або недоступні для безпосереднього спостереження явища та процеси, що відбуваються як у часі (наприклад, динаміка чисельності населення в майбутньому та ін.), так і в просторі (наприклад, будова надр Землі та ін.).

**Рекомендаційні** карти звичайно складаються на основі оціночних і прогнозних карт і містять конкретні пропозиції (рекомендації), які необхідно провести в даній ситуації (на виділеній території) для досягнення якоїсь мети (по раціональному використанню земель, охороні та поліпшення навколишнього середовища тощо).

Карти є одним з різновидів **геозображень**, які складають велику систему моделей.

**Геозображення** — просторово-часова масштабна генералізована модель земних або планетних об'єктів чи процесів, подана в графічній формі.

Виділяють зображення:

**двовимірні** — картографічні (карти, плани), фотографічні (аерознімки і космічні знімки), телевізійні, сканерні, локаційні, машинографічні й дисплейні (електронні карти);

**об'ємні, або тривимірні** (ЗБ, наприклад, глобуси, стереомоделі, анагліфи, блок-діаграми, картографічні голограми;

**динамічні** — анімації, картографічні фільми, мультимедійні карти й атласи.

### **Інші моделі земних об'єктів чи процесів**

До інших картографічних творів відносяться: глобуси, географічні атласи, рельєфні карти, блок-діаграми, профілі, анагліфічні карти, фотокарти, карти-транспаранти, карти на мікрофішах, цифрові карти, електронні карти, картографічні анімації.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 45                                    |

**Глобуси** - моделі Землі, планет або небесної сфери. На глобусі не спотворюються довжини ліній, площі, кути і форми. Масштаб глобуса однаковий у всіх точках. Глобус дає правильне і наочне уявлення про форму Землі, про розміри, форму і взаємне положення частин земної поверхні, а також показує становище і вид елементів земної кулі - осі обертання, полюсів, географічної сітки. Паралелі і меридіани на глобусі зображуються дугами кіл і перетинаються під прямими кутами. З тематики глобуси бувають загальногеографічні, політичними, геологічними і т.п., за призначенням - навчальними, навігаційними та ін.

**Атласи** - систематичні збірники географічних карт, взаємопов'язаних і доповнюють один одного, об'єднані спільною ідеєю, співузгоджені по математичній основі, засобам зображення і оформлення.

**Рельєфні карти** - це тривимірні об'ємні зображення земної поверхні і пов'язаних з нею явищ. Вертикальний масштаб для кращої виразності значно перебільшений. На цих картах застосовується гіпсометричні розфарбування висотних ступенів. Рельєфні карти використовуються як в навчальних цілях, так і у виробничій діяльності (наприклад, для проектування водосховищ, доріг тощо).

**Фізіографічні карти** - карти, на яких рельєф показується картинним способом за допомогою перспективного малюнка або горизонталями з перспективним зміщенням. Фізіографічні карти добре передають об'ємність, морфологічну структуру і пластику рельєфу, а іноді його генетичні та вікові особливості.

**Блок-діаграми** - представляють собою суміщення перспективного зображення земної поверхні з профілями. Це плоскі трьохмірні креслення, що зображують місцевість спільно з поздовжніми і поперечними вертикальними розрізами. При побудові блок-діаграм для більшої наочності вертикальний масштаб зазвичай збільшують у порівнянні з горизонтальним. В даний час широко впроваджуються в практику електронні блок-діаграми.

**Профілі** - креслення місцевості, січні вертикальною площиною за певним напрямком. Вони дають наочне уявлення про відносні висоти точок земної поверхні по лінії профілю і іноді структуру земної кори, ґрунтового покриву, геологічної будови і т.д. по даному напрямку.

**Анагліфічних карти** - карти, складені у двох кольорах (наприклад, червоним і синьо-зеленим) з паралактичним зміщенням. При розгляданні таких карт через спеціальні окуляри-світлофільтри з синьо-зеленими і червоними склами ми бачимо єдине об'ємне черно-біле стереоскопічне зображення. Зазвичай такими картами є топокарти, на яких горизонталі і всі елементи змісту віддруковані двома кольорами.

**Фотокарти** - карти, що поєднують елементи загальногеографічної карти з фотографічним зображенням місцевості. При складанні фотокарти фотозображення перетворюється в ортогональну пропроекцію, тому ці карти ще називаються ортофотокарт. Якщо фотоосновою є космічні знімки, то такі карти називаються космофотокартами.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 46                                    |

**Карти-транспаранти** - карти, виконані на прозорій плівці. Маючи серію (комплект) таких карт різної тематики при демонстрації їх на екрані можна поєднувати декілька карт-транспарантів, щоб показати зв'язки явищ або ступінь узгодження шарів.

**Карти на мікрофлішах** - зменшені копії з карт на фото- і кіноплівці. Вони дозволяють компактно зберігати велику кількість картографічної інформації, швидко знаходити потрібні карти. Інформацію з них можна вводити в комп'ютер.

**Цифрові карти** - цифрові моделі географічних карт, представлені у вигляді закодованих числових значень планових координат  $x$  і  $y$  і аплікат  $z$ . Цифрові карти отримують шляхом цифрування картографічних джерел, або шляхом цифрової регістрації польових зйомок і фотограмметричної обробки матеріалів дистанційного зондування. Цифрові карти створюються в проекції, системі умовних знаків, прийнятих для карт даного типу, з урахуванням необхідної точності і правил генералізації. Цифрові карти являються основою для виготовлення паперових і електронних карт, формування баз даних та інформаційного забезпечення ГІС.

**Електронні карти** - цифрові карти, зображені на дисплеї або підготовлені для зображення в комп'ютерному середовищі з використанням програмних і технічних засобів у прийнятій проекції, системі умовних знаків, з дотриманням правил оформлення і установленної точності.

**Картографічні анімації** - електронні програмно-керовані карти, передавальні на екрані комп'ютера пересування (динаміку) об'єктів і явищ. Картографічні анімації використовуються для показу переміщення атмосферних фронтів, зон опадів, поширення лісових пожеж і т.п.

**Контурні карти** - бланкові (зазвичай німі) карти, призначені для навчальних цілей. Вони широко використовуються як географічної основи для створення авторських оригіналів тематичних карт.

## 18. КАРТОГРАФІЧНІ УМОВНІ ЗНАКИ І СПОСОБИ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

### Умовні знаки топографічних карт

На картах і планах місцевість зображують за допомогою умовних знаків. **Умовні знаки карти** — це графічні символи, за допомогою яких на карті відображають вигляд, розташування, форму, розміри, характеристики об'єктів.

Графічний символ стає умовним знаком лише тоді, коли йому надають певного змістового значення. Перші умовні знаки — це видозмінені перспективні зображення предметів, якими користувалися ще первісні люди.

Картографічні умовні знаки є особливою мовою, яка дає змогу не лише подати певні відомості про об'єкти картографування, а й наочно передати їх просторове розміщення, з чим не справляються інші мовні системи (вербальна, або описова, математична тощо). Система умовних знаків дає можливість показати одночасно різні об'єкти, їх стан, особливості розміщення і взаємозв'язки між ними та змодельовати просторовий образ відображеної на карті геосистеми чи її частини.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 47                                    |

Найпростіші з графічних змінних — *форма, розмір, орієнтування, лінії, штрихи, колір*. З них складаються графічні символи, різні за складністю рисунка та особливостями використання.

При цьому використовують обов'язкові для всіх установ стандартні умовні знаки. Умовні знаки поділять на позамасштабні, масштабні (контурні), лінійні й пояснювальні.

**Позамасштабні** умовні знаки застосовують для зображення об'єктів, невеликі розміри яких не дозволяють виразити їх у масштабі карти, наприклад, дорожні покажчики, окремі дерева, стовпи, свердловини та ін.

**Масштабні (контурні)** умовні знаки складаються із зовнішнього контуру, що обмежує даний об'єкт, і умовних знаків всередині контуру. Масштабні (контурні) умовні знаки застосовують для зображення об'єктів, що виражаються в масштабі карти або плану, наприклад, будівлі, майдани, угіддя, болота, озера та ін.

**Лінійні** умовні знаки застосовують для зображення витягнутих об'єктів, ширина яких не може бути виражена в масштабі карти або плану, наприклад, інженерні мережі, дороги та ін.

**Пояснювальні** умовні знаки використовують як додаткову характеристику об'єкта, наприклад, назви населених пунктів, позначки, довжина, ширина і вантажопідйомність мостів, матеріал стін, кількість поверхів будинків, напрямок і швидкість течії річок.

Графічні символи певної групи можуть різнитися за *формою* (наприклад, коло, трикутник, стилізований рисунок), *розміром* (наприклад, кружки різних діаметрів, лінії різної товщини), *структурою* (наприклад, круг, поділений на сектори), *орієнтуванням* (наприклад, прямокутники, видовжені знизу вгору і зліва направо).

Колір (основний зображувальний засіб) використовують для формування графічних символів усіх згаданих вище груп.

**Способи картографічного зображення** - система умовних позначень, що застосовуються для передачі об'єктів та явищ різних за характером просторової локалізації та розміщення.

Нижче розглядаються способи картографічного зображення, що застосовуються у даний час при складанні карт.

### **Способи картографічного зображення**

#### **Спосіб локалізованих значків**

Застосовується для зображення об'єктів, розміри яких не дозволяють відтворити їх у масштабі карти. Такі об'єкти займають у натурі площу, меншу ніж умовний знак.

Серед локалізованих значків найбільш уживані *геометричні фігури* - кола, квадрати, трикутники, прямокутники, ромби. Вони прості за виконанням, точно вказують місце розташування об'єкта, займають мало місця, легко порівнюються за величиною і добре запам'ятовуються.

Кількість фігур відносно невелика, але їх можна урізноманітнити, змінюючи внутрішній малюнок значка або використовуючи різні кольори.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 48                                    |

*Буквені* значки менш поширені, гірше порівнюються за величиною і не визначають точного місця розташування об'єкта. Але в деяких випадках можуть бути корисні, наприклад, для позначення хімічних сполук, що викидаються в навколишнє середовище.

*Наочні* значки зовні нагадують зображуваний об'єкт. Вони добре запам'ятовуються, але не зовсім зручні для локалізації і порівняння об'єктів.

Значки мають не лише різну форму. Однакові за формою, вони можуть відрізнятися за розміром, кольором, внутрішнім рисунком тощо. Використання цих властивостей умовних знаків допомагає збагатити їх змістове навантаження, одним значком передати кілька відмінностей об'єкта: якісних, кількісних, змін у часі тощо.

Кількісні характеристики, наприклад, чисельність жителів у населених пунктах, передають за допомогою внутрішнього рисунка і розміру значків. Для цієї мети розробляють шкалу розміру значків, що міститься в легенді.

### ***Спосіб лінійних значків***

Лінійні знаки застосовують для абстрактних лінійних об'єктів, ширина яких не відображається (канали, шляхи сполучення тощо);

подання на карті реальних або масштабі карти (більшість річок, які практично не мають ширини (кордони, межі політико-адміністративного поділу, вододіль-ні й берегові лінії, межі природного районування тощо);

лінії, що підкреслюють основні напрямки об'єктів зі складною будовою (осі хребтів, антикліналей тощо).

Головний зображувальний засіб — лінія, яка добре показує на карті місцезнаходження об'єкта, своєрідність його форми (звивистість річок, берегів; прямолінійність автострад тощо). Змінюючи рисунок лінії (вона може бути суцільною, пунктирною, одинарною, подвійною тощо), її ширину, колір, показують *якісні відмінності* об'єктів (клас шляхів сполучення, типи берегів тощо), *ієрархічну підпорядкованість* (кордони держави, межі областей тощо). *Кількісні відмінності* можна відобразити зміною товщини ліній (головні та інші канали тощо), додатковими до основного знака графічними елементами (кількість колій залізниці тощо), іншими засобами. Лінійними знаками можна показати *зміну положення* об'єкта з часом (лінія фронту на різні дати тощо).

Лінійні знаки на карті розміщують за певними правилами. Найчастіше вісь знака збігається з віссю лінійного об'єкта. У деяких випадках розташування об'єкта подають простою за рисунком лінією, а якісні особливості — більш широкою лінією ускладненого рисунка (стрічкою або смужкою) вздовж основної лінії (так характеризують, наприклад, типи морських берегів).

### ***Спосіб якісного фону***

Це спосіб відображення явищ, що мають якісні відмінності явищ суцільного поширення. Територію поділяють за обраними ознаками на ділянки, кожен з яких потім заповнюють певними зображувальними засобами. Може бути використано різноманітне штрихування. Штрихування можна замінити фарбуванням різними кольоровими тонами.



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 49                                    |

Цей спосіб застосовують для характеристики об'єктів *суцільного поширення* на всій земній кулі (ландшафт, природні зони, кліматичні пояси тощо) або на значних її площах (зона лісів тощо). Він придатний для відображення об'єктів *розосередженого*, але *масового* поширення (населення). Його застосовують тільки для тих явищ, які можна чітко розмежувати в просторі. Поділ території відповідає межах складових частин об'єкта за природними, соціально-економічними або політико-адміністративними ознаками на основі існуючих наукових класифікацій, а також спеціально розроблених для конкретної карти.

Спосіб якісного фону в землевпорядному картографуванні застосовується найчастіше. Він утворює основний зміст на картах грошової оцінки земель, використовується для показу використання земель, тощо.

### **Спосіб кількісного фону**

Це спосіб відображення на карті *кількісних* відмінностей усієї картографічної території, поділеної за обраними ознаками на частини, кожен з яких потім виділяють певним зображувальним засобом.

Цим способом передають кількісні відмінності як природних, так і соціально-економічних об'єктів (наприклад, крутість схилів, глибину розчленування рельєфу, рівень економічного розвитку території тощо). Поділ території може бути органічно пов'язаний з поділом за якісними змінами об'єкта (наприклад, кількість мікроелементів у ґрунтах показують у межах їх типів, модуль стоку — в басейнах річок) або зі зміною за певними правилами кількісних показників об'єкта (наприклад, на карті крутості схилів виділяють ділянки з різними кутами нахилу). Поділ здійснюють за однією ознакою. Кількісні показники можуть бути абсолютними і відносними. Кількісні зміни об'єкта найчастіше передають зміною насиченості кольору або щільності штрихування.

Спосіб застосовують для картографування явищ й об'єктів на поверхні Землі, в її надрах і в атмосфері, а також на обмежених за певними ознаками територіях.

### **Спосіб ізоліній**

Спосіб ізоліній — загальна назва кривих, які відображають відмінності об'єктів картографування. Рельєф зображають *горизонталями*, магнітне схилення — *ізогонами*, кількість опадів — *ізогіетами*, глибину морів — *ізобатами*, температуру повітря — *ізотермами* тощо.

Ознакою способу є те, що характеристику об'єкта подають не окремою ізолінією, а їх сукупністю, системою, що характеризує як реальні об'єкти (рельєф), так і абстрактні (густоту населення).

Раніше ізолініями відображували *статичні* показники об'єктів (як рельєф), а згодом почали відображувати й *часові зміни* та *динаміку* об'єктів. В екологічному картографуванні цей спосіб застосовується для відображення фізико-географічних параметрів, кількісних і/та якісних характеристик забруднення і стійкість компонентів природного середовища до забруднення, тощо.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 50                                    |

Спосіб ізоліній дає узагальнене зображення об'єкта. Це пов'язане з особливостями проведення ізоліній: їх положення визначають інтерполюванням між точками з відомими значеннями, припускаючи, що значення показника змінюється від точки до точки поступово і рівномірно, хоча в дійсності такої зміни не спостерігають. У ГІС ізолінії проводять автоматизовано на основі цифрових моделей і спеціальних алгоритмів.

Особливістю способу ізоліній є наявність системи узгоджених між собою ліній, які мають певні числові значення (їх підписують на кінцях та в розривах ізоліній). Для більшої виразності зображення проміжки між ізолініями фарбують або штрихують так, щоб насиченість обраного кольорового тону або густота штрихування змінювались зі зміною кількісного значення ізоліній.

Цей спосіб оформлення ізоліній має назву *способу пошарового фарбування*. Він дає змогу отримувати кількісні значення для будь-яких точок, розташованих між ізолініями (за інтерполяцією значень показників між ними). Для зображення безперервності й поступовості зміни показника об'єкта легенду карти будують у вигляді шкали.

### ***Спосіб ареалів***

Він полягає у зображенні на карті ділянки (ареалу) поширення об'єктів чи явищ. Як приклад можна назвати ареал певного виду рослин або тварин, корисних копалин, безстічну зону, територію з населенням певної національності, район з несприятливими природними умовами тощо. Розміщення об'єкта в межах ареалу може бути різним: безперервним (суцільним) — зледеніння, чи розосередженим — сади.

Ареал називають *абсолютним*, коли він відображає конкретну площу, на якій розміщується об'єкт картографування (райони покладів корисних копалин). Ареал є *відносним*, якщо він показує площу, на якій можлива наявність певного об'єкта (район поширення зайців).

Ареали можуть мати *чіткі межі*, що, наприклад, збігаються з природними межами (гірськими вододілами, тектонічними розломами тощо), і *нечіткі*, або *приблизні* (такими, наприклад, є межі площі, заселеної певними морськими тваринами).

Ареал позначають різними зображувальними засобами: заповнювальними, лінійними, значковими, буквеними. Ареал можна лише окреслити, його площу можна зафарбувати або заштрихувати, заповнити рівномірно розміщеними графічними елементами і виділити написом, не вказуючи меж, тощо. Вибір способу оформлення ареалу залежить переважно від масштабу карти та її призначення.

Ареали передають здебільшого *якісні* характеристики об'єктів, але в окремих випадках можуть супроводжуватися *кількісними* показниками. Прикладом є подання на карті території, де відсутні середні добові температури нижче 0° (межі такого ареалу збігаються з нульовою ізотермою).

На відміну від якісного фону ареали, що відповідають різним явищам, можуть перекриватися. Так, використання різних зображувальних засобів дає змогу передати на карті сукупність різних за змістом ареалів навіть тоді, коли

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 51                                    |

вони перекривають один одного (наприклад, ареали поширення рослин, ділянок розповсюдження окремих видів забруднення, геодинамічних процесів, природоохоронних територій тощо).

У землевпорядному картографуванні використовується при створенні ґрунтових карт та картограм агровиробничих груп ґрунтів..

### **Точковий спосіб**

Цей спосіб застосовують для зображення на карті масових розосереджених об'єктів кількістю точок однакового або кількох розмірів, кожна з яких відображає певне числове значення (вагу). Наприклад, одна точка може позначати 1000 га посівів сільськогосподарської культури тощо. Розміщують точки на карті відповідно до поширення і концентрації відображеного об'єкту. Застосовують спосіб для характеристики населення, особливо сільського, тваринництва тощо.

Для представлення різних явищ можна використовувати точки різних за формою і кольором. Можливо також використання точок різної величини.

Застосування точок дає змогу подати на карті поряд з кількісними якісні відмінності об'єкта картографування (наприклад, населення за національним складом). Зміною кольору точок передають також розвиток об'єкта в часі (наприклад, величину зростання поголів'я худоби за певні роки).

Приклади; розміщення цінних природних об'єктів; розміщення точок викиду забруднюючих речовин в атмосферу; розміщення точок викиду забруднених стічних вод у басейні ріки; розміщення екологічно шкідливих виробництв; розміщення випадків захворюваності конкретною хворобою; відображення криміногенної ситуації та ін.

### **Спосіб локалізованих діаграм**

Характеризує об'єкти або явища картографування суцільного чи лінійного поширення за допомогою *графіків* або *діаграм*, які розміщують на карті в місцях визначення параметрів цих об'єктів чи явищ. Графіки відображають зміни показника за часовими періодами (декадами, місяцями, сезонами, десятиріччями). Діаграми у вигляді так званих роз (роз-діаграми) передають разом з іншими показниками й характеристику напрямків, за якими об'єкт або явище переміщується чи поширений (тектонічні розломи різної довжини). Діаграми легко поєднують кілька показників об'єкта .

Способом локалізованих діаграм на карті подають результати вивчення таких природних явищ, як річний хід температури повітря і тиску, кількість опадів по місяцях або їх сезонні зміни, напрямок і силу вітру тощо. Це явища *суцільного поширення*. Локалізовані діаграми конкретизують їх характеристику в окремих точках, де явища вивчають (населених пунктах, метеостанціях, гідрологічних постах тощо). Прикладом явищ *лінійного поширення* є річка, морська течія, для яких визначають витрати води, величину стоку, швидкість тощо. Спосіб використовують для характеристики явищ *розосередженого поширення* (наприклад, орієнтування основних форм рельєфу на морфометричних картах).

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/M/BK1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 52                                    |

### **Спосіб знаків руху**

Це спосіб відображення на карті різноманітних просторових переміщень об'єктів, як природних, так і соціально-економічних. Прикладом перших є напрямки вітру, морських течій, перельоту птахів; других — шляхи перевезення вантажів, міграції населення, маршрути експедицій, хід воєнних операцій, зв'язки між об'єктами чи їх складовими (транспортні, економічні, торговельні, фінансові, політичні, культурні тощо).

Розрізняють два види знаків руху. Одні з них — *стрілки* — різняться за формою, довжиною, товщиною, внутрішньою структурою, кольором. Найпростіший приклад: червоні стрілки — напрямом теплих течій, сині — холодних. Біля знаків руху можна розмістити пояснювальні надписи (наприклад назву експедиції, яку відображено). Інший вид знаків руху — *стрічки і смуги* — відображають величину вантажних або пасажирських потоків — кількість перевезень відбивається зміною ширини стрічки, тому такі стрічки називають *масштабними*. Поступове або ступінчасте зменшення ширини такого знака є своєрідним вектором руху. Діленням його на вузчі стрічки, ширина яких пов'язана з величиною складових об'єкта, передають на картах *структуру* потоків. Спосіб відображає як *абсолютні*, так і *відносні* показники.

Масштабні стрічки застосовують на картах річкового стоку. Зміна показника завжди пов'язана із напрямком течії в річці, в якому збільшується її ширина стрічки, тому додаткові векторні позначення можуть бути відсутні.

Знаками руху шляхи переміщення можна передавати *точно* або *схематично*. Знаки точної передачі розміщують за реальними напрямками переміщення об'єктів, а знаки схематичної передачі довільно з'єднують початкову і кінцеву точки переміщення. Такий спосіб дає змогу узагальнити зображення, акцентувати увагу на пунктах, між якими здійснюється зв'язок.

### **Спосіб картодіаграм**

Це відображення абсолютних статистичних показників за одиницями територіального поділу діаграмними знаками. Діаграми розміщують на карті в межах кожної одиниці адміністративного поділу.

Одиниці територіального поділу визначають найчастіше за політичним, політико-адміністративним, а також господарським поділом — це держава, область, район. Одиницею поділу може бути також об'єкт природи, наприклад водозбірний басейн річки.

Діаграмні фігури відрізняються за формою, розміром і структурою. Форма їх здебільшого проста — це *лінійні діаграми* у вигляді витягнутих стовпчиків, смужок тощо, *діаграми компактної форми* у вигляді квадрата, кружка, прямокутника тощо, *об'ємні діаграми* у вигляді кубів, куль тощо. *Структурні діаграми* у вигляді фігури, поділеної на частини відповідно до співвідношення складових частин об'єкта, є складнішими побудовами. Один з варіантів такої побудови — *зіркова діаграма*. Розміри діаграмних фігур визначають відповідно до кількісних показників об'єкта, використовуючи здебільшого *абсолютні* одиниці: кілограми, тонни тощо; рідше — *відносні*: відсоткові співвідношення складових об'єкта тощо.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 53                                    |

Картодіаграмою відображають не лише *стан об'єкта* на певну дату, а і його *зміну в часі*. Достатньо, наприклад, розмістити послідовно кілька фігур, однакових за формою і різних за розміром, пов'язаним зі станом об'єкта в різні періоди. Добре передають такі зміни графіки.

Картодіаграми просторово локалізують статистичні дані, але вони не показують, як розміщується це явище всередині територіальної одиниці в цьому полягає їх недосконалість.

### **Спосіб картограм**

Його використовують для показу відносних статистичних показників за одиницями адміністративного поділу фоновим фарбуванням чи штрихуванням. Особливість застосування цих засобів — насиченість кольору і густина штрихування змінюються зі зміною величини показника. Картограмою називають не лише спосіб, а й саму карту.

Найчастіше за допомогою картограм зображають соціально-економічні явища, використовуючи як одиницю картографування одиниці політичного, політико-адміністративного та адміністративного поділу території, тобто такого, що не пов'язаний з географічно обґрунтованим районуванням об'єктів. За характером поширення об'єкти картографування *розосереджені*.

Картограми, як і картодіаграми, створюють за статистичними даними, тому обидва способи часто називають статистичними.

На відміну від картодіаграм, *для картограм використовують лише відносні показники*, наприклад середню густоту населення (тобто кількість населення на одиницю площі), відсоток населення, виділений за віковою, професійною та іншими ознаками, відсоток площі, зайнятої певними сільськогосподарськими угіддями, відсоток розораності земель, змитість ґрунтів, розвиток водної ерозії, зростання захворювання за відповідний період та ін.

### **Надписи на картах**

Надписи на картах органічно поєднані з конкретними об'єктами і є необхідним атрибутом карт. Саме надписи перетворюють «німе» зображення на карту і роблять її цінним джерелом інформації.

Надписи на карті — це всі назви, терміни, пояснення, буквені й цифрові позначення, розміщені на карті. Розрізняють такі види підписів: **географічні назви (топоніми), терміни й пояснювальні надписи**.

**Топоніми** — найменування географічних об'єктів.

**Терміни** — надписи на карті, які позначають географічні, геологічні, соціально-економічні й інші поняття; загальні терміни іменують об'єкти за їх належністю до певного класу (море, затока, гора, вулкан тощо). Найчастіше їх вживають з власними іменами, інколи самостійно — для виділення на карті важливих об'єктів (колодязі в пустелях).

**Пояснювальні надписи** — різноманітні якісні, кількісні, хронологічні, геодезичні та інші надписи на карті, що слугують для позначення якісних особливостей об'єктів, які не відображають умовними знаками (позначення

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 54                                    |

переважних порід лісу, матеріалу покриття доріг тощо); кількісні характеристики об'єктів (наприклад, чисельність поверхів будинків, ширина і глибина річок тощо); власні імена й назви, що не належать до географічних об'єктів (наприклад, прізвища капітанів і назви кораблів, подані уздовж маршрутів експедицій).

Загальні терміни та деякі інші пояснювальні надписи нерідко подають скорочено з метою зменшення завантаження площі карти, про що вказують у легендах або в поясненнях до карти.

Усі надписи на картах подають за певними правилами. Надписи назв географічних об'єктів точкової локалізації (наприклад, населених пунктів) найчастіше розташовують праворуч від умовного знака паралельно до північної рамки карти або паралелей картографічної сітки. Надписи об'єктів лінійної протяжності (наприклад, річок) подають уздовж їх зображення. Надписи назв великих водних басейнів, островів, держав та інших об'єктів зі значною площею розміщують у напрямку найбільшої їх протяжності, найчастіше зі збільшеними інтервалами між літерами, різними картографічними шрифтами. Шрифти різняться за характером написання літер і цифр, розміром (висотою), накресленням (курсивні), нахилом, зміною ширини проміжку між літерами, кольором тощо. Рисунок і колір шрифту передають якісні відмінності об'єктів карти, а його розмір — кількісні показники.

## 19. ЗОБРАЖЕННЯ РЕЛЬЄФУ.

### Особливості зображення рельєфу

Способи зображення рельєфу розглядають окремо, тому що рельєф є складним об'єктом, який потребує різноманітніших, ніж інші об'єкти, прийомів і способів картографічного зображення. Ними намагаються, перш за все унаочнити об'ємність (тривимірність) форм рельєфу. Деякими способами передається безпосередня характеристика рельєфу (безперевність його поширення, різноманітність окремих форм за обрисами, розмірами, крутістю схилів, орієнтуванням тощо), іншими - результати тематичного вивчення рельєфу (ступінь розчленування, геоморфологічне районування тощо).

Окремі способи можна застосовувати як для безпосередньої, так і для тематичної характеристики рельєфу. Різними є підходи й до зображення рельєфу на загально географічних і тематичних картах.

### Перспективні зображення

Суть цього способу полягає в тому, що великі позитивні форми рельєфу (гори, височини, хребти) зображуються перспективним малюнком. Місцевість на картинних картах рельєфу представляється як би з висоти пташиного польоту. Для більшої виразності височини покриваються тінями. Цей спосіб іноді називають *картинним зображенням рельєфу*. Таке зображення відрізняється наочністю, але воно не має точності у зображенні форм рельєфу, їх розмірів. В даний час цей спосіб практично не застосовується, за винятком історичних карт.

На сучасних картах, головним чином геоморфологічних і картах ложа океанів, на картах-ілюстраціях в популярних виданнях цей спосіб застосовується в модернізованому вигляді: картинні знаки будуються на

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 55                                    |

геометрично точній основі. Цей спосіб одержав назву *фізіографічного*. Фізіографічні карти вельми наочні, вони нагадують собою кольорові художні панорами.

### **Спосіб висотних відміток**

Спосіб висотних відміток як самостійний спосіб зображення рельєфу застосовується рідко (в основному на морських картах у вигляді відміток глибин), так як карти, виконані тільки цим способом, позбавлені наочності, погано читається рельєф: по ним важко визначити крутизну і напрямок схилів, форми рельєфу і т. п. В якості ж додаткового способу висотні позначки практично застосовуються при всіх способах зображення рельєфу, відображаючи висоти вершин, улоговин, сідловин і інших характерних точок місцевості, висоти тригонометричних пунктів, урізів води, перетину доріг і т. п. висоти точок бувають абсолютні і відносні. Висоти точок місцевості, що визначаються від середнього рівня моря, називають *абсолютними*. Висота однієї точки місцевості щодо іншої називається *відотною*, вона дорівнює різниці абсолютних висот цих точок.

В даний час висотні позначки набувають важливого значення у зв'язку з впровадженням в картографію ЕОМ і автоматичних пристроїв при перетворенні змісту карт в цифрову форму.

### **Спосіб горизонталей**

Одним із широковживаних способів безпосередньої характеристики рельєфу є спосіб горизонталей як різновид способу ізоліній. Сукупність горизонталей дає можливість показати різні форми рельєфу, площа яких виражається в масштаб і карти, їх протяжність, складність, орієнтування за сторонами горизонту тощо.

Поряд з цими якісними характеристиками вони дають можливість одержати кількісні показники висоти (абсолютної або відносної) окремих елементів рельєфу. З метою зручності визначення висотних характеристик рельєфу для частини горизонталей вказують їхню висоту (при цьому верх цифр направлений у бік збільшення висоти).

### **Гіпсометричний спосіб**

Гіпсометричний спосіб інакше називають способом пошарового забарвлення або фарбування сходами висот. Суть його полягає в тому, що проміжки між горизонталями зафарбовують в тони одного або кількох кольорів, що надає зображенню рельєфу на карті наочність, хорошу читаність. Вибір шкал (ступенів висот) та їх кількість залежить від масштабу карти, її призначення та характеру рельєфу місцевості. Шкала не повинна мати більше 10-16 ступенів, так як велика кількість ступенів ускладнює їх розрізняється. Ступені або інтервали між горизонталями вибирають за принципом рівномірного наростання висот. Вирішальним моментом при виборі інтервалів є характер переважаючої частини висот. Горизонталі, які застосовуються як кордони різних тонів, називаються *основними*. Крім цього проводяться *додаткові* й *допоміжні* горизонталі для відображення окремих особливостей рельєфу.

### **Пластичні способи**

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 56                                    |

Наочна передача зовнішнього обліку форм земної поверхні, що створює ефект випуклості (об'ємності), найкраще досягається способами тіньової пластики: *штрихами, відмиванням, фотографуванням рельєфної моделі* (так одержують фоторельєф), а також *перспективним зображенням*. Тіньова пластика відбиває ступінь затінення певних частин рельєфа, яке залежить від напрямку його освітлення. Затінення буде різним при прямовисному і бічному (косому) освітленні.

Зображення рельєфу *штрихами* (короткими лініями, направленими вздовж схилів) – це спосіб, в якому відтінення схилів різної крутості подається сукупністю штрихів. При цьому змінюється товщина штрихів і проміжок між ними за розробленою шкалою. Розрізняють штрихи *крутості* і *тіньові* штрихи. Шкала перших будується за принципом "чим крутіше, тим темніше" з урахуванням прямовисного освітлення рельєфу. Шкала других відбиває затінення схилів в залежності від їхньої експозиції щодо косого освітлення рельєфу

Однак, спосіб штрихів не забезпечує належної точності визначення висотних відміток та інших показників.

Основним пластичним способом зображення рельєфу є *спосіб тіньового відмивання* (або просто відмивання), при якому об'ємність форм рельєфу відтворюється накладанням тіней фарбою чи тушшю з поступовою зміною її насиченості—від темної до світлої. Густисть тіней на затінених схилах залежить від їхньої експозиції щодо напрямку променів освітлення. Відмивання при бічному (косому) освітленні (найчастіше північно-західному) застосовують для зображення рельєфу гірських районів, відмиванням за умов прямовисного освітлення зображують рельєф рівнинний, при цьому темнішими подають крутіші схили.

Одним з нових пластичних способів зображення поверхні суші є *спосіб фоторельєфу*, коли напівтонове зображення її отримують фотографуванням тривимірної моделі місцевості за найсприятливішого напрямку освітлення. Зовнішня ознака цього способу—відсутність зображення інших елементів земної поверхні.

### Стереоскопічні способи

Стереоскопічні способи засновані на стереоскопічних (об'ємних) особливостях нашого зору. Якщо розглядати точки П і П1 двома очима, то ці дві точки зіллються в точці N, яка буде лежати поза площиною. Це явище і називається стереоскопічним ефектом.

Якщо взяти два однакових фотознімки рельєфу (стереопара) і розглядати їх через стереоскоп, ми отримаємо об'ємне зображення місцевості, парні плоскі малюнки зіллються в єдиному сприйнятті і дадуть відчуття глибини.

Крім роздільного способу існує і сумісний спосіб (*анагліфічні*) зображення рельєфу, суть якого полягає у спільному друкуванні на одному і тому ж аркуші карти двох систем горизонталей - червоним і зеленим (синім) кольором. Зміщення їх встановлюється за спеціальними формулами. При розгляданні



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 57                                    |

горизонталей їх через окуляри-світлофільтри тих же самих кольорів видно чорні горизонталі, що розташовуються одна під іншою.

### **Блок-діаграми, рельєфні моделі, рельєфні карти, цифрові моделі рельєфу (ЦМР)**

*Блок-діаграми* - тривимірні плоскі малюнки з розрізами (профілями) земної кори. Блок-діаграми будують на основі топокарт або тематичних карт, наприклад геологічних з рельєфом в горизонталях. Часто на блок-діаграмах в доповнення до малюнка рельєф показується пошаровим розфарбуванням або відмиванням, чим досягається хороша наочність. При автоматичному побудові блок-діаграми використовують цифрові моделі карт. В даний час комп'ютерні технології дозволяють швидко будувати блок-діаграми і проводити з ними різні перетворення.

Рельєф може бути зображений на *рельєфних моделях, рельєфних картах*. В даний час рельєфні моделі автоматично виготовляються по картах, переведеним в цифрову форму.

Рельєфні карти теж об'ємні тривимірні моделі місцевості. При їх виготовленні важливим є вибір відповідностей між горизонтальних і вертикальних масштабом. Зазвичай вертикальний масштаб береться перебільшеним по відношенню до горизонтального (для дрібномасштабних карт в 10-15 разів).

В даний час широке використання в картографії отримали цифрові моделі рельєфу (ЦМР), за якими можна проводити різні розрахунки і побудови (блок-діаграм, панорам і т. П.).

Кожен з розглянутих способів зображення рельєфу має свої недоліки. Пластичні способи не дають кількісної характеристики рельєфу. Способи горизонталей і гипсометричний не виражають пластичної форми рельєфу. Тому на оглядових загальногеографічних картах застосовують не один, а одночасно кілька способів, щоб отримати наочне зображення рельєфу і разом з тим геометрично точно.

## **20. КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ**

### **Сутність і зміст генералізації**

Кожна карта залежно від її призначення потребує певного рівня детальності відображення явищ. Карта є зменшеним і узагальненим зображенням земної поверхні, що зумовлює зменшення розмірів усіх об'єктів, які підлягають картографуванню. Втім таке зменшення має певні межі, зумовлені можливостями зорового сприйняття елементів зображення. На карті слід відобразити місце об'єктів, передати властиві їм якісні чи кількісні ознаки, що приводить до застосування умовних знаків, які займають певну площу. Це зменшує місце для інших умовних знаків, тому на карті відображають найголовніші об'єкти.

Відбір здійснюють з урахуванням геометричної форми і розміру об'єкта, його значення серед споріднених об'єктів, наскільки він характерний, типовий чи винятковий для картографованої території. Відбір важко здійснювати, якщо не

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 58                                    |

об'єднувати об'єкти за певними ознаками, абстрагуючись від конкретних ознак кожного об'єкта, не встановлюючи ступінь детальності характеристик об'єктів або ступінь узагальнення. І відбір, і узагальнення проводять для того, щоб передати на карті найтипівіші властивості й характерніші особливості об'єкта картографування.

Процес науково обґрунтованого відбору і узагальнення об'єктів для відображення їх на карті називають **картографічною генералізацією** (або **генералізацією**).

### **Фактори генералізації**

**Масштаб карти.** Напряма і ступінь генералізації визначають за масштабом карти, її призначенням, географічними особливостями місцевості, тематикою карти, якістю джерел, використаних під час створення карт, способами оформлення.

Вплив призначення карти на генералізацію легко зрозуміти, якщо порівняти однакові за змістом і територіальним охопленням карти з географічного атласу для вчителів і атласів для учнів. На карті для учнів генералізація може бути значно більшою за ту, яку визначали б за масштабом, тобто відображено найголовніші об'єкти. Така карта має вигляд «недовантаженої» за змістом і кількістю поданих на ній об'єктів. Проте це відповідає її призначенню — відобразити найважливіші особливості території відповідно до програми навчання. Докладніша характеристика об'єктів на карті заважатиме ще недостатньо підготовленому в картографічному відношенні учню сприймати інформацію про територію.

**Особливості зображуваної території.** Врахування особливостей поданого на карті об'єкта дає змогу відобразити найтипівіші для нього риси, найважливіші елементи. Тому, наприклад, у посушливих районах показують усі дрібні річки й озера, а в тундрі, де тисячі озер, кількість їх істотно генералізують зі збереженням загального характеру озерності.

**Тема карти** визначає, які елементи її змісту мають бути головними, а які другорядними. Так, на фізичній карті основним елементом змісту є рельєф, його подають найдокладніше, зменшуючи кількість населених пунктів, шляхів сполучення тощо. На економічній карті детальнішого відображення потребують промислові центри.

**Якість та повнота картографічних джерел.** За достатньої вивченості об'єкта його зображення може бути найдокладнішим, а коли фактичного матеріалу обмаль, то зображення неминуче стає більш узагальненим і навіть схематизованим.

**Особливості застосовуваних на карті умовних знаків,** можливість їх поєднання впливають на генералізацію. На багатоколірних картах можна використати більшу кількість умовних позначень, ніж на одноколірних. За умови вмілого вирішення питань картографування на одній карті можна поєднати до шести способів зображення. Одноколірні карти накладають обмеження на кількість картографічних знаків.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 59                                    |

## Способи генералізації

### *Змістова генералізація та її види*

Відбір об'єктів як обмеження змісту карти необхідними об'єктами і виключення інших здійснюють різними способами. Перший — встановлення меж відбору, або цензу, за кількісними чи якісними показниками, наприклад: відобразити на карті річки, довжина яких у масштабі карти понад 1 см; показати всі районні центри, незважаючи на кількість населення в кожному з них. Такий спосіб відбору має змістовний характер. Другий регулює навантаження карти встановленням норми відбору, або кількості об'єктів, які зберігатимуться під час генералізації. Цей спосіб має статистичний характер, але й за його застосування враховують значення об'єктів, що залишатимуться на карті.

Цензи і норми відбору встановлюють з урахуванням призначення масштабу карти, особливостей об'єкта картографування. Наприклад, на загальногеографічній карті масштабу 1 : 1 000 000 кількість об'єктів, які зображують на 1 дм, змінюється від 4 до 6 і менше залежно від густоти і величини населених пунктів на певній ділянці території.

Відбір об'єктів супроводжується узагальненням їх якісних і кількісних відмінностей, що дає змогу підкреслити основне в характеристиці об'єктів.

*Узагальнення кількісних показників* можна здійснити заміною безперервної шкали кількісних значень показника картографування ступінчастою шкалою, в якій усі значення показника розбивають на кілька ступенів або інтервалів, що веде до скорочення на карті відмінностей умовних знаків за розміром. Інші способи - заміна рівномірної шкали показника картографування на нерівномірну; збільшення інтервалів шкали.

Перехід від окремих об'єктів до їх сукупних позначень (або збірних) виявляється: через об'єднання контурів суміжно розташованих об'єктів і сумісне використання (комбінування) умовних знаків кожного з об'єктів (наприклад, заміна перемежованих дрібних контурів чагарника і лучної рослинності загальним контуром, який заповнено знаками чагарника й луків); у заміні знаків окремих об'єктів узагальнювальним умовним знаком, що потребує й зміни способу картографічного зображення (наприклад, замість окремих родовищ, переданих локалізованими значками, зображують площу басейну певної корисної копалини, при цьому спосіб локалізованих значків трансформують у спосіб ареалів).

*Узагальнення якісних характеристик* здійснюють скороченням кількості якісних відмін об'єкта, а разом з тим й кількості потрібних умовних знаків, відбором нижчих ступенів класифікації об'єкта.

Перелічені види відбору та узагальнення є складовими частинами роботи над змістом карти, тобто змістової генералізації. Проте змістова генералізація супроводжується узгодженням з нею графічного зображення поданих на карті об'єктів, яке можна назвати геометричною, або просторовою, генералізацією.

Змістова генералізація насамперед стосується легенд карт, у той час як просторова — картографічного зображення.

### *Просторова генералізація*

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 60                                    |

Основні способи просторової генералізації : узагальнення обрисів об'єктів спрощенням окреслень, яке супроводжується збільшенням окремих деталей, зміщенням відносно один одного; заміна окремих об'єктів узагальнювальним знаком за об'єднанням контурів, спрощенням рисунка. Найвищим проявом просторової генералізації є схематизація зображення, тобто граничне його спрощення.

### ***Перехід від простих до більш складних моделей***

Здійснюється шляхом уведення збірних позначень: окремі дерева замінюють загальним знаком смуги озеленення, парку чи скверу; окремі будівлі поєднують у міський квартал; території промислових підприємств, що прилягають одна до одної, поєднують у загальну територію промислової зони; розсип точок поєднується в ареал; виключають заболочені ділянки у лісі, чагарнику або сіножаті, замінивши їх загальним контуром заболоченого лісу, чагарника або сіножаті відповідно.

Виділення окремих видів генералізації дає можливість уявити способи її здійснення. На практиці всі напрями тісно зв'язані і не можуть бути відокремлені один від одного. Так, збільшення інтервалів шкали супроводжується об'єднанням контурів, спрощенням лінії окреслення тощо. Основні труднощі генералізації - протиріччя між геометричною точністю карти і її змістовою точністю. Якщо карта використовується для вимірів, то важлива геометрична сторона, якщо ж для оглядових цілей - змістовна.

## **21. КАРТОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. ДЕРЖАВНІ СТАНДАРТИ КАРТОГРАФІЧНИХ ТЕРМІНІВ ТА ВИЗНАЧЕНЬ. КАРТОГРАФІЧНА ТОПОНІМІКА**

### **Картографічна служба інформації. Картографічна бібліографія**

Карти широко використовуються в різних сферах наукової і практичної діяльності людини. Картографічна служба інформації систематизує й оперативно розповсюджує відомості про карти, зокрема про наявність картографічних творів у тих чи інших картосховищах, про появу нових видань тощо, а в разі потреби, швидко надає користувачам потрібні матеріали в зручній для роботи формі.

Систематична реєстрація, складання й видання різних каталогів, покажчиків, списків та описів картографічних творів є однією з функцій **картографічної бібліографії** – окремого розділу бібліографії (*науки про методи опису творів друку, складання їх покажчиків і оглядів для наукового і практичного використання*).

Видання з бібліографії картографічних творів розрізняють за повнотою опису окремих карт, територіальною ознакою, тематикою та періодичністю виходу в світ.

**За повнотою опису** виділяють реєстраційні, анотовані, критичні та рекомендаційні покажчики (списки).

**За територіальною ознакою** бібліографічні покажчики поділяють на міжнародні, національні та регіональні (краєзнавчі, місцеві).

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 61                                    |

**За тематикою** покажчики можуть охоплювати всю різноманітність карт чи атласів, або обмежуватися загальногеографічними тематичними картами (геологічними, кліматичними, геоботанічними, ландшафтними, населення тощо).

**За періодичністю**, або регулярністю виходу в світ, бібліографічні видання поділяються на періодичні, з регламентованим строком виходу в світ окремих випусків (наприклад, журнали або збірники, які систематично публікуються) та неперіодичні (разові, або ретроспективні).

### Стандартизація термінів і визначень з картографії

Державні термінологічні стандарти України (ДТСУ) регламентують терміни й основні поняття, що застосовуються в науці, техніці і виробництві та відповідають сучасному розвитку їх.

Стандарт України "Картографія. Терміни та визначення" (ДСТУ 2757-94) містить 248 понять картографії, які поділені на п'ять тематичних розділів.

1. Загальні поняття (11 термінів і визначень) .
2. Картографічні твори (59 термінів і визначень).
3. Властивості карти, її складові, способи картографічного зображення (58 термінів і визначень).
4. Математична картографія (77 термінів і визначень) .
5. Методика і технологія виготовлення карт (43 терміни і визначення) .

Згідно з вимогами стандартизації для кожного поняття встановлений один стандартизований термін, а для деяких з них наводиться їхня коротка форма (у круглих дужках). Недозволені до вживання терміни-синоніми подаються в круглих дужках після стандартизованого терміна з позначкою "Нд".

Терміни, регламентовані в цьому стандарті, обов'язкові для виконання в усіх видах нормативної документації, науково-технічній, навчальній і довідковій літературі та в комп'ютерних інформаційних системах.

### Картографічна топоніміка

Географічні назви, або *топоніми*, їхнє походження, змістове значення, написання, вимову тощо вивчає *топоніміка* (від грец. "топос" - місце, місцевість і "оніма" - ім'я). **Картографічна топоніміка** вивчає географічні назви, їх змістове значення з точки зору правильності передачі на картах.

Передача географічних назв однієї мови за допомогою літер іншої мови, тобто *транскрипція* географічних назв, пов'язана з перекладом їх з однієї мови на іншу.

Слід враховувати особливості різних абеток, існування різних форм назв, що склалися на практиці. Такими формами є *місцева офіційна, фонетична, транслітерація, традиційна і перекладна*.

**Місцева офіційна форма** є передачею назви на карті в точній відповідності з написанням назви державною мовою країни, на території якої об'єкт знаходиться.

**Фонетична форма** відтворює назви якомога ближче до дійсного звучання при написанні її літерами абетки іншої мови.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 62                                    |

**Транслітерація** полягає у передачі назв, написаних літерами одної абетки, літерами іншої абетки без урахування дійсної вимови.

**Традиційна форма** означає збереження на картах назв у тій формі, в якій вони за традицією вживаються у мові іншого народу (держави) в науковій, політичній та художній літературі.

**Перекладна форма** базується на перекладі назви з мови, якою об'єкт дістав первинну назву, на мову країни, в якій карта створюється.

## 22. ПРОЕКТУВАННЯ, СКЛАДАННЯ ТА ВИДАННЯ КАРТ

### Проектування карт

Перший етап камеральної роботи — проектування карти, розробка її концепції, складання програми, підготовка усієї необхідної документації. Цей етап завершується створенням **проекту(програми) карти і включає наступні процеси**: формулювання призначення і визначення вимог до карти; підбір, аналіз і оцінка джерел для складання; вивчення території і особливостей картографуються явищ; підготовка програми карти.

Зазвичай програма карти включає наступні **розділи**: призначення карти; математична основа карти; зміст карти; способи зображення і оформлення; принципи генералізації; інформаційна база, джерела і вказівки по їх використанню; географічна характеристика території; технологія виготовлення карти.

Початковим моментом для розробки програми служить завдання на карту, в якому вказується її назва (тема), масштаб території і призначення. Виходячи із завдання визначають призначення карти.

**Розробка змісту карти передбачає**, по-перше, формулювання принципів картографування, по-друге, визначення конкретних елементів змісту і, по-третє, вибір способів їх якісної і (чи) кількісної характеристики. Вибір того або іншого способу характеристики екологічного стану об'єктів залежить від міри їх вивченої і наявності даних.

У програмі мають бути конкретно вказані способи зображення і оформлення для кожного елементу змісту, градації шкал, прийняті кольори і відтінки кольору, шрифти і розміри написів і інші особливості колірної, штрихового і шрифтового оформлення карти. Доцільно супроводжувати їх зразками оформлення типових ділянок. Розробка способів зображення і оформлення карт називається **художнім проектуванням карти**, або **картографічним дизайном**.

Вказівки по генералізації дають з урахуванням призначення і характеру використання карти. Відповідно визначаються цензи і норми відбору. Генералізація знаходиться в тісній залежності від географічних особливостей території, тому в програму включають короткий географічний опис і районування території, що дозволяє обґрунтовано диференціювати параметри генералізації по районах і по кожному елементу змісту.

Особливу увагу в програмі займають оцінка джерел і вказівки по їх використанню. Програма повинна містити конкретний перелік джерел і баз

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 63                                    |

цифрової інформації, характеристику їх надійності і доступності, а також рекомендації відносно послідовності використання.

У завершальному розділі програми карти регламентуються технічні прийоми складання і видання, використовувані технології і програмне забезпечення. Програму доповнюють графічними додатками: макетом компонування карти, схемою забезпечення джерелами, схемою районування, фрагментами легенди, прикладами генералізації, зразками оформлення та ін.

Крім того, до програми додається планово-економічний розрахунок витрат на створення карти.

## 9.2. Картографічні джерела

Картографія для отримання необхідних відомостей використовує багато джерел - різноманітних документів, по яких ведеться складання карт.

До *джерел належать*: астрономо-геодезические дані; загальногеографічні і тематичні карти; кадастрові дані, плани і карти; дані дистанційного зондування; дані безпосередніх натурних спостережень і вимірів; дані гідрометеорологічних спостережень; матеріали екологічного і інших видів моніторингу; економіко-статистичні дані; цифрові моделі; результати лабораторних аналізів; літературні (текстові) джерела; теоретичні і емпіричні закономірності.

Залежно від тематики і призначення створюваного картографічного твору одні з цих джерел виступають як основні, а інші виявляються додатковими і допоміжними. Дані для складання карт можуть бути поділені на такі групи:

*астрономічно – геодезичні* – (таблиці, координати, високі опорні пункти); *топографічні* – (матеріали польових робіт, дешифрування); *спеціальні* – (різні питання суспільствознавство, економіки і культури – діаграми, малюнки, таблиці).

*Загальногеографічні карти* використовують як джерела при складанні будь-яких тематичних карт. Вони служать основою для нанесення тематичного змісту. Топографічні, оглядово-топографічні і оглядові карти - це надійні і достовірні джерела, які створюють по державних інструкціях у стандартній системі умовних знаків з визначеними строго фіксованими вимогами до точності.

*Тематичні картографічні матеріали* - основне джерело для складання тематичних карт. До них відносяться *результати польових тематичних зйомок* (великомасштабні плани схеми, абрис, маршрутні і стаціонарні зйомки і тому подібне) власне *тематичні карти різного масштабу і призначення*, а також *різного роду спеціальні матеріали*, такі як *схеми землекористувань, лісовпорядні плани* та ін. Тематичні карти великих масштабів завжди служать джерелами для дрібномасштаб-них карт, але особливо важливо, що карти однієї тематики часто використовують при складанні карт суміжної тематики. Так, при ґрунтовому картографуванні використовують карти рослинності і геоморфологічні, при створенні геоморфологічних карт - геологічні і тектонічні, при складанні карт транспорту необхідне використання карт розселення і так далі.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 64                                    |

Особливий вид джерел - **кадастрові карти і плани**. Вони з документальною точністю відбивають розміщення, якісні і кількісні характеристики явищ і природних ресурсів дають їх економічну або соціально-економічну оцінки містять рекомендації по раціональному використанню і охороні. Такі карти кадастру земельного, міського, корисних копалин, лісового, водного, промислового та ін.

Найширше застосовуються у картографії **матеріали аерокосмічного зондування**, особливо - **космічних зйомок**, які, будучи економічнішими по детальності тепер наближаються до аерозйомки. Ці матеріали різноманітні по масштабу, охопленню, дозволу і іншим властивостям. Вони мають важливі переваги перед іншими джерелами для складання карт. Обзорність космічних зображень - від глобального охоплення до десятків кілометрів при детальній зйомці – забезпечує економічне картографування великих просторів.

**Зйомка з космосу** однієї і тієї ж території з різним дозволом і генералізацією дозволяє паралельно створювати і оновлювати карти різних масштабів, позбавляючи від необхідності складати карти дрібніших масштабів по великомасштабним, що неминуче подовжувало процес картографування.

**Повторні зйомки** із заданою періодичністю забезпечують динамічне картографування і моніторинг процесів, що швидко змінюються в часі, і явищ. Забезпечується картографування важкодоступних районів - пустель, маршів, високогір'їв, польарних островів Антарктиди.

#### **Складання та редагування карт.**

Наступний етап - **складання карти**, тобто комплекс робіт по виготовленню оригіналу карти.

Цей етап включає такі процеси: *підготовка і обробка джерел; розробка математичної основи карти; розробка змісту карти і легенди; технічне складання оригінала і проведення генералізації; оформлення карти; редагування карти і коректура на всіх стадіях складання.*

Складання тематичної карти починають із **створення географічної основи**, яка послужить потім для нанесення усього змісту. Основа повинна мати сітку меридіанів і паралелей, на ній обов'язково повинна бути присутня берегова лінія і гідрографічна мережа, населені пункти, адміністративні межі, дороги, в деяких випадках - рельєф території.

Наступний процес - **складання легенди**. У її основу кладуть ту або іншу класифікацію явищ, що картографуються, встановлюють вид і розміри знаків градації і колірну гамму шкал, вибирають фонові забарвлення, кегль і вид шрифтів і тому подібне. Створення легенди - дуже важливий процес, який дає можливість перевірити логіку прийнятих класифікацій. Легенда організовує усе: зміст карти, формалізує склад зображуваних елементів підкреслює їх ієрархію, визначає детальність якісних і кількісних характеристик.

Далі приступають до **нанесення на основу тематичного змісту**. Тут можливі різні прийоми. Деякі елементи переносять з джерел простим копіюванням, інші – перемальовують за допомогою фотомеханічного проектора



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 65                                    |

або від руки, керуючись ситуацією і координатною сіткою, треті – наносять по координатах.

При *комп'ютерному складанні* заздалегідь відскановану географічну основу виводять на екран в укрупненому масштабі, на неї накладають тематичну інформацію з інших картографічних джерел шляхом масштабування, проектування чи ручного перемальовування. Цифрову інформацію (наприклад, статистичні дані) викликають з баз даних або вводять безпосередньо з клавіатури. Усі елементи змісту показують відразу в прийнятій легенді. Одночасно на карті розміщують підписи, стежачи за тим, щоб вони добре відповідали елементам змісту.

В процесі складання карти виконується генералізація зображення, згідно з принципами, викладеними в програмі.

Ще один дуже важливий і наскрізний процес - *узгодження елементів змісту*. Він припускає облік різних географічних закономірностей і взаємозв'язків (зональних, гіпсометричних, структурно - геологічних, ландшафтних і інших), ув'язку елементів змісту уздовж меж, природних рубежів і структурних ліній. При комп'ютерному складанні погоджують різні шари картографічного зображення.

Після закінчення всіх складальних робіт виготовлену карту *коректують*. Укладач карти спочатку перевіряє її сам (самокоректура), як би проходячи повторно по етапах виготовлення.

Рекомендують для коректури таку послідовність:

- перевірити математичну основу карти, правильність її побудови та виконання написів градусної сітки;
- перевірити повноту використання картографічних та інших джерел;
- переглянути зміст карти щодо її призначенням; можливо, карта виявилася перевантаженою або вийшла за хронологічні рамки;
- перевірити точність нанесення і правильність узагальнення всіх елементів змісту карти і їх взаємне узгодження;
- перевірити легенду карти, класифікацію і малюнок умовних знаків і відповідність їм на карті;
- перевірити правильність географічних назв;
- переглянути якість оформлення карти.

Так як відповідність і самокоректура здійснюється одним і тим же виконавцем, то коректура вимагає особливої уваги. Основна частина самокоректури полягає в звіренні всіх елементів складального оригіналу з джерелами. При виявленні помилок на карті виконавець повинен їх виправити.

Якщо карта рекомендується для видання, її додатково перевіряють фахівці-коректори і переглядає редактор.

### **Підготовка до видавництва і видавництво карт**

Завершальний етап - підготовка до видання і видання карти, розмноження її в друкарській (поліграфічній або комп'ютерній) формі. Іноді підготовку до видання і саме друкування розділяють на два самостійні етапи. Вони охоплюють наступні процеси: *виготовлення видавничих оригіналів для забезпечення*

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 66                                    |

*поліграфічних процесів; виготовлення друкарських форм і отримання проб; друкування (тиражування) карти; редагування і коректура на всіх стадіях підготовки і видання карти.*

Підготовка карти до видання починається з виготовлення видавничих оригіналів, що відповідають вимогам і технологіям видання і призначених для отримання друкарських форм. Ці оригінали готують способом фоторепродукції. Вони повинні в точності відповідати змісту оригіналів упорядництва і володіти високою якістю графічного оформлення усіх штрихових, колірних, півтонових елементів і шрифтів. Існують різні видавничі оригінали.

**Штрихові видавничі оригінали** створюють по числу штрихових елементів, що друкуються різними кольорами. Їх називають розчленованими штриховими оригіналами і готують окремо для кожного елемента, наприклад, оригінал гідрографії - для друку синім кольором, оригінал рельєфу - для коричневого кольору і так далі. На поєднаному оригіналі відтворюють усі штрихові елементи, наявні на оригіналі упорядництва.

**Оригінали фонових забарвлень** містять зображення площ, які при виданні будуть показані суцільними заливками або сітками. Для кожного кольору потрібний окремий оригінал, наприклад: для лісу - зелена фарба, для водної поверхні - синя і так далі.

**Оригінали написів** містять усі написи, що поміщаються на карті, причому для написів різного кольору можуть бути виготовлені окремі оригінали.

**Півтонові оригінали** передають зображення елементів, що мають плавні переходи одного і того ж кольору. Зазвичай такі оригінали створюють для відтворення відмивання рельєфу або тіней уздовж меж.

Кількість оригіналів і послідовність їх виготовлення залежать від барвистості карти і прийнятої технології друку. Основною проблемою стає множинність видавничих оригіналів, їх число досягає 20 і більше.

Вирішення проблеми полягає в застосуванні *фоторепродукційного процесу*, заснованого на електронному кольоровідділенні. Кольороподілені растрові друкарські плівки високої якості отримують шляхом сканування багатобарвного оригіналу карти за допомогою електронних кольоровідділювачів-кольорокоректорів. Така технологія включає три процеси:

*фоторепродукція - перетворення зображення оригіналу карти у фотоформи; виготовлення друкарських форм на основі фотоформ;*

*друкування - тиражування відбитків з друкарських форм.*

При електронному кольоровідділенні досить отримати всього три негатива, відкоригованих за кольором і тону для блакитної, жовтої і пурпурної фарб. При друці складання кольорів з цих негативів відтворює штрихові, фонові і півтонові елементи будь-якого кольору і відтінку. Четвертий негатив готують для елементів чорного кольору.

Електронні лазерні кольоророзподільні системи повністю виключають ручну підготовку видавничих оригіналів і дозволяють в автоматичному режимі швидко і надійно отримувати фотоформи з кольорових карт і фотокарт досить великого формату.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 67                                    |

Для тиражування карти виготовляють друкарські форми. Для цього малюнок з оригіналу переносять на поверхню металевої гумової, пластмасової пластини або циліндра. На друкарських формах є друкуючі елементи, що дають відбиток на папері, і пробійні (що не друкують) елементи.

Існують різні способи друку. **Глибокий друк** - картографічний малюнок поглиблюють (врізають) в друкарську форму, а поглиблення заповнюють фарбою. Це забезпечує найвищу поліграфічну якість карти. **Високий друк** - малюнок на друкарській формі роблять опуклим, рельєфним і на нього «накочують» фарбу, а пробійні ділянки витравлюють. **Плоский друк** - друкуючі і пробійні елементи знаходяться на друкарській формі на одному рівні, але в результаті хімічної обробки фарба наноситься тільки на ті елементи, що друкують, а пробійні - її не приймають. Такий спосіб друку не дає хорошої якості, його використовують для простих текстових карт.

В процесі видання карти друкують штрихову пробу, а потім барвисту пробу - поєднані відбитки, по яких перевіряють поєднання усіх елементів змісту, надрукованих різними фарбами, якість і точність відтворення штрихових елементів, підбір фонових забарвлень, градації шкал і відмивань, правильність написів і тому подібне. Проби потрібні для коректури карти і виправлення помилок в процесі її видання.

При тиражуванні карти спочатку роблять контрольні відбитки по них перевіряють режим роботи друкарського верстата, рівномірність подачі і поєднання фарб, а потім друкують увесь наклад.

### Оновлення карт

Зміст географічних карт через певний час перестає відповідати реальній дійсності і потребує оновлення. **Оновленням карти** називається приведення змісту карти у відповідність із сучасним станом картографованого об'єкта, шляхом перескладання і видання нової карти. Оновленню підлягають як загальногеографічні (в тому числі топографічні), так і тематичні карти.

Основна причина старіння топографічних карт - інтенсивне освоєння та економічний розвиток території, Вплив людини прямо чи опосередковано на природу. Інколи карти старіють внаслідок введення нових нормативних документів (інструкцій, таблиць умовних знаків тощо) або нової системи координат чи проекції (так, з 1985р. карта масштабу 1:1000000 видається в проекції Гаусса, як і решта топографічних карт усього масштабного ряду).

Оновлення може бути періодичним або безперервним. **Періодичне оновлення** - це оновлення через певний проміжок часу: 6-8 років для карт найважливіших освоєних районів, 10-15 років для решти карт. **Безперервне оновлення** передбачає постійне доповнення карт змінами, які сталися на місцевості.

Аерокосмічні зйомки дуже зручні для регулярного оновлення топографічних карт. Космічні фотознімки, на відміну від аерофотознімків, дозволяють починати оновлення масштабного ряду топографічних карт в будь-якій послідовності. Інша важлива перевага використання космічних знімків - можливість оновлення карт одночасно всього масштабного ряду.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 68                                    |

При оновленні карт по знімках спочатку визначають ступінь застарівання карт і виділяють райони першочергового оновлення, до яких відносять території сільськогосподарського освоєння, інтенсивного видобутку корисних копалин, міського, дорожнього, гідротехнічного будівництва, де оновлення доводиться виконувати через один - два роки, тоді як в малообжитих районах досить проводити його через п'ять - десять років.

Від ступеня застарівання залежить, чи необхідно проводити повне оновлення з перескладання оригіналу карти або можна обмежитися внесенням виправлень в видавничий оригінал карти камеральним шляхом.

Застосування космічних знімків для оновлення карт знижує тривалість і трудомісткість складацьких редакційних процесів. Скорочується час на підбір джерел, ознайомлення зі специфікою території, спрощується генералізація. Одночасно підвищуються детальність і точність карт.

Оновлення карт виконують різними методами. Останнім часом отримують розвиток цифрові технології. оновлення карти на фотопланах здійснюють у тих випадках, коли зміни контурів складають більше 40 % або планова точність картки не відповідає висунутим до неї вимогам. Процес створення фотоплана включає згущення опори, трансформування знімків, виготовлення фотоплана і репродукцій до нього, дешифрування. Оновлення на видавничих оригіналах, що виконується у випадках, коли змінюється менше 20% контурів карти, передбачає дешифрування змін на знімках і перенесення їх на видавничий оригінал карти.

## 23. ЗАСТОСУВАННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРІВ У НАУКОВІЙ І ПРАКТИЧНІЙ РОБОТІ

### 10.1 Карта як засіб пізнання дійсності. Картографічний метод дослідження

Історія розвитку картографії свідчить, що, з одного боку, карти відображали успіхи в пізнанні оточуючого людину середовища, а з другого — давали можливість вивчати реальний світ, вирішувати за їхньою допомогою численні практичні, а з часом і наукові задачі.

В процесі використання карти виконують різні функції. Одна з них *комунікативна*, яка полягає у збереженні й передачі просторової інформації про оточуючий світ. За картами можна вивчати об'єкти природи та суспільства, набувати про них нові знання, і в цьому полягає їхня *пізнавальна* функція. *Оперативна* роль карт пов'язана з безпосереднім вирішенням різних практичних завдань, наприклад, з навігації, управління сільським господарством тощо. *Конструктивна* функція карти виявляється під час розробки й реалізації господарських та соціальних проектів. Як продовження пізнавальної можна розглядати *прогностичну* роль карт, які дають можливість передбачати просторові й часові зміни в поширенні об'єктів, їхньому стані.

Метод застосування карт для пізнання об'єктів, що зображені на них, називають *картографічним методом досліджень*. За допомогою картографічного методу досліджень вирішують завдання різного ступеня складності: від попереднього ознайомлення з географічною ситуацією до

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 69                                    |

виявлення факторів розміщення об'єктів, їхнього розвитку й аномалій. Застосування карт базується на вмінні читати їх. *Читання карти* слід розуміти як процес відтворення реальної дійсності за її зображенням на карті. За умовними позначеннями, сполученнями їх та просторовим розміщенням читач відтворює в своїй уяві географічну ситуацію.

Читання карти є підґрунтям аналізу й оцінки інформації, що отримується за її допомогою.

### **Аналіз та оцінка карт**

Раціональне використання карт ґрунтується на попередньому аналізі та оцінці їх.

*Аналіз карти* — це встановлення елементів і властивостей карти, її придатності до використання в конкретних цілях (ознайомлення з місцевістю, одержання кількісних показників тощо).

*Оцінка карти* — це висновок про якість карти, ступінь її придатності для вирішення поставленого завдання.

*Якість карти* є ступінню придатності її для використання за призначенням. Таку характеристику карти обумовлюють сучасність і наукова обґрунтованість змісту, його повнота, докладність та достовірність; доцільність вибору елементів математичної основи, способів картографічного зображення; геометрична точність положення точок, ліній, обрисів та ін.

Роботу з аналізу й оцінки карт рекомендується здійснювати в такій послідовності: загальне ознайомлення з картою; встановлення елементів математичної основи; вивчення легенди, тобто умовних позначень й текстових пояснень до них; читання карти. Читання проводять спочатку по окремих елементах, що дозволяє краще розуміти подане на карті. Потім здійснюють комплексне читання, що дає змогу виявити зв'язки, взаємну погодженість і "вагу" усіх елементів її змісту.

*Результати аналізу загальногеографічної карти* подають за такою схемою:

— *вихідні відомості*: назва; підзаголовні дані (пояснення або доповнення до назви, авторський колектив тощо); вихідні дані (місто і рік видання, назва видавництва); надзаголовні дані (назва установи, від імені якої видається карта); особливості оформлення (кількість фарб тощо);

- *математична основа*: головний масштаб; картографічна проекція (особливості побудови, характер спотворень, розташування ліній або точок нульових спотворень, величина направлення та розподіл спотворень); географічна доцільність вибору проекції (цілісність зображення території тощо);

- *географічний зміст*: водні об'єкти; рельєф; рослинність і ґрунти; населені пункти ; політико-адміністративний поділ; економіка й культура; шляхи сполучення; підписи на карті;

- *елементи оснащення*: легенда, форми масштабу, рамка, поза-рамкове оформлення, відповідність елементів цільовому призначенню карти;

- *додаткові дані*: текстові, графічні тощо;

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 70                                    |

*компонування*: розміщення поданої території та середнього меридіана відносно рамки, елементів оснащення і додаткових даних.

Завершує аналіз карти оцінка її якості з висновком про можливість використання в подальшій роботі (окремо чи в складі серії карт, з усіма елементами змісту або частково тощо).

За наведеною схемою можна подати й *аналіз тематичної карти* з тією лише різницею, що її картографічне зображення включає дві частини (географічну основу і тематичний зміст), які треба розглядати окремо. Крім того, слід враховувати, що на такій карті більше уваги приділяють тематичній частині, змінюється роль такого її елемента, як математична основа, внаслідок чого на ній часто немає картографічної сітки. Більшого значення набуває легенда, урізноманітнюється *компонування*.

***Також аналіз і оцінку карт проводять за такими напрямками:***

- *аналіз і оцінка сучасності карти*, як відповідність її змісту сучасному стану зображених об'єктів;

- *аналіз і оцінка достовірності карт* - це визначення правильності відомостей, поданих на карті, тобто оцінка того, наскільки правильно зображені типові риси й характерні особливості об'єктів, їхні взаємозв'язки та співвідношення;

- *аналіз і оцінка наукової та ідеологічної цінності карт*- карти відображають наукові ідеї, сучасні або застарілі, правильні або помилкові, ідеологічні погляди авторів, які також можуть бути прогресивними або застарілими, а то й реакційними;

- *аналіз і оцінка компонування карт* дає відповідь на запитання, наскільки обрана математична основа забезпечує цілісність зображення території, чи враховані зовнішні зв'язки території, як зрівноважені всі частини карти, наскільки вдало розміщені додаткові дані й елементи оснащення, чи економно використана площа аркуша;

- *оцінка якості оформлення карт* має на меті визначити *читаність* карти, тобто легкість і швидкість сприйняття її змісту, естетичні переваги.

- *аналіз і оцінка серії карт* - здійснюють, вивчаючи кожну з карт серії за наведеною вище або близькою до неї програмою. Особливістю аналізу серії карт є те, що треба оцінити погодженість усіх карт за математичною основою, змістом, принципами і ступенем генералізації зображення, його оформленням.

***Прийоми і способи картографічних досліджень.***

Під час роботи з картами застосовують різні прийоми аналізу. Одні з них ґрунтуються тільки на зоровому (візуальному) сприйнятті картографічного зображення, інші потребують застосування різних за складністю технічних засобів.

**За рівнем механізації й автоматизації** картографічних робіт виділяють такі види прийомів: *візуальний аналіз*, тобто читання карти неозброєним оком, зорове порівняння та окомірна оцінка змісту карти; *інструментальний аналіз*, під час якого застосовують вимірювальні прилади та механічні пристрої; *автоматизований (напіваавтоматичний) аналіз*, коли частина дослідницьких

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 71                                    |

операцій виконується за допомогою автоматичних та електронно–вимірювальних пристроїв; *автоматичний аналіз*, який базується на виконанні всіх дослідницьких операцій автоматичними та електронно–вимірювальними технічними системами, прикладом якої є АКС (автоматична картографічна система). Четвертий рівень може застосовуватися в наш час лише для відносно нескладних досліджень. Усі групи прийомів доповнюють одна одну, їх можна застосовувати в сукупності.

Картографічні дослідження можна проводити за однією картою або серією їх чи атласом.

#### **Способи досліджень за однією картою такі:**

*вивчення картографічного зображення без перетворення*, яке складається з візуального аналізу опису, вимірів та інших операцій для отримання цілісного уявлення про об'єкт, що вивчається;

*перетворення картографічного зображення*, яке полягає в трансформуванні його в іншу форму, зручнішу для вирішення конкретного завдання. Результатом такої роботи є *похідні карти*. Найбільш поширені шляхи їх створення такі:

- *спрощення картографічного зображення* шляхом збереження на картах тих елементів змісту, які відповідають темі дослідження (одним із шляхів спрощення є вичленування певних об'єктів);

- *перехід до узагальнених зображень*, які відбивають головні риси об'єктів, наприклад проведення на гіпсометричній карті схематизованих горизонталей за лініями основних вододілів, унаслідок чого окреслюють великі первинні форми рельєфу, неускладнені вторинними формами, пов'язаними з процесами ерозії й денудації;

- *введення в карти нових показників*, які краще задовольнятимуть напрямок дослідження, наприклад заміна абсолютних показників відносними, які полегшують порівняння об'єктів різної розмірності; з таким перетворенням часто пов'язана заміна одних способів картографічного зображення іншими, більш зручними для аналізу;

- *розкладання картографічного зображення на складники*, метою якого є виділення й роздільне вивчення факторів, які визначають розміщення та розвиток об'єктів, наприклад розкладання топографічної поверхні на базові поверхні й залишкові форми рельєфу.

Під час комплексних географічних досліджень перетворення інформації з вихідної карти може бути багаторазовим. Наприклад, за зображенням рельєфу на топографічній карті складають карту морфоізогіпс, яка перетворюється потім у карту ухилів тектонічного рельєфу; остання — у карту аномальних ухилів рельєфу.

#### **Способи роботи з серіями карт або з картами атласу такі:**

- *порівняння різночасових карт*, які подають стан об'єкта в моменти часу, з метою виявлення його зміни, динаміки, ритміки, прогнозування подальшого розвитку;

- *спільне вивчення карт різної тематики*, які подають

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 72                                    |

характеристику різних явищ і процесів на певній території з метою виявлення зв'язків між ними, отримання комплексних характеристик, районування території за сукупністю ознак;

- **вивчення карт-аналогів** (тобто карт, які подають одні об'єкти, але в межах різних територій, які можуть бути значно віддаленими одна від одної), з метою виявлення схожості в просторовій організації об'єктів та закономірностей їх розміщення, загальних рис розвитку тощо;

- **спільний аналіз різномасштабних карт** однієї тематики і території з метою виявлення закономірностей та структур різного рівня: глобальних, регіональних, локальних.

Залежно від мети дослідження й особливостей явища, що вивчається, можливе поєднання тих чи інших способів і прийомів аналізу карт.

Ще один прийом картографічного методу досліджень — **реконструювання** просторової ситуації. При такого роду дослідженнях часто застосовують різні види перетворення картографічних зображень.

Обов'язковий етап картографічного методу досліджень — оцінка отриманих результатів. **Надійність результатів** можна визначити, якщо оцінити їх точність і достовірність.

**Точність** є кількісна оцінка результатів дослідження. **Достовірність досліджень** — це якісна оцінка відповідності результатів дослідження, інтерпретації їх відповідно до сучасних уявлень про об'єкт, що вивчається.

**За точністю одержаних результатів** усі дослідження за картами поділяють на три групи.

**Точні дослідження** — це дослідження, під час яких вимірювання обчислення та кінцеві результати мають точність, максимально можливу для даної карти й обраного прийому аналізу. Для цього намагаються старанно врахувати й виключити можливі помилки, проводять багато разів повторні й контрольні вимірювання, незалежні обчислення. Похибки у визначенні довжин і площ не перевищують 1%, а кутів—1°.

**Дослідження середньої точності** мають результати, похибки яких не перевищують певної допустимої границі. Похибки, набагато менші від заданої точності, не враховують, що дозволяє іноді значно скоротити обсяг і термін роботи. Похибки вимірювання довжин та площ становлять не більше 3—5%, а кутів — 3°.

**Наближені дослідження** в основному на підставі візуального аналізу виконують з невеликою точністю 6-10% для довжин і площ та до 8° — для кутів.

На практиці за тематичними картами найчастіше проводять дослідження середньої точності. Наближені дослідження виконують на попередніх стадіях роботи для правильного планування подальшого її проведення.



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/73                                     |

## 24. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРІВ.

### Загальні положення.

Традиційна технологія складання карт є трудомістким технологічним процесом і характеризується великими трудовитратами, що значно збільшує терміни і вартість виконання робіт зі створення картографічних творів.

Сучасна картографія широко використовує результати розвитку інформатики, кібернетики, обчислювальних пристроїв і вдосконалюється разом з ними. Саме на стику традиційної картографії, інформаційних технологій, комп'ютерної графіки виникла автоматизована картографія. Як наукова та практична дисципліна, вона охоплює весь комплекс робіт щодо створення і використання картографічних творів на основі електронних обчислювальних машин і технічних пристроїв.

З'явившись під загальною назвою «цифрова картографія», автоматизована картографія почала розвиватися в напрямку перетворення образно-знакової (аналогової) інформації карт в цифрову форму.

В силу таких тенденцій і під впливом інформаційних технологій народилася нова область картографічної науки і виробництва - *комп'ютерна картографія*, що базується на сучасних швидкодіючих комп'ютерах та інших технічних засобах обробки графічної інформації, а також на використанні відповідного програмного забезпечення.

Поряд з традиційними картами і атласами на паперовій основі стали створюватися електронні мультимедійні картографічні твори, віртуальні моделі для розміщення в глобальній мережі Інтернет. Це стало можливим у зв'язку з розвитком телекомунікаційних технологій, які надали необмежені можливості доступу до глобальних інформаційних ресурсів за допомогою мережі Інтернет. Крім комунікативних функцій глобальна Мережа стала грати також роль інтерактивного посередника у створенні карт різної тематики. Виниклий напрямок, отримав назву *інтернет-картографування*, одним з основних завдань якого є інтерактивне створення карт на основі отриманої в Мережі інформації, а також їх комп'ютерний дизайн і можливість розміщення (публікації) в Мережі.

Автоматизована картографія розглядається в основному в двох аспектах:

**Технічна картографія** акцентує увагу на методиці створення картографічного зображення з використанням технічних засобів та програмного забезпечення. При цьому необхідно знати призначення картографічного твору, його тематику, специфіку картографуванню території, способи подальшого використання карти, прийоми роботи з нею, тобто мати повне уявлення про географічну складовою майбутньої карти.

Для **географічної картографії** більш значущі процеси отримання інформації з карти, досліджень по картах, тоді як технічні прийоми створення картографічного зображення і організації пошуку інформації не є пріоритетними.

Відповідно до сучасних уявлень про інформаційні технології технічну картографію можна віднести до комп'ютерної, яка представляє розділ

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 74                                    |

автоматизованої картографії, який розглядає способи створення картографічних творів з використанням комп'ютерних технологій для цілей їх поліграфічного відтворення.

У свою чергу, процеси автоматизації в географічній картографії лежать в області інтересів *геоінформаційного картографування* - галузі картографії, що займається автоматизованим складанням і використанням карт як моделей геосистем на основі ГІС-технологій і баз географічних (геологічних, екологічних, соціально-економічних і ін.) і картографічних даних і знань.

### **Основні етапи і процеси автоматизованого створення карт.**

*Растрове зображення* являє собою набір пікселів (picture element - елемент малюнка). Це самий мінімальний і основний елемент зображення, що формується на екрані монітора або при друці. Чим щільніше розташовані пікселі, тим більш якісне зображення створюється на екрані. Щільність пікселів вимірюється в одиницях, званих dpi (dots per inch - кількість точок на дюйм). Вона використовується для характеристики розмірів растрового зображення із зазначенням ширини і висоти. При цьому кількість точок, які формують малюнок, не залежить від роздільної здатності пристрою виводу (екрану монітора, принтера та ін.). А при збільшенні масштабу зображення стає помітною мозаїчна структура малюнка.

Найпростішим видом растрового зображення є чорно-біле зображення, що складається з комбінацій чорних і білих точок. Растрова графіка - найреальніший спосіб відображення об'єктів навколишнього світу.

Більш високою якістю і іншим принципом формування володіє *векторна графіка*, іноді звана об'єктно-орієнтованою. Це метод побудови зображень, в якому використовуються математичні описи для визначення положення, довжини та напрямки виведених ліній. При цьому об'єкти формуються з набору векторів (ліній), які можна змінювати довільним чином в процесі малювання, тобто, редагувати. Таким чином, у векторній графіці використовується комбінація комп'ютерних команд і математичних формул для опису окремих складових частин зображення (векторів). У цьому випадку на відміну від растрового зображення векторне займає значно менше місця.

Крім того, при редагуванні векторного зображення можна змінювати його розміри без втрати якості малюнка. При цьому графічне якість зображення буде залежати від роздільної здатності пристрою виводу.

У векторній графіці навіть найскладніші малюнки можуть бути створені за рахунок комбінацій найпростіших графічних елементів, що викреслюються на екрані. Ця властивість векторної графіки використовується в комп'ютерному побудові картографічного зображення, яке також представляється комбінацією елементарних графічних фігур: кола, квадрата, трикутника, відрізка (лінії).

Крім того, при редагуванні векторного зображення можна змінювати його розміри без втрати якості малюнка. При цьому графічне якість зображення буде залежати від роздільної здатності пристрою виводу.

### **Формалізація картографічного зображення.**

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/75                                     |

Автоматизована обробка даних вимагає їх формалізації, тобто, опису об'єктів (або знаків) за допомогою формальної мови, всі значення якого чітко визначені і не допускають будь-яких двозначностей.

*Формалізувати картографічну інформацію* можна шляхом побудови картографічного зображення на основі його ієрархічного опису з кінцевого набору елементарних символів, що, крім того, забезпечує логіку побудови зображення. Таке зображення може зберігатися в автоматизованих банках картографічних даних і може бути піддано змістовному аналізу і пошуку, оскільки будується на принципах уніфікації та стандартизації умовних позначень, а також однозначної відповідності графічного зображення смислового змісту відображуваного об'єкта.

Картографічне зображення можна представити у вигляді набору найпростіших геометричних символів (конструктивних елементів) з різними параметрами (малюнком, розміром, кольором, текстурою). З конструктивних елементів формується словник на основі їх топології і структури з відображенням ієрархії образотворчих засобів (рис. 11.1).



Рис. Приклад формування словника конструктивних елементів

Відпрацювання класифікаційних ознак і категорій картографуються об'єктів представляється у вигляді понятійно-змістовної моделі з відображенням їх ієрархії на основі спрямованого графо-дерева (рис.11.2).

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 76                                    |

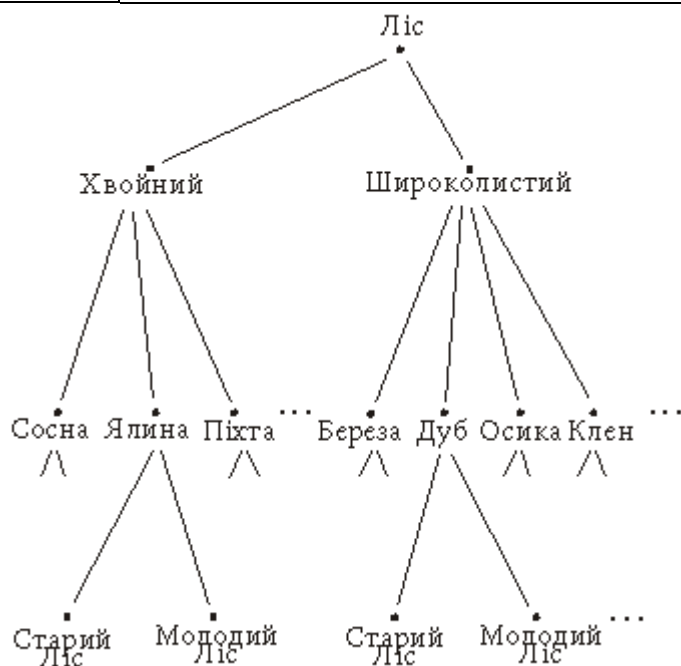


Рис. Приклад побудови класифікаційної моделі лісової рослинності

На основі словника конструктивних елементів і понятійно-змістовної класифікаційної моделі об'єктів можна розробити систему умовних позначень для будь-якого елементу змісту карти, що відповідає вимогам автоматизованої обробки зображення, його довготривалого зберігання і багаторазового оперативного використання при складанні карт різних масштабів, територіального охоплення та тематики. На рис. 11.3 наведено варіант побудови системи картографічних умовних знаків лісової рослинності.

В даному випадку можна говорити про формалізовану (машинно-орієнтовану) картографічну мову, що дозволяє формувати картографічне зображення за допомогою класифікаційної змістовної моделі об'єктів і словника конструктивних елементів.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 77                                    |

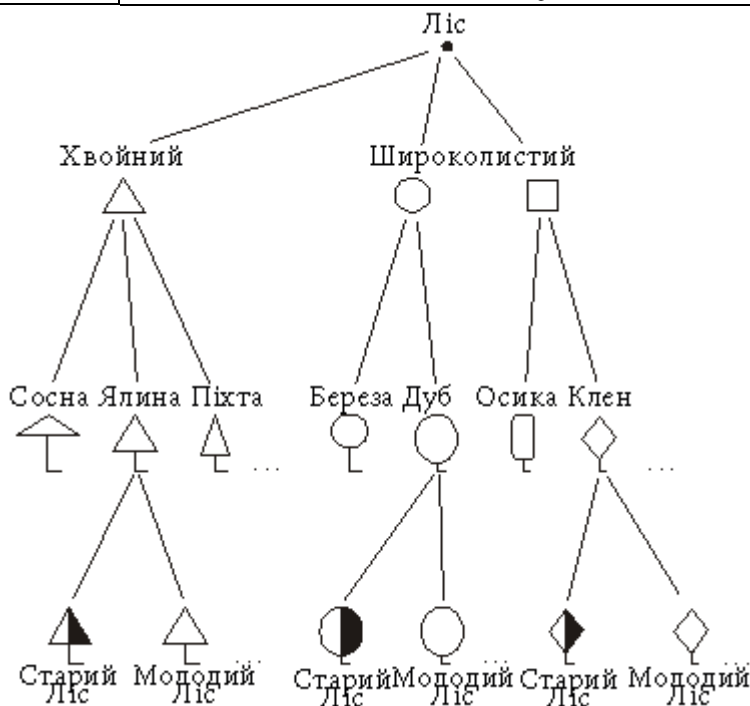


Рис. Побудова системи формалізованих картографічних умовних знаків на прикладі лісової рослинності.

### Колірні моделі.

У комп'ютерній картографії, так само як і в комп'ютерній графіці, при створенні, редагуванні і виведенні зображень одним з найбільш важливих завдань є робота з кольором. Для його точного кількісного опису в комп'ютерних системах використовують стандартизовані цифрові вираження - особливі універсальні «мови» кольори, які називають **колірними моделями або системами колірних координат**. В даний час не існує такої моделі, яка могла б передати всі кольори і відтінки, помітні людським оком. Різні технічні пристрої по-різному відтворюють кольорові зображення, оскільки використовують різні системи кодування кольору. Одне і те ж зображення карти може по-різному виглядати у вигляді тиражного відбитка, при виведенні на принтері і на екрані комп'ютера.

Існує безліч колірних моделей та їх модифікацій, що відрізняються за принципами опису колірного простору. Але всі вони належать до одного з трьох типів: **перцепційний** (по сприйняттю), **адитивні** (складальні - засновані на складанні) і **субтрактивні** (віднімальні - засновані на відніманні). Пристрій всіх моделей засновано на використанні певних базових компонентів, що складають конкретний колір, наприклад колірного тону, насиченості (чистоти), яскравості, освітленості, кольоровості та ін.

**Перцепційні** моделі описують весь діапазон кольорів, що сприймаються людським оком, що є основою для дизайнерів, художників, фотографів. В даний час ці моделі отримали найбільше поширення, оскільки їх діапазон передачі кольору набагато більший, ніж може відтворити сканер, монітор, принтер або фотоекспонуючий пристрій виведення на плівку.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 78                                    |

Найбільш відомі перцепційні моделі YCC, LAB, HLS, HSB, HSV. З цього переліку слід виділити колірну модель LAB, покладену в основу програмного пакета Adobe Photoshop, для роботи з кольоровими зображеннями. Будь-який колір в LAB визначається яскравістю і контрастністю (ними керує канал L), а також двома компонентами кольорів (діапазонами), якими управляють канали А (від зеленого до пурпурного) і В (від синього до жовтого). Ця модель включає колірний простір усіх інших колірних моделей, що використовуються в комп'ютерних системах.

Комп'ютерна обробка зображень виконується з використанням технічних пристроїв, тому існують колірні моделі, найбільш адаптовані до кожного класу таких пристроїв.

Так, для сканерів, моніторів та інших електронних пристроїв, в яких відтворення кольору засноване на пропущенні або поглинанні кольору, а не на його відображенні, використовуються **адитивні** колірні моделі. У них кольори генеруються складанням складових світлових потоків.

Природним «мовою» зазначених пристроїв служить колірна модель RGB, заснована на змішуванні червоного (Red), зеленого (Green) і синього (Blue) кольорів (рис. 11.4).



Рис. Кольорова модель RGB.

Сума цих кольорів максимальної інтенсивності дає білий колір. Сума рівних значень червоного, зеленого і синього дає нейтральні відтінки сірого кольору, причому, чим більше яскравість основних кольорів, тим більше світло сірі тони виходять. Колірна гамма RGB дає більше шістнадцяти мільйонів кольорів. Це дозволяє створювати досить реалістичні зображення на екрані комп'ютера, але ця ж модель зовсім не підходить для пристроїв друку, де передача кольору побудована на відбитому світлі. Модель RGB залежить від пристрою: кольори, отримані в одному пристрої, можуть відрізнятися від кольорів, які відтворює інший пристрій RGB.

При друку зображення на принтерах і в поліграфії використовуються **субтрактивні** колірні моделі, засновані на відніманні частини спектра із загального падаючого променя світла. До них відносяться моделі CMY і CMYK. Якщо з білого кольору відняти один з основних кольорів RGB, то вийде

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 79                                    |

додатковий колір. Якщо відняти червоний, то залишилися зелений і синій кольори дадуть блакитний (Cyan), якщо відняти зелений, то червоний і синій дадуть пурпурний колір (Magenta), а якщо відняти синій, то червоний і зелений дадуть жовтий колір (Yellow): виходить модель СМУ (рис. 11.5).



Рис. Колірна модель СМУ.

Суміш блакитного, пурпурного і жовтого кольорів в рівних кількостях повинна давати нейтральні сірі тони; при максимальній яскравості кольорів повинен виходити чорний колір (додатковий до білого в моделі RGB). Однак при друку виходить брудно-коричневий колір, що обумовлено наявністю домішок в фарбувальних пігментів фарб. Тому для утворення більш чітких і глибоких тонів модель СМУ доповнюється чорним кольором (black). Така модель називається СМУК, і саме вона є основою поліграфії.

Колірні моделі здатні відтворити мільйони відтінків. Але в графічних програмах, що використовуються для створення і редагування зображень, є обмежені набори готових кольорів, які називаються **колірними палітрами**. Електронна кольорова палітра складається з комірок, кожна з яких представляє окремий стандартний колір. Палітра полегшує роботу з колірною гамою, надаючи можливість вибору кольору з готового набору.

#### **Технічне обслуговування процесів створення карт.**

Удосконалення технології створення картографічних творів безпосередньо пов'язано з використанням технічних пристроїв. До таких пристроїв відносяться сканери, персональні комп'ютери, принтери, фотонабірні автомати та інші засоби, що забезпечують введення даних, формування і редагування картографічного зображення, візуалізацію та поліграфічне відтворення картографічних творів.

Відповідно основним етапам створення карти всі технічні пристрої можна розділити на три групи: пристрої введення, обробки і виведення інформації.

**Введення** інформації в комп'ютер здійснюється пристроями введення даних. Це фізичні пристрої для забезпечення ЕОМ (у загальному випадку і ПК зокрема) як робочими даними, так і командами, що вказують спосіб обробки. Для різних типів машин ці пристрої можуть бути різними: магнітні стрічки, компакт-диски, дискети, магнітооптичні диски, клавіатура, миша, графічний планшет,

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 80                                    |

дігітайзер (оцифровувач), сканер та ін. В даний час все більшого поширення і популярність отримують портативні носії інформації - флеш-накопичувачі (Flash USB Drive) - пристрої пам'яті для багаторазового запису і зберігання інформації

Основним пристроєм введення інформації є клавіатура. Дублюючим і доповнюючим пристроєм є миша - маніпулятор для введення інформації в комп'ютер і управління.

Найбільш зручним у використанні є пристрій автоматичного введення в комп'ютер графічної і текстової інформації - сканер (пристрій автоматичного перетворення зображень з аналогової в цифрову форму).

У результаті сканування створюється растрове зображення, яке потребує подальшої векторизації, тобто переведенні растрової форми у векторну, оскільки растрове зображення володіє низьким графічним якістю і не задовольняє необхідним вимогам поліграфічного відтворення. Проте автоматичний спосіб введення картографічного зображення кращий, так як здійснюється в лічені хвилини.

Після введення інформації в комп'ютер починається її **обробка**, яка полягає у виконанні певних дій щодо перетворення даних, введених в комп'ютер. При цьому перетворення здійснюється відповідно до вимог споживача. Обробка може полягати у створенні тексту, графічного зображення, в тому числі і картографічного, моделюванні будь-якого процесу і т. д.

Обробка даних виконується процесором, а її результати виводяться на екран монітора, на зовнішні запам'ятовуючі пристрої, на принтер або записуються на жорсткий диск для зберігання в комп'ютері і подальшого використання.

Комп'ютер може обробляти інформацію, представлену тільки в цифровій формі. Вся інша інформація (звуки, зображення, показання приладів і т. Д.) Для обробки на комп'ютері повинна бути перетворена в цифрову форму, а саме: в двійкові числа 0 і 1, які є найменшою одиницею інформації в комп'ютері (bit).

Пристрої **виводу** призначені для отримання твердих копій на папері, плівці та інших матеріальних носіях результатів роботи комп'ютера або відображення, запису електронних версій таких копій на дискетах, жорсткому або компакт-диску, магнітній стрічці, дисплеї, званих м'якою копією. До основних пристроїв виводу зображення і тексту ставляться монітори, принтери, плоттери, фотонабірні автомати.

*Фотонабірні автомати* – фотовивідні пристрої, що забезпечують процеси поділу кольору і отримання фотоформ для подальшого друку тиражу продукції, в тому числі і картографічної.

*Графобудівники, плоттери.* Це креслярські автомати, перетворюють цифрову інформацію, що надходить з ЕОМ, в графічну форму. По виду столу вони можуть бути планшетні і барабанні. Працювати можуть безпосередньо від ЕОМ (режим ON-LINE) і автономно (режим OFF-LINE). При цьому реєстрація зображення може проводитися олівцем, кульковою ручкою, тонкострумним фарборозпилювачем, гравірувальною голкою і т. д.



|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідас ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 81                                    |

## **Програмне забезпечення процесів комп'ютерного створення картографічних творів**

У даний час для створення картографічного зображення застосовуються різні пакети графічних програм, що працюють в основному під управлінням операційних систем Windows і MacOS. До них відносяться:

- програми растрової графіки (Adobe Photoshop, Corel Photo-Paint) для сканування і обробки растрового зображення;
- програми векторної графіки (Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, CorelDraw та ін.) для графічного побудови по растровому шаблону векторного зображення в інтерактивному режимі;
- спеціалізовані картографічні програми або ГІС-додатки (Mercator, Atlas Pro, MapGrafix MapInfo, Arc / INFO, ArcView, Панорама та ін.);
- програми верстки QuarkXPress, Adobe PageMaker, Corel Ventura використовуються у видавничих системах для верстки газет, журналів та іншої друкованої продукції, для складання багатосторінкових атласів і карт, що містять інформацію різних форматів (растрову, векторну графіку і текст), а також подальшої передачі даних на видавничу робочу станцію з фотоскладальним автоматом, за допомогою якого створене зображення виводиться на фотоплівку;
- текстові редактори (Microsoft Word, Word for Macintosh та ін.) Для набору текстової інформації.

*Програма растрової графіки Adobe Photoshop в картографії застосовується для обробки відсканованих цифрових зображень, в художньому оформленні картографічних творів, а також для відмивання рельєфу. Для побудови векторного зображення на екрані комп'ютера в інтерактивному режимі з метою його подальшого тиражування використовуються векторні графічні програми (програми графічного дизайну). Основними з них є: Adobe Illustrator, CorelDraw, Macromedia FreeHand.*

Вибір цих програм для цілей картографії обумовлений такими основними факторами:

зручний інтуїтивний користувальницький інтерфейс графічних редакторів; набір інструментів, методів і засобів, що дозволяють формувати на екрані персонального комп'ютера зображення будь-якої складності високі графічної якості на основі елементарних геометричних фігур і кривих;

широкі можливості роботи з шарами дозволяють оптимальним чином формувати багат шарове картографічне зображення по окремих елементах змісту; використання різних колірних моделей дозволяє створювати багатобарвні картографічні твори високої якості;

можливість підготовки електронних матеріалів для розміщення в комп'ютерній мережі.

Однак жодна з цих програм не проводить автоматичну прив'язку картографічного зображення до географічних координат і перетворення картографічних проєкцій, що цілком зрозуміло, оскільки спочатку програми розроблялися саме як графічні редактори для художників-дизайнерів. Названі дії можуть бути виконані спеціалізованими картографічними програмами (ГІС-

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 82                                    |

додатками), наприклад: Map Grafix, Mercator, Atlas Pro, MapInfo, Arc / INFO, ArcView та ін. Вони дозволяють отримувати картографічне зображення в електронному вигляді з одночасним створенням бази даних об'єктів картографування (описом їх характеристик).

Сімейство ГІС-додатків включає цілий комплекс зарубіжних і вітчизняних програм, що вирішують завдання різної складності і розрізняються за своїми функціональними можливостями.

Залежно від виконуваних функцій ці програми діляться на наступні основні категорії:

- інструментальні (універсальні та спеціалізовані);
- вьюер;
- векторизатор;
- засоби просторового моделювання;
- засоби обробки даних дистанційного зондування;
- довідково-картографічні системи.

Універсальні (або повнофункціональні) інструментальні ГІС-додатки забезпечують створення і управління базою даних, підтримку картографічних проєкцій, введення карт і їх редагування, геометричні вимірювання на карті, рішення прикладних задач, просторовий аналіз, створення елементів оформлення карти, підготовку та вивід твердих копій та ін. Найбільш відомими представниками цього класу є: ARC / INFO, ArcView GIS компанії ESRI (США), Intergraph (США), AutoCAD Map компанії Autodesk (США), MapInfo (США), MapGrafix фірми ComGrafix (США), WINGIS, GeoDraw, Карта 2000 (Росія), CREDO (Білорусь) та ін.

**Спеціалізовані інструментальні** ГІС орієнтовані на створення тільки однієї групи карт. Наприклад, ГІС «Панорама» (Росія) спеціалізується на роботі з топографічними картами середнього масштабу.

**Програми-в'ювери** призначені для перегляду введеної раніше і структурованої (згрупованої по однорідним елементам) інформації і виконання запитів до баз даних, в тому числі і графічним, підготовленим в середовищі інструментальних ГІС. Ці програми дозволяють викреслити карту, але мають обмежені можливості редагування даних.

**Векторизатори** призначені для реалізації введення картографічних даних, обробки сканованих растрових картографічних зображень, тобто переведення їх у векторний формат. Прикладами можуть служити Easy Trace PRO, MapEdit, SpotLight, AutoVEC, які є російськими програмними продуктами.

**Спеціалізовані засоби** просторового моделювання призначені для вирішення задач моделювання просторово-розподілених даних: обробки результатів польових вимірювань, побудови тривимірної моделі рельєфу, побудови моделей річкової мережі і визначення ділянок затоплення, розрахунку переносу забруднення та ін. Представниками цього сімейства програм є продукти американських фірм Eagle Point і SOFTDESK.

До **засобів обробки і дешифрування даних дистанційного зондування** відносяться програми, що забезпечують обробку цифрових зображень земної

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 83                                    |

поверхні, отриманих методами аеро- і космічної зйомок. Найвідоміші представники: ERDAS Imagine, ER Mapper, серія продуктів Intergraph, TNT Mips.

**Довідково-картографічні системи** призначені для забезпечення користувачів інформацією на підставі запитів і відображення. Як правило, користувач позбавлений можливості редагування даних. До цього класу ГІС-пакетів можна віднести електронні карти і атласи міст.

Багато програмних пакетів за характером виконуваних ними робіт можна віднести до декількох класів, інші призначені для вирішення вузькоспеціальних завдань (досліджень, екології та ін.).

### 11.2.5 Основні етапи комп'ютерного створення карт

Основу автоматизованого виробництва картографічної продукції, а також геоінформаційних систем складають автоматизовані картографічні системи (АКС), що представляють комплекс технічних, програмних та інформаційних засобів, призначених для створення, оновлення та використання карт. Діючі та розроблювані АКС розрізняються за своєю структурою, властивостями, цільовим призначенням, потужності, відомчої приналежності, але всі вони мають у своєму складі ряд підсистем, найважливішими з яких є підсистеми введення, обробки і виведення інформації.

Інформаційним ядром АКС є банк цифрових картографічних даних, що складається з упорядкованих тематичних масивів цифрової інформації (баз даних) та засобів їх формування, управління, доступу до них, тобто систем керування базами даних (СКБД).

У відповідності зі своїм призначенням АКС вирішують три основні завдання, які є послідовними етапами комп'ютерного створення карти: введення інформації, обробка і виведення зображення (рис. 11.6).

Як і в традиційній картографії, процес створення карти починається з **редакційно-підготовчого етапу**, який включає збір картографічних, знімально-геодезичних, літературних, статистичних та інших матеріалів, розробку редакційних вказівок, підготовку матеріалів для сканування або цифрування; розробку макетів для складання на комп'ютері; виготовлення або доопрацювання наявної цифрової карти; складання, оформлення та підготовку до видання оригіналу карти на екрані комп'ютера; висновок кольороподілених позитивів.

**Введення картографічної інформації** в ЕОМ припускає переклад графічного (аналогового) зображення в цифровий вигляд. Він являє аналого-цифрове перетворення графічних ма-лов - карт, планів, фотокарт та ін. Відповідно до особливостей зчитування даних розрізняють кілька способів цифрування (дигіталізації): ручне введення точкових об'єктів; напівавтоматичний - лінійних об'єктів та автоматичне сканування.

**Процес комп'ютерної обробки** картографічного зображення здійснюється засобами настільних видавничих систем, що включають комплекс апаратних і програмних засобів на базі персональних комп'ютерів.

На цьому етапі проводиться складання, оформлення та підготовка карти до видання. При цьому використовується два варіанти технології.

|                         |   |   |
|-------------------------|---|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ<br>ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»<br>Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | Ф-23.06-<br>05.02/2/184.00.X/М/ВК1.1-<br>2023 |
|                         | Екземпляр № 1   | Арк 84/ 84                                    |

*Перший варіант* передбачає векторизацію растрової основи, отриманої скануванням вихідного картографічного матеріалу на етапі введення інформації, в одній з програм графічного дизайну (наприклад, Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, CorelDraw) в інтерактивному (діалоговому) режимі, коли оператор дає команди, а відповідна програма виконує їх в режимі реального часу.

Для цього після сканування і попередньої обробки в програмі Adobe Photoshop (масштабування, поворот, обробка фільтрами та ін.) Растрове зображення «перекидається» в один з векторних редакторів, де проводиться побудова картографічного зображення за елементами змісту.

Після завершення складацьких оформлювальних робіт проводиться коректура або принтерних роздруківок карти, або зображення безпосередньо на екрані комп'ютера, його остаточне доопрацювання та підготовка до виводу позитивів.

*Іншим варіантом* створення карти та підготовки її до видання є використання у видавничій системі вже готової цифрової карти-основи у векторному форматі, підготовленої в ГІС-додатках, системах автоматизованого проектування (САПР) або на дигитайзерах. У цьому випадку виключається процес сканування картографічного матеріалу на етапі введення та обробка растрової основи, а лише здійснюється редагування векторного зображення, оформлення та підготовка карти до видання засобами настільних видавничих систем. При цьому проводиться згладжування ламаних ліній, оформлення всіх елементів карти відповідно до прийнятих умовних позначень, розміщення написів, зарамкове оформлення і т. д.

На *етапі виведення* картографічне зображення проходить стадію візуалізації, тобто, перетворення з цифрової форми в аналогову. Заключним етапом робіт зі створення карти є кольороподіл. На цьому етапі вивід картографічного зображення здійснюється на фотонабірні автомати з метою виготовлення кольороподілених фотоформ для подальшого друку тиражу карти.