

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ДАНІЛОВА Н. В.**  
**ЦИФРОВІ ПЛАНИ І КАРТИ**

**Конспект лекцій**

Одеса  
Одеський державний екологічний університет  
2023

УДК 528.004:332.64

*Д11*

**Данілова Н. В.**

*Д11* Цифрові плани і карти : конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2023.  
123 с.

ISBN 978-966-186-234-9

У конспекті лекцій розглядаються питання щодо можливостей використання геоінформаційних технологій у створенні цифрових картографічних матеріалів, а також вимог, які ставляться до цифрових планів і карт та способів відображення на них об'єктів, визначення якості цифрових картографічних даних, технології побудови цифрових карт і планів.

Конспект лекцій рекомендовано для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» (освітньо-професійна програма «Землеустрій та кадастр»).

**УДК 528.004:332.64**

*Рекомендовано методичною радою Одеського державного екологічного  
університету Міністерства освіти і науки України як конспект лекцій  
(протокол № 4 від 02.03.2023 р.)*

ISBN 978-966-186-234-9

© Данілова Н. В., 2023  
© Одеський державний екологічний університет, 2023

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	5
<b>1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЦИФРОВОЇ КАРТОГРАФІЇ</b> .....	7
1.1 Теоретичні основи цифрових планів та карт.....	7
1.2 Основні поняття та визначення цифрових карт та планів. Визначення цифрових та електронних картографічних творів.....	10
1.3 Вимоги до цифрових карт.....	12
<b>2 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ КАРТ</b> .....	15
2.1 Поняття геоінформаційних систем (ГІС).....	15
2.2 Сучасні програмні продукти геоінформаційних систем та провідні виробники геоінформаційних картографічних пакетів.....	16
2.3 Системи автоматизованого картографування.....	20
2.4 Підсистеми ГІС.....	21
2.5 Організація даних у ГІС.....	22
2.6 Способи представлення графічних зображень.....	23
2.7 Загальна характеристика апаратного забезпечення ГІС.....	29
2.7.1 Пристрої збору і введення інформації.....	30
2.7.2 Пристрої візуалізації і подання даних.....	39
<b>3 СТАНДАРТИЗАЦІЯ ЦИФРОВИХ КАРТ І ПЛАНІВ</b> .....	45
3.1 Основні види стандартів та їх функції.....	45
3.2 Застосування міжнародних стандартів ISO та національних стандартів України в геодезичних роботах та землеустрої.....	53
<b>4 ДЖЕРЕЛА ДЛЯ СТВОРЕННЯ КАРТ</b> .....	66
4.1 Види джерел.....	66
4.2 Аналіз матеріалів, що використовуються при складанні карт.....	67
<b>5 ФОРМУВАННЯ БАЗ ДАНИХ ТЕМАТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ НИМИ</b> .....	73
5.1 Поняття бази даних.....	73
5.2 Системи управління базами даних (СУБД). Реляційні СУБД – таблиці даних.....	74
5.3 Компоненти СУБД. Командна мова.....	76

5.4	Компілятори та інтерпретатори.....	77
5.5	Основні завдання, що реалізуються СУБД у цифровій картографії.....	77
<b>6</b>	<b>ТЕХНОЛОГІЯ ЦИФРОВОГО КАРТОГРАФУВАННЯ.....</b>	<b>79</b>
6.1	Призначення цифрових карт місцевості і вимоги до них...	79
6.2	Методи створення електронних карт .....	80
6.3	Загальна технологічна схема створення цифрових карт місцевості.....	82
6.4	Редагування цифрових карт місцевості.....	84
6.5	Рельєф суші на цифровій карті.....	86
6.6	Гідрографія та гідротехнічні спорудження на цифровій карті.....	90
6.7	Населені пункти на цифровій карті.....	94
6.8	Кордони, огороження й окремі природні явища.....	96
6.9	Промислові, сільськогосподарські об'єкти та дорожня мережа на цифровій карті.....	97
6.10	Рослинний покрив і ґрунти на цифровій карті.....	99
6.11	Визначення якості та оцінювання цифрових карт.....	101
<b>7</b>	<b>КЛАСИФІКАТОРИ ТА КОДИФІКАТОРИ ЦИФРОВИХ КАРТ .....</b>	<b>108</b>
7.1	Класифікація — засіб впорядкування знань. Складність класифікації. Підходи класифікації.....	108
7.2	Значення класифікації для геоінформаційних систем.....	109
7.3	Базові поняття Єдиної системи класифікації картографічної інформації.....	110
7.3.1	Терміни і визначення класифікації.....	110
7.3.2	Терміни і визначення кодування.....	111
7.3.3	Організаційні аспекти класифікації .....	112
7.3.4	Особливості створення системи класифікації.....	113
7.4	Класифікатор топографічної інформації.....	117
	<b>СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....</b>	<b>121</b>

## ВСТУП

Географічна карта здавна була засобом для прийняття рішень про положення в просторі. Завдяки їй і зараз приймаються рішення про взаємне положення об'єктів, обчислюються відстані від об'єкта до об'єкту, виробляється прокладення маршруту й обчислення його довжини.

В електронному вигляді географічна карта називається цифровою. Наряду з термінами, що ввійшли у повсякденний лексикон, який принесла епоха бурхливого розвитку обчислювальної техніки, термін «цифрова карта» міцно зайняв своє місце. Цифрові карти застосовуються як у глобальних системах прогнозування погоди й геоморфології, так і в дуже примітивних портативних індикаторах положення на місцевості в межах якого-небудь промислового об'єкта. Як картографія у свій час набула статусу науки, так і цифрова картографія стала наукою з усіма властивими їй атрибутами.

Цифрове картографування є органічним поширенням традицій класичного картографування на галузь комп'ютерних технологій. Основою методології цифрового картографування є класифікаційна структура, за якою складається карта.

Цифрова карта є одним із видів інформаційної системи, і тому має власну структуру. Створення структури починається з вироблення визначень і відносин. У цифровій карті ці визначення і відносини виражаються через класифікатор, інакше – класифікаційну структуру.

Визначення, які застосовуються для позначення об'єктів, відповідають термінам галузі, в якій буде використовуватися цифрова карта, а також лінгвістичним правилам словотворення, тобто вони повинні бути зрозумілі фахівцям, які працюють у даній галузі.

Застосування сучасних методів проведення розрахунків та візуалізації у комп'ютерних системах приводить до нових нетрадиційних прийомів складання цифрових карт. Це тримірне відображення просторових об'єктів, за якими можна проводити аналіз, розрахунки та моделювання реальних фізичних та технологічних процесів.

Мета дисципліни полягає у формуванні у студентів теоретичних знань і практичних навичок використання геоінформаційних технологій для створення цифрових карт і планів, а також вивчення головних принципів, методів і засобів геоінформаційного картографування в землеустрої та земельному кадастрі.

У процесі вивчення дисципліни студент повинен знати та вміти:

- технології геоінформаційного картографування;
- загальні риси структури, класифікацію і шляхи використання ГІС;
- джерела інформації для створення карт;
- стандартизація в галузі баз знань та баз даних картографування земель;
- апаратне і програмне забезпечення геоінформаційного картографування;
- створювати та наповнювати базові картографічні шари;
- складати плани на основі векторної моделі, здійснювати редагування просторових та атрибутивних даних.

Конспект лекцій укладено згідно з програмою дисципліни “Цифрові плани і карти”, яка викладається в Одеському державному екологічному університеті. Конспект лекцій складається з семи розділів. У кінці кожного розділу наведено контрольні питання, призначені надати допомогу студентам при вивченні окремих тем дисципліни. Конспект лекцій складено на основі навчально-методичних видань, посібників, статей, монографій вітчизняних фахівців з даного питання наведених в літературі.

# 1 ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ЦИФРОВОЇ КАРТОГРАФІЇ

## 1.1 Теоретичні основи цифрових планів та карт

За оцінками різних дослідників, інформаційний обсяг різних цифрових карт і геозображень, що зберігаються в пам'яті комп'ютерів в усьому світі, вже в кілька разів перевищує обсяг паперових карт, і розрив постійно збільшується. У зв'язку з цим усе частіше виникають думки, що традиційна картографія має поступитися місцем новим комплексним дисциплінам – геоінформатиці, геоматиці, геоіконіці.

У картовидавничій практиці колишнього СРСР, а згодом – України, методи автоматизованої картографії використовуються понад 20 років, розроблена низка відомчих стандартів цифрових карт і автоматичних картографічних систем (АКС). Передусім ці системи призначені для автоматизації виробництва та збереження номенклатурних листків стандартних топографічних карт різних масштабів. Широко використовуються методи автоматизованого дешифрування космо- й аерофотознімків для відновлення карт і побудови горизонталей рельєфу. Водночас потреби більшості споживачів картографічної продукції значно випереджають можливості аерогеодезичних підприємств за термінами відновлення топокарт, а також за номенклатурою відображуваних об'єктів. У зв'язку з цим виникла велика кількість відомчих стандартів цифрової картографії, у яких топокарти необхідні тільки для початкового координатного прив'язування.

При складанні багатьох видів відомчих карт, наприклад, земельного кадастру, природоохоронних і надзвичайних ситуацій, використовується інформація з атрибутивних баз даних, даних дистанційного зондування, матеріали польових зйомок і описів. На методики й технології складання карт значно впливають галузеві підходи до виділення та класифікації просторових об'єктів, районування, просторової інтерполяції. Для одержання таких зображень використовуються програмні й апаратні засоби, не передбачені стандартами відомчої картографії. Оскільки такі картографування в наш час, як правило, виконується програмними засобами ПС, у науковій літературі все частіше вживається термін геоінформаційне картографування як визначення інтегрального напрямку, що передбачає методи автоматизованого картографування, обробки даних

дистанційного зондування, геоінформатики та теоретичних методів системного картографування для конкретної предметної сфери.

Картографія зараз перейшла на новий якісний рівень. У зв'язку з розвитком комп'ютеризації повністю змінилося багато процесів створення карт. З'явилися нові методи, технології та напрямки картографування. Можна виділити різні напрями, якими сьогодні займається картографія: цифрове картографування, тривимірне моделювання, комп'ютерні видавничі системи тощо. місцевості. Крім створення комп'ютерних карт стоїть завдання формування та ведення баз цифрової картографічної інформації.

Цифрові карти невіддільні від традиційних карт. Теоретичні основи картографії, накопичені століттями, залишилися незмінними, змінилися лише технічні засоби створення карт. Використання комп'ютерної техніки призвело до значних змін технології створення картографічних творів. Набагато спростилася технологія виконання графічних робіт: зникли трудомісткі креслярські, гравіювальні та інші ручні роботи. В результаті вийшли з ужитку всі традиційні креслярські матеріали та приладдя. Картограф, який знає програмне забезпечення, може швидко та якісно виконати складні картографічні роботи. Також з'явилося багато можливостей виконувати на дуже високому рівні дизайнерські роботи: оформлення тематичних карток, обкладинок атласів, титульних листів та ін.

З використанням комп'ютерної технології об'єдналися процеси складання та підготовки карт до видання. Відпала потреба робити високоякісну ручну копію оригіналу твору (видавничий оригінал). Оформлювальний оригінал, виконаний на комп'ютері, дозволяє легко редагувати і виправляти коректурні зауваження без погіршення його якості.

Перевагами комп'ютерних технологій є не тільки ідеальна якість графічних робіт, а й висока точність, значне збільшення продуктивності праці, підвищення поліграфічної якості картографічної продукції.

Цифрову картографію можна уявити у чотирьох змістовних формах:

- розділ картографічної науки;
- виробничої індустрії;
- нової технології;
- інструмент візуалізації зображень картографічної продукції.



Передусім, як розділ картографічної науки, цифрова картографія займається дослідженням і відображенням просторового розташування різних об'єктів діяльності суспільства, всіляких природних явищ, їх цифрового моделювання та взаємозв'язків.

Із застосуванням та використанням автоматизованих процесів виготовлення, нових комп'ютерних технологій та різноманітного візуального ряду зображень цифрова картографія має особливу популярність, як у споживачів, так і фахівців. Виготовлення картографічної продукції, як індустріального виробництва, є багатофункціональним технологічним процесом із застосуванням сучасних технологій і мають попит електронного продукту. Порівнюючи всі попередні та справжні можливості різних способів побудови карт, зокрема економічний складник ринкової ефективності, можна виокремити такі переваги цифрової картографії:

- передача точної інформації про об'єкт, практично виключає можливість отримання помилок, у зв'язку з використанням у розрахунках комп'ютерної автоматизації;
- швидкість обробки й отримання підсумкового результату з більш високою продуктивністю праці;
- більш економічний спосіб створення карт із меншими витратами праці;
- можливість і зручність, як редагування, так і періодичного оновлення карт на тій самій математичної та геодезичної основі.

Цифрове картографічне виробництво для отримання певних результатів у сучасному своєму вигляді займається такими виробничими процесами:

- розробкою цифрових типових карт та інших, необхідних для цього картографічних матеріалів у вигляді масивів інформації всій сукупності об'єктів;
- створенням тематичних карт з використанням вже наявних цифрових математичної та картографічної основ;
- ведення цифрових баз даних різної інформації;
- цифрове картографування за супутниковими й аерофотографічними знімками;
- цифрове застосування побудови топографічних карт.

Цифрова картографія становить технологічний продукт, який представляє картографічне виробництво, яке складається з таких виробничих процесів:

- редакційного підготовчого періоду складання цифрової карти;
- вхідного контролю вихідних матеріалів;
- класифікації об'єктів підготовлюваної документації;
- кодування об'єктів;
- опису об'єктів цифрової карти;
- редагування карт;
- контролю якості;
- оновлення;
- перетворення в обмінний формат;
- перетворення в заданий формат;
- оцифрування матеріалів карт;
- векторизація карт;
- автоматизації картографічної генералізації;
- зведення цифрових карт;
- контроль зведення карт.

## **1.2 Основні поняття та визначення цифрових карт та планів. Визначення цифрових та електронних картографічних творів**

Перші роботи зі створення цифрових карт розпочато у нашій країні наприкінці 70-х гг. В даний час цифрові карти і плани в основному створюються за традиційними оригіналами карт і планів, оригіналів, тиражних відбитків та інших картографічних матеріалів.

Цифрові карти – цифрові моделі об'єктів, представлені у вигляді закодованих у числовій формі планових координат  $x$  та  $y$  та аплікату  $z$ .

Цифрові карти є логіко-математичними описами (уявленнями) об'єктів, що картографуються, і відносин між ними (відносини об'єктів місцевості у вигляді їх поєднань, перетинів, сусідства, різновисотності по рельєфу, орієнтації по сторонах світу і т.д), сформовані в прийнятих для звичайних карт координатах, проекціях, системах умовних знаків з урахуванням правил генералізації та вимог до точності. Подібно до звичайних карт вони різняться за масштабами, тематикою, просторовим охопленням і т.п.

Головне призначення цифрових карт – служити основою формування баз даних, і автоматичного складання, аналізу, перетворення карт.

За змістом, проекцією, системою координат і висот, точності та розграфуванням цифрові карти та плани повинні повністю відповідати вимогам, що пред'являються до традиційних карт і планів. На всіх цифрових картах мають бути дотримані топологічні відносини між об'єктами. У літературі існує кілька визначень цифрових та електронних карт. Деякі з них наведені у цій темі.

*Цифрова карта* – представлення об'єктів карти у формі, що дозволяє комп'ютеру зберігати, маніпулювати та виводити значення їх атрибутів.

*Цифрова карта* - це база даних або файл, які стають картою, коли ГІС створює тверду копію або зображення на екрані.

*Електронні карти* – це цифрові карти, що візуалізуються в комп'ютерному середовищі з використанням програмних та технічних засобів, у прийнятих проекціях, системах умовних знаків при дотриманні встановленої точності та правил оформлення.

*Електронні атласи* – комп'ютерні аналоги традиційних атласів.

Капітальні атласи традиційними методами створюються дуже довго, десятки років. Тому дуже часто ще у процесі створення їх зміст застаріває. Електронні атласи дозволяють значно скоротити термін їх виготовлення. Підтримка електронних карт та атласів на рівні сучасності, їх оновлення робиться в даний час дуже швидко та якісно.

Існує кілька типів електронних атласів:

- атласи лише для візуального перегляду («перегортання») – в'юєрні атласи;

- інтерактивні атласи, в яких можна змінювати оформлення, способи зображення та класифікацію явищ, що картографуються, отримувати паперові копії карт;

- аналітичні атласи (ГІС-атласи), що дозволяють комбінувати та зіставляти карти, проводити їх кількісний аналіз та оцінку, виконувати накладення карт одну на одну.

У багатьох країнах, у тому числі й Україні, створені та створюються Національні атласи. Національний атлас України є офіційним державним виданням і дає комплексне уявлення про природу, населення, господарство, екологію, історію та культуру країни.

*Картографічні анімації* – динамічні послідовності електронних карт, які передають на екрані комп'ютера динаміку та переміщення

зображуваних об'єктів та явищ у часі та просторі (наприклад, рух атмосферних опадів, переміщення транспорту тощо).

Анімації нам дуже часто доводиться спостерігати у повсякденному житті, наприклад, телевізійні карти прогнозу погоди, на яких добре видно переміщення фронтів, областей високого та низького тиску, атмосферні опади.

Для створення анімацій використовують різні джерела: дані дистанційного зондування, економіко-статистичні дані, дані безпосередніх натурних спостережень (наприклад, різні описи, геологічні профілі, спостереження метеостанцій, матеріали переписів тощо). Динамічні (рухомі) зображення картографічних об'єктів можуть бути різними:

- переміщення всієї карти по екрану та окремих елементів змісту по карті;
- зміна зовнішнього вигляду умовних знаків (розмірів, кольору, форми, яскравості, внутрішньої структури). Наприклад, населені пункти можуть бути показані у вигляді пульсуючих пунсонів тощо;
- мультиплікаційні послідовності карт-кадрів або тривимірні зображення. Так можна показати динаміку танення льодовиків, динаміку розвитку ерозійних процесів;
- панорамування, обертання комп'ютерних зображень;
- масштабування зображення, використання ефекту «напливу» або видалення об'єкта;
- створення ефекту руху над картою (обліт, об'їзд території).

Анімації можуть бути плоскими та об'ємними, стереоскопічними та, крім того, можуть поєднуватися з фотозображенням.

Тривимірні анімації, що поєднуються з фотозображенням, називаються віртуальними картами (створюється ілюзія реальної місцевості).

Технології створення віртуальних зображень можуть бути різними. Як правило, спочатку по топографічній карті, аеро або космічному знімку створюється цифрова модель, потім тривимірне зображення місцевості. Його фарбують у кольори гіпсометричної шкали і потім використовують як реальну модель.

### **1.3 Вимоги до цифрових карт**

Вимоги до електронних і цифрових карт визначають із переліку розв'язуваних з їх допомогою завдань. Вони зводяться до наступних:

1. Забезпечення системи картографічної інформацією вивчення країни, її регіонів та найважливіших об'єктів.

2. Картографічна інформація повинна передаватися у простій та наочній формі без втрати повноти та достовірності.

3. Кошти картографічного забезпечення повинні дозволяти отримувати узагальнені відображення місцевості з найменшими витратами часу.

4. Картографічний спосіб передачі інформації про місцевість повинен забезпечувати виконання розрахунків та моделювання ситуацій.

5. Обсяг картографічної інформації, що циркулює в системі, визначається характером розв'язуваних завдань.

6. Картографічні проекції карт повинні забезпечувати суцільне (без розривів) картографування окремих регіонів та значень їх за обсягом територій, а також максимально можливою для відображення на інших частинах земної поверхні з мінімальними спотвореннями кутів, ліній та площ.

7. Масштабний ряд карт повинен забезпечити відображення сучасного стану місцевості, її типові риси з деталізацією та точністю, необхідною для вирішення завдань усіма користувачами, а також забезпечувати нанесення елементів оперативної інформації та визначення координат об'єктів, швидко оцінювати місцевість та її властивості.

8. Для спрощення обміну інформацією між різними користувачами, уніфікації засобів передачі інформації, система карт повинна бути погоджена змісту та уніфікована за математичною основою, умовними знаками.

9. Зміст карт має бути повним, достовірним, сучасним, точним та забезпечувати вирішення завдань на користь багатьох користувачів.

10. Повнота змісту карт означає, що на них повинні бути зображені всі типові риси та характерні елементи та об'єкти місцевості, деталі місцевості, а також підписи назв об'єктів. При цьому, карти великого масштабу мають містити всі елементи, об'єкти та підписи, які є на картах дрібного масштабу.

11. Достовірність (правильність відомостей, зображених на карті на певний час) та сучасність (відповідність сучасному стану об'єктів, що

відображаються) карти означають, що зміст карти повинен відповідати місцевості на момент її використання.

12. Вимога точності карти полягає в тому, що зображені на ній об'єкти повинні зберігати точність свого розташування, геометричні деталі та розміри відповідно до масштабу карти та її призначення.

13. Основними вимогами до умовних знаків на картах є:

- передача максимального обсягу інформації про зображувані на карті об'єкти та явища при мінімальній їх кількості;

- досягнення найбільшої точності та деталей, наочності картографічного зображення та легкості його запам'ятовування;

- забезпечення автоматизованого читання, обробки та відтворення картографічного зображення.

14. Кольорове оформлення карт повинно здійснюватися:

- з урахуванням вимог споживачів та законів психології сприйняття об'єднань квітів на карті;

- кольори на карті повинні сприяти максимальному розчленуванню різних елементів її змісту;

- кольорова гама карти повинна забезпечувати найбільший кольоровий контраст з зображенням оперативної інформації, статистичних та інших даних.

### **Питання для самоперевірки**

1. Назвіть напрями, якими сьогодні займається картографія.
2. З яких виробничих процесів складається картографічне виробництво?
3. Що таке цифрові карти?
4. Дайте визначення електронним атласам.
5. Перечисліть типи електронних атласів.
6. Що таке картографічні анімації?
7. Які карти називаються віртуальними?
8. Назвіть основні вимоги до умовних знаків на картах.
9. Як повинно здійснюватися кольорове оформлення карт?

## **2 ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТВОРЕННЯ ЦИФРОВИХ КАРТ**

### **2.1 Поняття геоінформаційних систем (ГІС)**

Перша ГІС з'явилася на початку 60-х. в Канаді. Головною метою канадської ГІС було завдання здійснити аналіз даних інвентаризації земель Канади. У нашій країні такі дослідження почалися на 20 років пізніше. В даний час в багатьох країнах існують різні геоінформаційні системи, які вирішують різні завдання в різних галузях: в економіці, політиці, екології, кадастрі, науці і т.д.

У вітчизняній науковій літературі є десятки визначень ГІС.

*Географічні інформаційні системи* (ГІС) – апаратно-програмні комплекси, що забезпечують збір, обробку, відображення та розповсюдження просторово-координованих даних (А.М. Берлянт). Однією з функцій ГІС є створення та використання комп'ютерних (електронних) карт, атласів та інших картографічних творів.

*Геоінформаційна система* – це інформаційна система, призначена для збору, зберігання, обробки, відображення та розповсюдження даних, а також отримання на їх основі нової інформації та знань про просторово-координовані об'єкти та явища.

Сутність будь-якої ГІС полягає в тому, що вона використовується для збирання, аналізу, систематизації, зберігання різної інформації, створення бази даних. Найзручніша форма подання інформації користувачам – картографічні зображення, крім цього, інформація може бути представлена у вигляді таблиць, схем, графіків, текстів.

Відмінною особливістю ГІС є те, що вся інформація в них представлена у вигляді електронних карт, які містять інформацію про об'єкти, а також просторову прив'язку об'єктів та явищ. Відрізняються електронні карти від паперових карт тим, що кожному умовному знаку (об'єкту), зображеному на електронній карті, відповідає інформація,

занесена до бази даних. Це дозволяє аналізувати їх у взаємозв'язку з іншими об'єктами. Вказавши курсором миші, наприклад, на якийсь район, можна отримати всю інформацію, занесену про нього до бази даних.

Крім того, геоінформаційні системи працюють з картографічними проекціями, що дозволяє здійснювати проекційні перетворення цифрових та електронних карт.

В даний час створено спеціалізовані земельні геоінформаційні системи, кадастрові, екологічні та багато інших ГІС.

Таким чином, відмінними рисами ГІС є:

- географічна (просторова) прив'язка даних;
- зберігання, маніпулювання та управління інформацією в базі даних;
- можливості по роботі з проекціями географічної інформації;
- отримання нової інформації на основі наявних даних;
- відображення просторово-часових зв'язків між об'єктами;
- можливість швидкого оновлення баз даних;
- цифрове моделювання рельєфу;
- візуалізація та виведення даних.

## **2.2 Сучасні програмні продукти геоінформаційних систем та провідні виробники геоінформаційних картографічних пакетів**

Програмні засоби ГІС становлять сукупність тією чи іншою мірою інтегрованих програмних модулів, що забезпечують реалізацію основних функцій ГІС. Можна виокремити шість базових модулів:

- 1) введення та верифікації даних;
  - 2) зберігання та маніпулювання даними;
  - 3) перетворення систем координат і трансформації картографічних проекцій;
  - 4) аналізу й моделювання;
  - 5) виведення й подання даних;
  - 6) взаємодії з користувачем.
- Останніми десятиріччями у світі розроблено велику кількість різноманітних геоінформаційних систем. Запропоновано різні класифікації, кожна з яких певною мірою ранжирує існуюче різноманіття в певну кількість однорідних класів із використанням однієї або декількох ознак.



Зазвичай геоінформаційні системи класифікують за такими ознаками:

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

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

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

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

- земельно-кадастрові;
- екологічні та природокористувальницькі;
- інженерних комунікацій і міського господарства;
- надзвичайних ситуацій;
- навігаційні;
- соціально-економічні;
- геологічні;
- транспортні;
- торгово-маркетингові;
- археологічні;
- військові;
- інші. У категорії «інші» в цій класифікації може бути поійменована ще достатньо велика, до того ж така, що продовжує збільшуватися,

кількість типів ГІС, оскільки сфера застосування ГІС не обмежена переліком зазначених вище сфер і розширюється далі.

За територіальним охопленням найлогічнішим є поділ геоінформаційних систем на такі:

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

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

Програмні продукти компанії «ESRI» (США), найстарішого у світі виробника програмних засобів ГІС (фірма заснована в 1969 р.), сьогодні представлені, насамперед, сімейством спеціалізованих програмних пакетів, які об'єднані під назвою «ArcGIS». До складу «ArcGIS» входить багато інтегрованих програмних продуктів, призначених як для розробки й експлуатації геоінформаційних систем різного рівня складності, так і для геоінформаційного забезпечення виконання завдань, пов'язаних із використанням просторової інформації, включаючи польове знімання й роботу в комп'ютерних мережах, зокрема і в інтернеті. Спеціалізований програмний ГІС-пакет із назвою ARC/INFO версії 1.0 був випущений фірмою «ESRI» у 1982 році. Протягом 80-х – 90-х років минулого століття пакет завоював панівні позиції у світі як повнофункціональна професійна інструментальна ГІС, призначена для розв'язання широкого спектра завдань, але насамперед пов'язаних із використанням природних ресурсів і охороною навколишнього середовища.

Фірма «Intergraph Corp» (Huntsville, Alabama, США) є одним із найвідоміших виробників програмного забезпечення ГІС. До основних

розробок цієї фірми належать сімейства програмних продуктів «MGE» і «GeoMedia». Компанія «Autodesk Inc» (США) є основним постачальником програмного забезпечення для систем автоматизованого проєктування (САПР/CAD) і засобів мультимедіа на персональних комп'ютерах, що налічує понад 3 мільйонів клієнтів у більше ніж 150 країнах. «Autodesk» зробила значний внесок у створення ринку програмного забезпечення САПР для персональних комп'ютерів, коли в 1982 році вперше представила на ринку пакет «AutoCAD» – універсальний графічний редактор, що відразу одержав величезну популярність у світі. Сьогодні сімейство продуктів Autodesk застосовується практично на всіх стадіях і в різних видах проєктування, включаючи архітектуру та цивільне будівництво, машинобудівне проєктування, ГІС і картографію, кіно- й відеовиробництво, а також розроблення вебсторінок. Фірма «Bentley Systems, Inc.» (BSI) (Exton, Pennsylvania, США) є розробником пакета автоматизованого проєктування «MicroStation» з 1985 р.

Програма «Digitals» призначена для створення, редагування та переглядання топографічних і спеціальних карт, друку топографічних карт відповідно до вимог вітчизняних нормативних документів до умовних знаків, забезпечення робіт із землеустрою, веденню міського й земельного кадастрів. Програма розроблена в державному науково-виробничому підприємстві (НВП) «Геосистема» (м. Вінниця), що належить до Департаменту геодезії, картографії та кадастру Міністерства охорони навколишнього природного середовища України. За підсумками досліджень фірми «PC GIS Company Datatech» (США), що займається аналізом світового ринку ГІС, перше місце в рейтингу програмних ГІС продуктів останніми роками займає пакет «MAPINFO», розроблений «Mapping Information Systems Corporation» (США) і має близько 150 000 користувачів у всьому світі.

Quantum GIS (QGIS) – вільна географічна інформаційна система, призначена для створення і використання картографії. Ця програма використовується багатьма урядовими і неурядовими організаціями для отримання необхідної інформації, що має територіальну прив'язку. Вільне розповсюдження програми стало запорукою її популярності серед бюджетних організацій, в яких часто спостерігається нестача грошових коштів. Розробка програмного забезпечення QGIS була розпочата Гері Шерманом в 2002 році та тривала більше п'яти років, перш ніж в 2009 році була випущена перша версія програмного продукту під ім'ям «Kore».

Незважаючи на довгий період розробки програми, з першої версії вона стала стрімко розвиватися, об'єднавши зусилля розробників різних країн світу. Цікаво, що кожна версія програми має своє ім'я, та до версії 1.6.0 присвоювалися імена давньогрецьких богів, а після - назви культових міст. Всього за п'ять років програма була переведена на більш ніж п'ятдесят мов світу (за станом на 2014 рік), а впровадження цього програмного продукту стало повсюдним, особливо в країнах Західної Європи. Завдяки своїй гнучкості, програма може використовуватися практично у всіх областях господарської діяльності людини, серед яких найбільшого поширення набула:

- в сільському і лісовому господарствах;
- в муніципалітетах і комунальних службах;
- в науково-дослідних організаціях;
- в оборонній сфері.

QGIS використовується в якості основної інформаційної системи для регіонального управління в австрійському штаті Форарльберг, а також в кантоні Золотурн в Швейцарії. Для запобігання лісових пожеж програма використовується в муніципалітеті Піньел (Португалія). У Польщі QGIS використовується для збору даних про земельні наділи фермерських господарств державним Агентством фермерських і лісових господарств для прогнозування врожайності.

Quantum GIS є одним із прикладів того, коли некомерційні проекти знаходять повсюдне втілення, доводячи, що зусиллями добровольців можна створювати гідні продукти.

### **2.3 Системи автоматизованого картографування**

Основу системи автоматизованого картографування становлять банки даних цифрової картографічної та атрибутивної інформації. Тематичний банк даних, створений для обслуговування визначеної предметної області (наприклад, створення топографічних карт, архітектурних планів, кадастрових карт, геологічних, гідрологічних, автодорожніх, туристичних карт) містить визначений фіксований перелік об'єктів. Кожному об'єкту заздалегідь присвоюється визначений тип умовного знаку й параметри їхнього відображення в різних типах карт; при відкритті визначеного картографічного шару одночасно відбувається і його

оформлення в системі умовних знаків. Також при постійному картографуванні визначеної території у визначеному масштабі створюються спеціальні шаблони (templates), у яких указуються границі області відображення карти, масштаб карти, відображається стандартна легенда карти й елементи оформлення карти – рамка, заголовок, масштабна лінійка, стрілка північ-південь, текстові виноски, логотипи та ін. Для одержання повноцінної карти в цьому випадку досить вибрати потрібний шаблон, далі відбувається завантаження необхідних тематичних шарів і їхнє оформлення. Бібліотеки картографічних символів, ліній, заливок полігонів, палітр для відображення поверхонь, елементів допоміжного оформлення карт, картографічних легенд, таблиць, картодіаграм і звичайних діаграм є важливим ресурсом, що забезпечує можливості картографа-дизайнера щодо створення різних типів карт. У багатьох випадках до складу функціональних засобів ГІС-пакетів входять засоби створення та редагування точкових символів, штрихувань, текстур, типів ліній та ін., що дозволяють створювати бібліотеки картографічних символів для широкого кола карт та інших геозображень.

За необхідності одержання поліграфічних відбитків карт чи інших геозображень, створюваних із використанням різних ГІС-пакетів, до складу систем автоматизованого картографування входять спеціальні програмні модулі, призначені для контролю правильної передачі кольору та прискорення виведення на пристрої друку великоформатних карт. Програмні модулі – денситометри – дозволяють коректно переходити від колірною представлення екрана (модель RGB) до колірною представлення пристроїв друку (модель CMYK). Прискорення виведення на широкоформатні струминні плотери забезпечують програмні модулі – растеризатори, що перетворюють поле зображення векторних карт у масиви растрових пікселів, що складаються із сотень мільйонів елементів.

## **2.4 Підсистеми ГІС**

ГІС складається з низки блоків, найважливішими з яких є блок введення, обробки та виведення інформації.

Блок введення інформації включає збір даних (тексти, карти, знімки та ін.) і пристрої для перетворення інформації в цифрову форму і введення її в пам'ять комп'ютера або в базу даних. Раніше з цією метою широко

застосовувалися спеціальні пристрої *дiґітайзери* – пристрої з ручним обведенням об'єктів та автоматичною реєстрацією їх координат. Нині вони повністю замінені автоматичними пристроями – *сканерами*. Відскановане зображення цифрується за допомогою спеціальних програмних засобів. Усі характеристики об'єктів, що цифруються, у тому числі статистичні дані, вводять з клавіатури комп'ютера. Вся цифрова інформація надходить до бази даних.

*База даних* – це набір інформації, організованої таким чином, щоб її можна було зберігати на комп'ютері.

Формування баз даних, доступ та роботу з ними забезпечує система управління базами даних (СУБД), яка дозволяє швидко знаходити необхідну інформацію та проводити її подальшу обробку.

Сукупності баз даних та засобів управління ними утворюють банки даних.

Блок обробки інформації включає використання різного програмного забезпечення, яке дозволяє прив'язувати растрове зображення до певної системи координат, вибирати потрібну проекцію, здійснювати автоматичну генералізацію елементів змісту, перетворювати растрове зображення у векторне, підбирати способи зображення, будувати тематичні і топографічні карти, поєднувати їх друг з другом, а також виконувати дизайн картографічних творів.

Блок виведення інформації - включає пристрої, які дозволяють виводити результати картографування, а також тексти, таблиці, графіки, схеми, тривимірні зображення та ін. Це екрани (дисплеї), пристрої для друку (принтери), плоттери та ін.

ГІС виробничого призначення включає ще підсистему видання карт, яка дозволяє виготовляти друковані форми і здійснювати друк тиражу карт.

## **2.5 Організація даних у ГІС**

Дані, що використовуються в ГІС, можуть бути різними: результати геодезичних і астрономічних спостережень, дані натурних спостережень (геологічні профілі, ґрунтові розрізи, матеріали переписів та ін), різні карти, знімки, статистичні дані та ін.

Дані ГІС мають пошарову організацію, тобто відомості про об'єкти одного тематичного змісту зберігаються в одному шарі (гідрографія, рельєф, дороги і т. д.).

Таким чином, карта ГІС складається з набору інформаційних шарів. Кожен шар містить різні види інформації: області, точки, лінії, тексти, а разом вони становлять карту.

Розподіл об'єктів за шарами дозволяє швидко редагувати об'єкти, працювати із запитамі, вносити різні зміни. Шарами на карті можна керувати: міняти місцями, відключати видимість, блокувати, заморожувати, видаляти і т.д.

При оформленні цифрової карти шари повинні розташовуватись у певній послідовності, тому при створенні нового шару його поміщають у певне місце. Шари фонових елементів необхідно розташовувати нижче шарів штрихових елементів, щоб вони не закривали зображення. Послідовність розміщення шарів передає правильність накладання штрихових та фонових елементів карти.

*Шар* – сукупність об'єктів одного тематичного змісту, наприклад населені пункти, рослинний покрив, межі та ін. Об'єкти одного шару мають однакову структуру семантичних (атрибутивних) даних.

*Семантична (атрибутивна) інформація* – числова та текстова інформація про об'єкти (наприклад, адміністративний район має назву, назву центру району, кількість жителів, площу тощо).

*Просторова інформація* - визначає положення і планові обриси об'єктів (у координатах). Кожен об'єкт задається набором координат, які описують його розташування та просторову прив'язку.

## **2.6 Способи представлення графічних зображень**

Існує два основних способи зберігання та подання графічної картографічної інформації в цифровому вигляді: растровий (точковий) та векторний.

Растрові файли створюються при скануванні графічного матеріалу, представленого на папері, пластиці, і т.д. (це можуть бути видані раніше карти, розчленовані оригінали, негативи, діапозитиви і т.д.).

*Растрове зображення* – це електронне зображення графічного матеріалу у вигляді набору точок (рядків та стовпців), які називаються пікселями.

*Піксель* – це мінімальна одиниця уявлення растрового зображення.

Кожен піксель має однакову ширину та висоту, своє місце розташування в зображенні. Крім того, у кожного пікселя може бути свій колір та яскравість.

Растрові зображення, отримані в результаті сканування, можуть мати різні формати. Кожен формат має свої характеристики, тому що призначений кожен формат для певних цілей. Основними характеристиками растрового зображення є:

- розширення;
- глибина кольору зображення;
- розмір;
- формат файлу.

*Роздільна здатність растрового зображення* – це кількість пікселів на одиницю довжини зображення. Характеризується одиницею виміру dpi (dot per inch) – кількість пікселів на дюйм (1 дюйм = 2,54 см). Це дуже важлива характеристика, оскільки від неї залежить якість отриманого зображення.

Від встановленої роздільної здатності залежить розмір пікселя. Роздільна здатність оригіналу встановлюється, в першу чергу, з урахуванням вимог до якості зображення (але впливає також і на розмір файлу). Чим більша роздільна здатність, тим менший розмір пікселя та зображення має чіткий, хороший малюнок. Навпаки, що менше роздільна здатність, то більше розмір пікселя і зображення виходить нечітким і розмитим. Але слід пам'ятати, що зі збільшенням роздільної здатності зростає кількість пікселів і тому зображення займає більше комп'ютерної пам'яті.

Якщо растрове зображення використовується як підкладка для векторизації, то сканувати зображення слід з різною роздільною здатністю. Якщо виконуватиметься ручна векторизація, то сканувати зображення можна з роздільною здатністю 150-300 dpi. Для автоматичної векторизації слід встановити більшу роздільну здатність, але, як правило, не більше 400 dpi.

Глибина кольору зображення. Кожен піксель растрового зображення може мати лише один колір. Колір кожного пікселя зберігається у



комп'ютері як комбінація бітів. Біт (двійковий розряд) є найменшою одиницею інформації, яка може набувати лише одного з двох значень (чорне/біле). Чим більше бітів використовується для пікселя, тим більше кольорів можна отримати. Але що більше глибина кольору, то більше часу потрібно обробку графічної інформації.

Залежно від різної глибини кольору виділяють такі типи растрових зображень:

- чорно-білі (монохромні);
- напівтонові (у відтінках сірого);
- повнокольорові.

Чорно-біле зображення найекономічніше. Для зберігання пікселя використовується лише один біт інформації. Біт може набувати лише двох значень: 0 і 1. Це означає, що кожен піксель може мати всього два кольори: або чорний, або білий. Таке зображення можна використовувати, якщо не потрібна висока якість зображення та обмежений обсяг пам'яті комп'ютера.

Напівтонове – має глибину кольору 8 bit (1 байт), тобто кожен піксель може приймати до 256 (28) відтінків чорного (базового) кольору (що вищий код кольору, тим він яскравіший). Будь-яке повнокольорове зображення можна перетворити на напівтонове (у відтінках сірого кольору).

Від роздільної здатності та глибини кольору залежить розмір файлу растрового зображення. Чим вища роздільна здатність і більша глибина кольору, тим більший обсяг пам'яті комп'ютера потрібний для зберігання зображення. Найбільший розмір файлу мають повнокольорові 32-бітні і 48-бітові зображення, а найменший - чорно-білі. Якщо змінити глибину кольору растрового зображення з 32 до 8 біт, розмір файлу зображення зменшиться в 4 рази.

Зберігання зображення в растровому форматі має ряд недоліків: зберігання зображення може займати великий обсяг пам'яті, масштабування зображення призводить до погіршення якості, тому що при збільшенні зображення розпадається на пікселі, зображення погано трансформується (поворот, викривлення і т. д.), т. до. вертикальні і горизонтальні лінії при повороті набувають «ступінчастого» вигляду. Крім того, незручно пов'язувати зображення з описом об'єктів.

*Векторна графіка* – це метод створення комп'ютерного зображення, яке будується за допомогою обробки математичного опису у спеціальному програмному забезпеченні. На відміну від растрового малюнка, який

представляє набір пікселів різних кольорів, векторне зображення – це набір примітивів (ліній, кривих, квадратів, кіл), описаних математичними формулами. Малюнок формується у вигляді файлу, який містить дані про координати точок та про лінію, що перетинає опорні точки. Окрім цього, файл містить інформацію про застосовані ефекти.

Такий принцип побудови цифрового зображення забезпечує можливість масштабування, зміни розміру без зниження якості, зміни форми і перегрупування примітивів для створення нових малюнків на базі вихідних об'єктів. Векторизація схем та креслень - ось де знадобляться властивості такої графіки. Крім цього, такий файл займає набагато менше місця в порівнянні з растровим, в якому міститься значний обсяг відомостей, включаючи дані про кожен піксель, його координати, колір та інші параметри.

Враховуючи, що таке векторна графіка, зрозуміло, що сфера її застосування включає різні сфери, де важливо отримувати графічні зображення високого ступеня точності, які можна змінювати та масштабувати із збереженням високої якості.

До основних сфер застосування вектору належать такі галузі:

- рекламне виробництво;
- поліграфічне виробництво;
- архітектура та проектування;
- складання креслень, схем, карт;
- друковані видання тощо.

Крім цього, можливості вектору використовують і в багатьох інших галузях, наприклад коли створюються конструкторські розробки.

Обробка векторних картинок та схем здійснюється спеціальним ПЗ. До найпоширеніших програм належать: AutoCAD, Adobe Illustrator, Adobe FreeHand, Adobe InDesign, Corel Draw, ArchiCAD.

Найбільш поширені векторні формати – це:

- EPS – найпоширеніший формат, розроблений Adobe мовою PostScript, який підтримує більшість спеціальних програм;
- DWG – формат відомий усім інженерам та проектувальникам, розроблений Autodesk, який застосовується в універсальній креслярській програмі AutoCAD. Несумісність ранніх та пізніх версій. Можливо відкритий в Corel Draw;
- CDR – це формат, розроблений для редактора Corel Draw. Не сумісний з іншими форматами та власними ранніми версіями;

- AI – файли, створені редактором Adobe Illustrator. Можлива несумісність ранніх та пізніх версій;

- FLA – робочий формат Adobe Flash, орієнтований на анімацію. Використання мови Action Script дозволяє створювати керовані сценарії;

- SVG – формат, що базується на мові розмітки XML. За структурою це текстовий файл, що дозволяє редагувати векторні файли в текстовому редакторі. Керування атрибутами зображення можливе за допомогою таблиці стилів CSS. Є підтримка анімації;

- SWF – формат для програми Flash Player. Дозволяє працювати з анімацією.

Порівняно малий розмір файлів при помірній або невеликій складності та деталізації картинок. Об'єм може суттєво зростати зі збільшенням кількості та складності деталей.

Можливість простого редагування та масштабування зображень, обертання, розтягування, переміщення та інших операцій без погіршення якості.

Універсальність. Створений один раз у векторному форматі файл можна використовувати для різних носіїв та цілей, не зазнаючи його суттєвих змін. Це може бути і маленька картинка на веб-сайті, і повнорозмірний банер зовнішньої реклами. Не потрібно щоразу малювати зображення наново, як це доводиться робити під час роботи з растровою графікою.

Простий переклад векторного формату в растровий. Зворотний переклад здійснюється набагато складніше.

Можливість виконання операцій складання, віднімання, перетину, доповнення над об'єктами.

Порівняно просте освоєння навичок роботи з векторними малюнками.

Крім переваг у векторній графіці є недоліки. Основні мінуси цього способу обробки зображень полягають у наступному:

Технічні обмеження використання. Векторний формат не дозволяє робити зображення підвищеної складності зі значною кількістю деталей та градієнтами. Технічно така можливість є, але підсумкові файли будуть занадто великими, що позбавляє сенсу.

Відсутність підтримки вектору технікою – камерами, фотоапаратами, сканерами тощо. Вся ця апаратура виконує створення графіки у растровому форматі.

Проблеми із сумісністю між окремими форматами та програмним забезпеченням для роботи з векторною графікою. Вони часто вступають у конкуренцію один з одним.

Підвищені системні вимоги до комп'ютера під час відтворення складних зображень. Це з тим, що у файлі розміщені лише координати. Зображення ж виконується після його відкриття, що може вимагати значних ресурсів.

Підвищена складність та трудомісткість створення зображень у високій якості.

Обмеження використання ефектів. Принцип формування векторної графіки не дозволяє використовувати багато ефектів, градієнтів, тіней.

Відмінності вектору від растру полягають у принципі формування зображень. У растровому форматі застосовують кольорові пікселі на графічній сітці, у тому числі створюється картинка. Це дозволяє створювати графіку високого рівня якості та забезпечувати високу точність редагування. Однак розміри файлів з високою деталізацією можуть бути величезними. Ще один головний мінус растру – обмеження масштабування. При збільшенні зображення пікселі відсуваються один від одного, тому якість зображення погіршується (рис. 2.1).

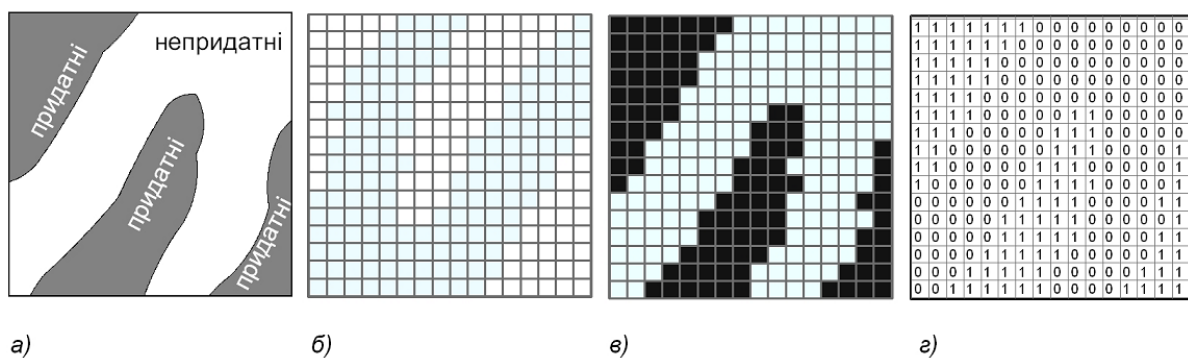


Рисунок 2.1 – Представлення місцевості на растровому шарі

*Векторна графіка* – це найпростіші математичні об'єкти (точки, лінії, криві тощо), які розташовуються за координатами та описуються формулами. Тому не потрібно занадто багато місця для зберігання даних, що зменшує розмір файлів. Найважливіший плюс вектору – можливість необмеженого масштабування без втрати якості. Також можна легко редагувати зображення.

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) (рис. 2.2).

Потрібно враховувати, що графіку, виконану у векторному форматі, можна легко перетворити на растрове зображення. Наприклад, намальовану у векторі схему, карту чи креслення можна масштабувати, а потім отримати з нього растрову картинку потрібного дозволу. Зворотне перетворення зробити набагато складніше, воно завжди призводить до погіршення якості.

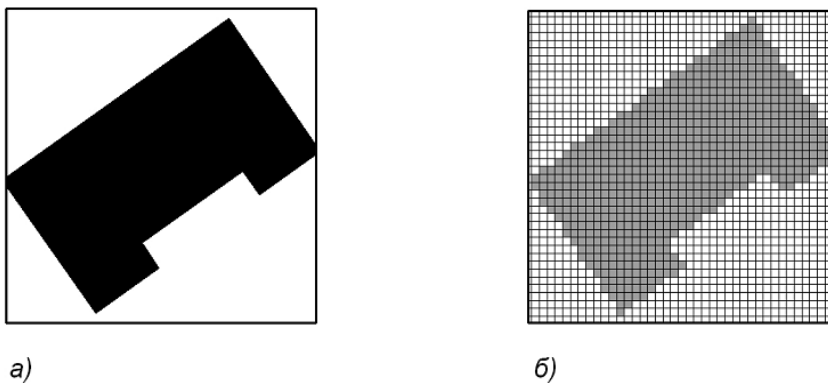


Рисунок 2.2 – Представлення будівлі на векторному та растровому шарах

## 2.7 Загальна характеристика апаратного забезпечення ГІС

Геоінформаційні системи базуються на певному наборі технічного обладнання, основними функціями якого є забезпечення роботи програмних ГІС-продуктів і допоміжних програм, збереження масивів цифрових даних, забезпечення збору і введення даних, представлення готової інформації. Комплекс електронних і електронно-механічних пристроїв, призначений для технічної підтримки працездатності ГІС, називається *апаратним забезпеченням ГІС*. Апаратне забезпечення (синоніми – апаратні засоби, апаратура, технічні засоби) – технічне устаткування геоінформаційної системи, що містить власне комп'ютер і інші механічні, магнітні, електричні, електронні й оптичні периферійні

пристрої чи аналогічні прилади, що працюють у складі апаратного комплексу або автономно, а також будь-які пристрої, необхідні для функціонування геоінформаційної системи (наприклад, GPS-апаратура, електронні картографічні прилади і геодезичні прилади). Загальна організація взаємозв'язку елементів апаратного забезпечення геоінформаційної системи називається *архітектурою*, сукупність функціональних частин – *конфігурацією системи*.

У наш час різними фірмами виробляються тисячі моделей різних комп'ютерів і периферійних пристроїв, кількість комплектуючих вузлів і деталей обчислюється десятками і сотнями тисяч. При плануванні архітектури ГІС і виборі конфігурації апаратного забезпечення слід орієнтуватися на характер розв'язуваних завдань, вимоги програмного забезпечення, методи обробки й обсяги даних, що циркулюють у системі даних. Залежно від призначення і масштабу ГІС апаратне забезпечення може мати різні функціональні групи пристроїв. Для простих настільних ГІС кінцевого користувача досить звичайного офісного комп'ютера з принтером, багатофункціональні корпоративні ГІС можуть налічувати десятки робочих місць з різними периферійними пристроями, об'єднаних у єдину обчислювальну мережу з керованим доступом. Для виконання деяких технологічних операцій введення чи представлення даних у середовищі ГІС розробляються унікальні апаратні пристрої вартістю в десятки і сотні тисяч доларів США. У той самий час основна частина бюджетних ГІС-проектів орієнтована на використання стандартних комп'ютерів і периферійних пристроїв. У зв'язку з особливостями організаційної структури ГІС апаратне забезпечення прийнято поділяти на три основні групи:

- 1) пристрої обробки і збереження даних (власне комп'ютери);
- 2) пристрої збору і введення даних;
- 3) пристрої візуалізації і представлення даних.

Від організації взаємодії і технічних характеристик різних пристроїв залежить ефективність роботи геоінформаційної системи в цілому. Взагалі ГІС характеризуються підвищеними вимогами до технічних характеристик комплектуючих вузлів комп'ютерів і периферійних пристроїв. Зокрема, спеціальні вимоги висувають до апаратної підсистеми збору і введення просторових даних, у якій використовуються спеціалізовані прилади. Особливі вимоги також висуваються до підсистеми виведення даних – необхідність друку великоформатних повнокольорових карт зумовила необхідність створення спеціального класу друкувальних периферійних пристроїв.

### 2.7.1 Пристрої збору і введення інформації

Стандартними пристроями введення інформації в комп'ютер є клавіатура і графічний маніпулятор «миша». За допомогою клавіатури в комп'ютер вводиться цифрова і символна інформація, для чого на клавіатурі розміщені різні клавіші (102 чи 104 клавіші). Маніпулятор «миша» використовується в програмах із графічним інтерфейсом. За допомогою курсора миші користувач указує на різні елементи керування, розміщені на екрані. Для керування і введення даних застосовують різні типи графічних маніпуляторів: механічні (рух миші передається в комп'ютер за допомогою обертання кульки і системи валиків) і оптичні (світлочутливий елемент зчитує рухи по спеціальній поверхні). Різновидом механічної миші є *трекбол* – кулька розміщена зверху й обертається рукою користувача. У мобільних комп'ютерах як графічний маніпулятор можуть використовуватися джойстики (рух курсора керується відхиленням спеціальної рукоятки) чи перо, яким надавлюють або пишуть на сенсорному покритті екрана чи графічного планшета.

Для введення великих масивів просторово–розподілених даних у ГІС використовуються спеціальні периферійні пристрої. Для цифрування паперових картографічних матеріалів в умовах офісу призначені *дигітайзери* (ручне введення даних) і *сканери* (автоматичне введення даних). При цифруванні за допомогою дигітайзера картографічні об'єкти обводяться по зовнішньому контуру чи осьовій лінії (векторне представлення). Сканер повністю копіює всю поверхню вихідного графічного джерела, площина карти розбивається на окремі елементи певного розміру (растрове представлення), кожному елементу присвоюється код кольору. Скановане зображення може відразу перетворюватися в растрові дані формату якогось ГІС-пакета чи використовуватися для розпізнавання і векторного цифрування об'єктів ручним (екранне дигітизування) або автоматизованим способом (векторизація). Для збору і просторової прив'язки даних у польових умовах використовуються приймачі GPS і електронні геодезичні прилади. Сучасні моделі цих пристроїв можуть працювати як автономно, обмінюючись даними з ПК за допомогою flash-карт, так і бути прямо підключеними до мобільного ПК. У спеціальних організаціях, що займаються створенням і відновленням топографічних карт, використовуються периферійні пристрої, які дозволяють розпізнавати й цифрувати рельєф за аерознімками – оптичні або цифрові стереофотограметричні станції.

*Дигітайзери.* Дигітайзер (digitizer, digitiser, tablet, table digitizer, digitizer tablet, digital tablet, graphic tablet, – синоніми – цифрувач, графічний планшет, графічний пристрій введення даних, графоповторювач – іноді використовуються терміни «сколка», «таблетка») – пристрій для ручного цифрування картографічної і графічної документації у вигляді послідовності точок, положення яких описується прямокутними декартовими координатами площини. Дигітайзер складається з плоскої панелі (tablet) з мережею горизонтальних і вертикальних провідників і магнітно-індукційного курсора. Залежно від призначення може комплектуватися курсорами двох типів: курсором з індукційним кільцем (за розмірами і конфігурацією подібний до курсора миші) для високоточного введення або пером (stylus, pen stylus) – для низькоточного введення координат. Технічні характеристики дигітайзерів визначаються:

- розмірами робочої області;
- загальними габаритами, приблизно відповідними форматам А4–А0;
- просторовою точністю курсора;
- просторовою точністю поля дигітайзера, закладеною в його конструкцію, тобто величиною мінімального кроку між сусідніми провідникам. Сумарна точність зчитування координат для більшості моделей дигітайзерів звичайно знаходиться в межах десятих чи сотих часток міліметра. Великоформатні (А1, А0) столи можуть кріпитися на підставці. Робоче поле столу може бути виконане з прозорого матеріалу і мати підсвічування (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Дигітайзер формату А0

Картографічні матеріали, призначені для цифрування, кріпляться на робочу область дигітайзера (рис. 2.4 а). За допомогою курсора-зчитувача вказується кілька контрольних точок з відомими координатами, після чого встановлюється відповідність між координатними системами матеріалів, що цифруються, і дигітайзера. У процесі подальшої роботи всі координати,



що зчитуються, будуть автоматично перетворюватися у встановлену систему координат.

Ручне дигітизування надає оператору свободи вибору, точності опису картографічних об'єктів. Частота зчитування координат точок залежить від типу об'єкта, звивистості його контурів, вимог проекту, кваліфікації оператора і багатьох інших факторів. При правильному виборі техніки цифрування можна значно скоротити кількість опорних точок, що описують контури об'єкта при збереженні заданої точності. За необхідності можна використовувати режим потокового цифрування, коли задається відстань (звичайно 1-5 мм), через яку курсор автоматично зчитує координати, оператору необхідно тільки вести курсор уздовж заданої лінії. При цій технології цифрування може створюватися надлишкова кількість точок на прямих ділянках, а також можливі помилки на місцях, де вигин лінії менше кроку автоматичного зчитування.

Курсор дигітайзера може бути оснащений різною кількістю функціональних кнопок (звичайно 4 або 16 – рис. 2.4 б). Функції цих кнопок можна програмувати, наприклад, задавати номери кнопок зчитування координат, закінчення об'єкта, замикання полігону чи переходу в потоковий режим за вимогою різних операторів. Багато моделей дигітайзерів оснащуються системою налаштування, що дозволяє їм працювати з різними пакетами ГІС і САПР. У зв'язку зі значною складністю і вартістю (вартість дигітайзерів досягає \$3000–4000) та появою порівняно дешевих сканерів дигітайзерне введення просторових даних сьогодні практично цілком витиснуто технологіями екранного дигітизування. Основним виробником картографічних дигітайзерів залишилася фірма CalComp (лінія моделей DrawingBoard).

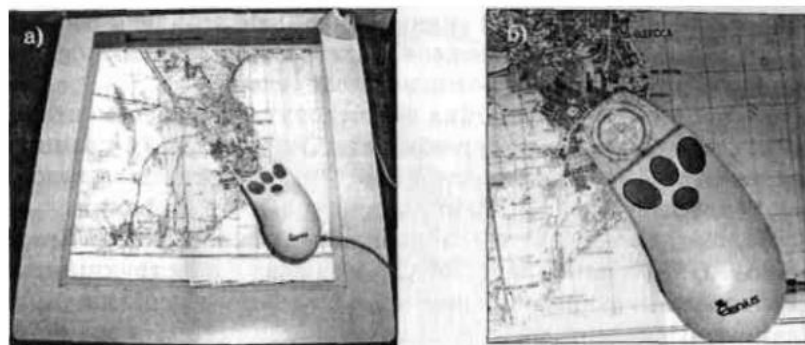


Рисунок 2.4 – Дигітайзер формату А4 із закріпленим картографічним матеріалом: а – загальний вигляд; б – курсор дигітайзера

Сканери. Сканер (scanner) – синонім «скануючий пристрій» – пристрій аналого-цифрового перетворення зображення для його автоматизованого введення в комп'ютер у растровому форматі шляхом сканування (послідовного перегляду і зчитування смуг зображення) у відбитому чи прохідному світлі з непрозорого і прозорого оригіналу (кольорового, монохромного напівтонового, штрихового). Технічні характеристики й сфери застосування сканерів залежать від виду і технології подачі матеріалу, що сканується, просторового дозволу (визначається кількістю елементів растру на дюйм, звичайно 300-600 dpi і більше), точністю розпізнавання кольору і півтонів (характеризується кількістю біт, що описують кожен елемент растру).

Розрізняють планшетні сканери (flatbed scanner), барабанні сканери (drum scanner), роликові сканери (sheet-feed scanner) і ручні сканери (handheld scanner). Застосування останніх у ГІС обмежене малим форматом сканованого аркуша в додатках щодо розпізнавання тексту. Основою сканера є лінійка зі світлочутливими елементами, що рухається вздовж документа, який сканується (у планшетних сканерах), або сканований документ протягується вздовж нерухомої лінійки (у барабанних і роликових сканерах).

Найбільш поширені моделі планшетних сканерів фірм Epson, Canon, AGFA, Mustek, HP, UMAX. У зв'язку з конструкційними особливостями формат планшетних сканерів не перевищує А3. Планшетні сканери можуть сканувати документи з оптичним розділенням до 4800 dpi і глибиною кольору до 42 біт/піксель, оснащуються слайд-пристроями для сканування фотонегативів і спеціалізованим програмним забезпеченням для корекції сканованих матеріалів.

Програмне забезпечення, призначене для планшетних сканерів, дозволяє здійснювати контроль якості і корекцію сканованого матеріалу. Для забезпечення заданої точності сканування використовуються спеціальні контрольні пластини з точно нанесеними мітками. За допомогою спеціального програмного забезпечення порівнюються еталонні характеристики пластини з сканованою копією, визначаються розміри локальних перекручувань і розробляються коригувальні виправлення для кожного сканера.

Для сканування великоформатних картографічних документів розроблені різні моделі роликових сканерів. Сканери фірм Intergraph і Contex сканують кольорові, чорно-білі карти і плани формату А1-А0, а також рулонні матеріали з роздільною здатністю 400-800 dpi, товщина матеріалу, що сканується, може досягати 15 мм (наприклад, наклеєні на фанеру чи алюмінієві аркуші міські архітектурні плани). Роликові сканери

мають похибку 0,1% на довжину сканованого документа, що для аркуша карти розміром 384x368 мм дасть похибку близько 0,3-0,4 мм. Спеціалізовані планшетні сканери мають кращі характеристики точності – 0,05%, але теж не забезпечують потрібного стандарту. Зазначені вище вимоги задовольняють тільки барабанні сканери, що застосовують для професійного «топографічного» сканування і створення цифрових копій карт (рис. 2.5).

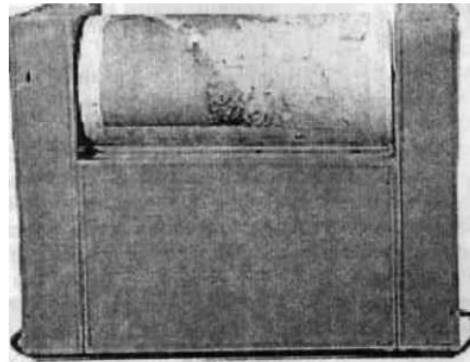


Рисунок 2.5 – Барабанний сканер ProfScan 5020C

У таких сканерах особлива увага приділяється мінімізації і повному виключенню можливих перекручувань, що виникають у процесі сканування. Матеріал, який сканується, жорстко кріпиться на спеціальному барабані, при обертанні барабана документ рухається уздовж нерухомої скануючої лінійки. Застосовуються спеціальні електродвигуни для забезпечення рівномірного руху барабана без затримки чи ривків, спеціальні системи стабілізації електроживлення, що виключають впливи коливання напруги, системи амортизації для гасіння вібрацій.

Такі пристрої встановлюються на спеціальній основі, у приміщенні підтримуються стабільні вологість і температура, для керування створене спеціальне програмне забезпечення. Загальна вартість таких програмно-апаратних комплексів може досягати 100000-150000 дол. США. Наприклад, барабанний сканер CCS 500-50 TF (Tangent, USA) з урахуванням програмного забезпечення і налагодження коштує близько 150000 дол. США.

GPS-приймачі. GPS-приймачі є користувацьким компонентом системи GPS (Global Positioning System, Глобальна система місцевизначення, система супутникового місцевизначення, система супутникового визначення координат) і призначені для визначення географічних координат і висот щодо координатно-висотної системи WGS-84.

До діючих у наш час систем супутникового місцевизначення відносять системи GPS (NAVSTAR) – США і ГЛОНАСС (GLONASS) –

Російська Федерація. Основне розроблення і розгортання компонентів цих систем проводилися в 70-90-х роках ХХ ст. Система GPS цілком розгорнута в 1993 р.; ГЛОНАСС – у 1996 р. (на орбіту виведені всі супутники).

У складі обох систем місцевизначення виділяють три підсистеми (сегменти):

1) підсистему наземного контролю і керування (control-segment) – мережу наземних станцій, що забезпечує супутники точними координатами (ефемеридами) та іншою інформацією;

2) підсистему комплексу супутників (space-segment), що складається з 24 космічних апаратів, оснащених кількома атомними цезієвими стандартами частоти-часу, які постійно передають на частотах L1 і L2 сигнали для вимірювання псевдовідстаней кодовим і фазовим методами, мітки часу й інші повідомлення, необхідні для місцевизначення;

3) підсистему апаратури користувачів (user-segment), яка містить приймачі місцевизначення з антенами, накопичувачами результатів вимірювань, іншим оснащенням і програмним забезпеченням обробки даних. Визначення координат базується на визначенні відстаней від приймача до 3-6 супутників і побудови геодезичних засічок. Оскільки точне місце розміщення кожного супутника розраховане для кожного моменту часу, відстань до нього визначається за часом запізнювання радіосигналу. Існує два види радіокоду, переданого супутниками, військовий (більш точний) і цивільний (менш точний). Для підвищення точності місцевизначення приймачами GPS використовується кілька радіоканалів для прийому сигналу від одного супутника, застосування фазового методу розрахунку дальності, використання роботи двох приймачів одночасно і спеціального програмного забезпечення для камеральної обробки даних польової зйомки. При використанні додаткових методів точність визначення горизонтальних і вертикальних координат на місцевості може досягати 1-3 мм. На точність визначення координат впливає взаєморозміщення супутників на небесній півсфері (супутники повинні знаходитися в різних секторах і по можливості вище 15° над обрієм), радіозатінення деревами і спорудами, радіовідбиття від горизонтальних і вертикальних поверхонь.

Приймачі місцевизначення (GPS receivers, GLONASS receivers, GPS/GLONASS receivers) – електронні пристрої, що приймають сигнали супутників з метою місцевизначення. Приймачі місцевизначення розрізняють, від якого супутника приймається сигнал, розділяють ці сигнали, ведуть спостереження за ними, вимірюють, переводять результати в цифрову форму, попередньо їх обробляють, зберігають та ін.

Приймачі бувають послідовного спостереження (1-2 канали) і багатоканальні (multi-channel) рівнобіжного спостереження (6-12 і більше каналів), застосовуючи кодовий метод вимірювання; одностотні L1 і двочастотні L1 і L2, що вимірюють кодовим і фазовим методами; безкодові, що вимірюють різниці фаз подвоєних частот L1, L2; мініатюрні, ручні, малогабаритні; розраховані на прийом сигналів GPS, ГЛОНАСС чи обох систем. Моделі приймачів GPS поділяються на кілька класів за конструктивними особливостями, функціональними можливостями і точністю визначення координат.

Приймачі навігаційного класу точності визначають координати точки стояння при зупинках і в русі з точністю 100-30 м, розраховують азимут і відстань до заданої точки. Конструктивно приймачі виконані в єдиному корпусі з антеною, дисплеєм, клавіатурою керування, блоком енергоживлення. Розміри відстань до заданої точки. Конструктивно приймачі виконані в єдиному корпусі з антеною, дисплеєм, клавіатурою керування, блоком енергоживлення. Розміри і зовнішній вигляд цих пристроїв фірм Gramlin, Magellan порівнянні з мобільними телефонами, на корпусі розміщені рідинно-кристалічний дисплей і клавіатура, передбачені рознімання для зв'язку з ПК (рис 2.6 а).

Для ГІС-проектів фірмою Trimble розроблений спеціальний тип приймачів, що містить блок приймача, наріжну антену, блок енергоживлення і блок реєстрації даних (рис. 2.6 б). За допомогою таких комплексів можна не тільки визначати координати точок (до 5000 точок з описами), а й ідентифікувати їх з використанням спеціальної бібліотеки описів. Точність визначення координат з використанням таких комплексів становить 0,6-1 м. Передбачено обмінні формати даних з багатьма пакетами ГІС.

Точність геодезичного класу (1-5 мм) досягається при використанні диференціальних станцій – комплексу двох високоточних приймачів. Один із приймачів установлений стаціонарно і постійно вимірює свої координати. Шляхом статистичної обробки численних вимірів координати точки стояння визначаються з дуже високою точністю. Інші приймачі, які використовуються в мобільному варіанті, підтримують постійний радіозв'язок з базовою станцією й одержують від неї виправлення для визначення координат. Приймачі геодезичного класу випускають фірми Trimble, Leica, Ashtech, Sokkia, Carl Zeiss. За допомогою таких систем створюються високоточні опорні геодезичні мережі, що потім можуть згущатися за допомогою електронних геодезичних приладів і низькоточних GPS–приймачів.

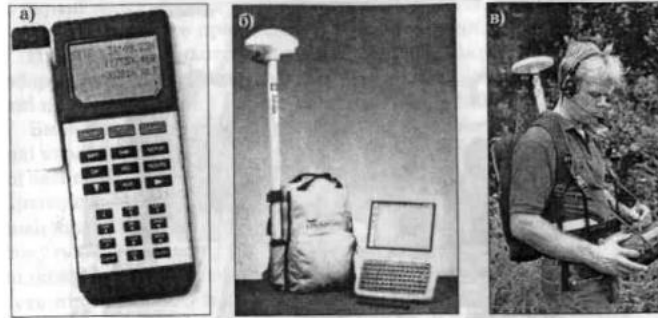


Рисунок 2.6 – Приймачі GPS: а) навігаційний приймач GPS Magellan; б) приймач GPS Trimble PathFinder з накопичувачем даних; в) польовий збір даних з використанням приймача GPS

Електронні геодезичні прилади. Пристроями, призначеними для використання в геодезії, є: *теодоліт* (theodolite) – для вимірювання горизонтальних і вертикальних кутів; *далекомір* (distancemeter) – для вимірювання відстаней; *нівелір* (level) – для визначення перевищень горизонтальною лінією візування; *тахеометр* (tacheometer) – для виміру горизонтальних і вертикальних кутів, довжин ліній і перевищень (рис. 2.7).

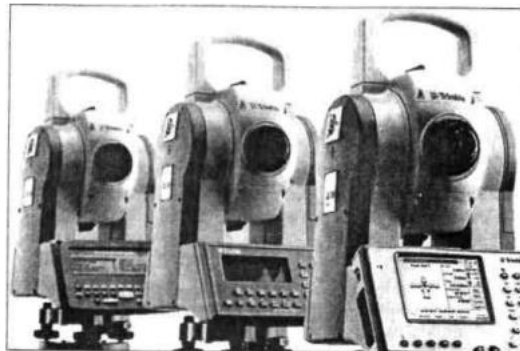


Рисунок 2.7 – Електронні геодезичні прилади фірми Trimble

Сучасні геодезичні прилади вимірюють горизонтальні і вертикальні кути з точністю до 1 кутової секунди. Вмонтовані лазерні далекоміри дозволяють визначати відстані з точністю до 1 см на 1 км на максимальній відстані до 3,5 км. Багато приладів відомих фірм Leica, Sokkia, Carl Zeiss, Trimble мають властивість масштабування функціональних можливостей. На один корпус може міститися різний набір оптико-механічних і електронних компонентів. Прилади початкового рівня оснащуються автоматичними електронними калькуляторами з відображенням на екрані вертикального і горизонтального кутів, похилої відстані, горизонтального прокладення і перевищення.

Прилади середнього класу оснащуються мікропроцесорами з набором прикладних програм і пам'яттю, яка дозволяє зберігати дані про вимірювання і ідентифікацію 1000-3000 точок.

Вмонтоване програмне забезпечення дозволяє безпосередньо в ході вимірювання вирішувати такі завдання: виконання зворотної засічки, спостереження й зрівнювання теодолітного ходу, вимірювання зі зсувами, винесення в натуру координат об'єктів, вимірювання площ і об'ємів та ін. Універсальні робочі станції можуть виконувати виміри без участі людини, автоматично відслідковуючи переміщення маркера на місцевості. Ці прилади можуть підключатися прямо до мобільного ПК або обмінюватися даними з комп'ютерами за допомогою flash-карт. До складу багатьох пакетів ГІС входять операції обробки даних геодезичних вимірювань (наприклад, модуль COGO – координатна геометрія, модуль пакету ARC/INFO фірми ESRI).

Стереофотограмметричні станції. Стереофотограмметричні станції призначені для побудови об'ємних зображень рельєфу земної поверхні за двома аерофотознімками поверхні Землі. За конструктивним виконанням і технологією обробки знімків розрізняють: аналогові (працюють з негативами чи фотовідбитками) і цифрові (працюють зі сканованими знімками) стереофотограмметричні станції. З використанням спеціальної оптичної системи виконується суміщення стереопари знімків у поле зору оператора і створюється «віртуальна» тривимірна модель. За допомогою спеціальних аналітичних алгоритмів на стереомоделі рельєфу проводяться (цифруються) горизонталі. Ця технологія використовується при масовому створенні і відновленні топографічних карт у спеціалізованих організаціях. Пристрої цього типу виробляються і в Україні – у державному науково-виробничому підприємстві «Геосистема» (м. Вінниця) (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Аналітична стереофотограмметрична станція «Стереонаграф–6» (Україна).

### 2.7.2 Пристрої візуалізації і подання даних

Візуалізація (visualization, visualisation, viewing, display, displaying, синонім – графічне відтворення, відображення – у ГІС, комп'ютерній графіці і картографії) – проектування і генерація зображень, у тому числі геозображень, картографічних зображень та іншої графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних і алгоритмів їхнього перетворення.

Крім екрана дисплея, картографічні зображення можуть бути відображені на великих екранах за допомогою проєкційної системи чи виведення у вигляді твердої копії на папері, плівці за допомогою принтера чи плотера.

Дисплеї. Дисплей (display, display device), синоніми – пристрій відображення, відеоекран – пристрій (система) виведення, що здійснює візуальне подання чи відображення (display, displaying) виведених даних на екран комп'ютера (screen), монітор. За конструкцією розрізняють дисплеї на основі електронно–променевих трубок (ЕПТ-монітор, CRT-display) і рідинно-кристалічні дисплеї (РК-дисплеї, LCD-display), плазмові дисплеї (plasma-panel display). Сучасні комп'ютерні дисплеї характеризуються розміром екрана, підтримуваними стандартами роздільної здатності, швидкістю відновлення зображення на екрані, відповідністю вимогам електробезпечності і відсутності іонізуючого випромінювання, зручністю керування і налаштування.

Дисплеї на основі електронно-променевих трубок є найбільш давньою і поширеною технологією візуалізації цифрових зображень. Зображення формується шляхом опромінення електронним променем плям люмінесцентної речовини на передній стінці вакуумної трубки. Колір формується злиттям трьох близько розміщених плям з різним колірним світінням – червоним, зеленим і синім (red, green, blue; RGB-модель), інші кольори та їхні півтони формуються шляхом змішування основних кольорів. Зображення формується з окремих зерен (пікселів), що складаються з трьох різнобарвних плям, розмір зерна становить 0,2-0,28 мм. Розмір екранів ЕПТ-дисплеїв складає масштабний ряд 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23 і 24 дюйми по діагоналі. Підтримуються такі стандарти роздільної здатності для відображення інформації: VGA (640x480 пікселів), SVGA (800x600 пікселів), XGA (1024x768 пікселів). Монітори з



діагоналю 17 і більше дюймів можуть підтримувати просторову дрібність 1280x1024, 1600x1200, 1792x1344, 1920x1440, 2048x1536 пікселів (можливість такої роздільної здатності визначається характеристиками і драйверами відеокарти). Для передачі кольору використовуються три основні колірні RGB-моделі: 8 біт на піксель – 256 кольорів; 16 біт на піксель, High Color – 56 тис. кольорів і відтінків; 24 біт на піксель – True Color, більше 16 млн кольорів і відтінків. На якість сприйняття зображення значно впливає частота відновлення зображення на екрані, при низьких швидкостях (менше 65 Гц) стає помітним мерехтіння екрана. Оптимальною швидкістю відновлення екрана вважається 85-95 Гц. У своїх ЕПТ-дисплеях основні фірми-виробники Samsung, Samtron, LG, NEC, Philips, Sony, Hansol, Mitsubishi застосовують технології створення плоских екранів, зменшення геометричних і яскравих перекручувань, зменшення енергоспоживання.

З появою технології рідинно-кристалічних дисплеїв почалося поступове збільшення їхніх розмірів і екранного розділення. Пікселі на цьому типі пристроїв формуються зі світлодіодів трьох основних кольорів, видимість чи невидимість світлодіода визначається станом рідкого кристала. Сучасні рідинно-кристалічні дисплеї (на основі TFT-матриці) для настільних комп'ютерів характеризуються розмірами від 15 до 24 дюймів, розмірами пікселя 0,28-0,3 мм, підтримкою екранної дрібності 1280x1024, 1600x1200 пікселів. Такі дисплеї мають значно менші розміри порівняно з ЕПТ-аналогами, меншим енергоспоживанням і відсутністю іонізуючого випромінювання. Рідинно-кристалічні дисплеї розміру 12-15 дюймів і роздільної здатності до 1280x1024 пікселів також використовуються в різних моделях ноутбуків. Повнокольорові дисплеї з діагоналю 2-3,5 дюйма і роздільною здатністю до 320x240 використовуються в портативних моделях ПК, а також пристроях мобільного зв'язку.

Принтери. Принтер (printer), синонім – друкувальний пристрій – пристрій відображення текстової (алфавітно-цифрової) і графічної інформації, що базується на тому чи іншому принципі друку. Розрізняють друкувальні пристрої:

- пелюсткові, або ромашкові, принтери – послідовні шрифтові ударні пристрої типу механічних друкарських машинок (забезпечують тільки алфавітно-символьний друк і практично вийшли чи виходять із використання);

- матричні принтери з генерацією знаку у вигляді точок растра шляхом удару голок друкуючої голівки по фарбувальній стрічці (з просторовим розділенням до 300 dpi);

- лазерні принтери, у яких зображення переносяться лазерним променем на папір чи інший матеріал методом ксерографії, забезпечуючи високе просторове розділення (звичайно 300-1200 dpi) і аналогічні їм принтери з перенесенням зображення за допомогою матриці світлодіодних елементів, які називають світлодіодними принтерами;

- термопринтери і принтери з термопереносом, що базуються на принципі термодруку на термочуттєвому чи звичайному папері відповідно;

- струминні принтери з видавлюванням фарбувальної речовини через сопла форсунок (звичайно до 1200 dpi).

За можливостями відтворення кольору принтери поділяються на багатокольорові і монохромні, або чорно-білі, принтери, що забезпечують штриховий чи напівтоновий друк.

Принтери переважно призначені для друку сторінкових документів формату А4–А3, до яких входить як текст, так і графіка. Технічні характеристики сучасних принтерів визначаються просторовим дозволом друку, швидкістю виведення чорно-білої чи кольорової сторінки, вартістю друку однієї сторінки, стійкістю зображення під впливом вологи чи світла, розмірами, додатковими функціями.

Фірми HP, Epson, Canon, Lexmark, Samsung, Xerox виробляють широкий спектр пристроїв різного типу і класу. До складу модельних рядів відомих фірм входять як моделі початкового рівня зі швидкістю друку до 10 стор/хв, так і професійні моделі з можливістю друку 25-35 повнокольорових сторінок за хвилину, які здатні працювати в обчислювальній мережі й оснащені власними накопичувачами інформації. Постійно розширюється модельний ряд пристроїв, що мають в одному корпусі функції лазерного або струминного принтера, копіра і сканера.

Для друку великоформатних документів застосовуються технології розбиття на окремі сторінки з подальшим склеюванням. До принтерів також іноді відносять пристрої з технологією струминного друку для рулонних документів шириною до 153 см. Відмінність високопродуктивних великоформатних принтерів з високим просторовим розділенням друку від плотерів (графопобудовників) растрового типу досить умовна.

*Плотери.* Плотер (plotter), синоніми – графобудівник, автоматичний координатограф – пристрій відображення, призначений для виведення даних у графічній формі на папір, пластик, фоточуттєвий матеріал чи інший носій шляхом креслення, гравіювання чи фото-реєстрації іншим способом. Розрізняють планшетні плотери (flatbed plotter) з розміщенням носія на плоскій поверхні, барабанні плотери (drum plotter) з носієм, що закріплюється на обертовому барабані, рулонні, або роликові, плотери

(roll-feed plotter) із креслярською голівкою, що переміщується в одному напрямку при одночасному переміщенні носія в перпендикулярному йому напрямку.

За принципом побудови зображення плотери поділяються на *векторні* і *растрові*. Векторні плотери створюють зображення пером чи олівцем. Растрові плотери, успадковуючи конструктивні особливості принтерів, створюють зображення шляхом порядкового відтворення і за способом друку поділяються на:

- електростатичні плотери з електростатичним принципом відтворення;
- струминні – базуються на принципі струминного друку (видавлюванні фарбувальної речовини через сопла форсунок);
- лазерні – відтворюють зображення з використанням світлового променя чи лазера;
- світлодіодні – відрізняються від лазерних плотерів способом перенесення зображення з барабана на папір;
- термічні плотери, мікрофільм-плотери, або фотоплотери з фіксацією зображення на світлочутливому матеріалі.

Основні конструктивні та експлуатаційні характеристики плотерів:

- формат відтвореного зображення-оригіналу, що варіює звичайно від А4 до А0 для плотерів нерулоного типу чи вимірюється робочою довжиною барабана і максимальною довжиною рулону (до декількох десятків метрів) для рулонного типу;
- розмір робочого поля;
- точність;
- просторове розділення растрових плотерів (звичайно в межах 300-2500 dpi);
- швидкість промальовування або виготовлення одиниці продукції заданого формату;
- наявність чи відсутність власної пам'яті (буфера);
- інтерфейс і програмне забезпечення.

Деякі моделі плотерів комплектуються або можуть оснащуватися насадками, що доповнюють їх функціями сканера. У наш час найбільшого поширення набули струминні плотери фірми Hewlett Packard (рис.2.9), що дозволяють друкувати повнокольорові картографічні документи формату А4-А0. Такі пристрої оснащуються системою безупинної подачі чорнила, системою моніторингу запасу чорнила й оповіщення про їх можливу недостатку для друку заданого документа, системою відрізання паперу чи нарізання на аркуші певного формату. Оскільки документи, передані на друк, мають растровий формат, обсяг файлу друку може досягати кількох

сотень мегабайт. Моделі плотерів, призначені для повнокольорового великоформатного друку, оснащуються високошвидкісними інтерфейсами SCSI, Fire–Wire, USB для обміну даними з комп'ютерами, власними графічними процесорами і дисковими накопичувачами.

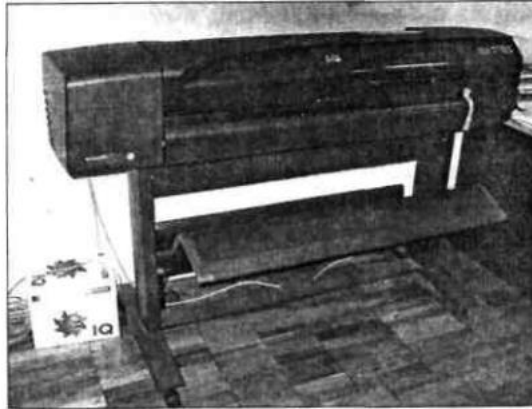


Рисунок 2.9 – Широкоформатний струминний плотер HP DesignJet

### Питання для самоперевірки

1. Що таке ГІС?
2. Назвіть відмінні риси ГІС.
3. За якими ознаками класифікують геоінформаційні системи?
4. Перечисліть типи геоінформаційних систем за проблемно-тематичною орієнтацією.
5. Які сучасні програмні продукти геоінформаційних систем ви знаєте?
6. Що таке база даних?
7. Що таке семантична (атрибутивна) інформація?
8. Яке зображення називається растровим?
9. Дати визначення пікселю.
10. Що таке роздільна здатність растрового зображення?
11. Що таке векторна графіка?
12. Назвіть найбільш поширені векторні формати.
13. В чому полягають відмінності вектору від растру?
14. Що називається к конфігурацією системи?
15. На які групи поділяється апаратне забезпечення?
16. Назвіть пристрої збору і введення інформації.
17. Що таке дигітайзери?
18. Перечисліть технічні характеристики дигітайзерів.
19. Які види сканерів ви знаєте?

20. Назвіть електронні геодезичні прилади.
21. Дати визначення теодоліту, нівеліру, далекоміру, тахеометру.
22. Що таке візуалізація?

## **3 СТАНДАРТИЗАЦІЯ ЦИФРОВИХ КАРТ І ПЛАНІВ**

### **3.1 Основні види стандартів та їх функції**

*Стандарти* – це одна з ключових складових інфраструктури геопросторових даних (ІГД), що є невід’ємною частиною сфери геодезії, картографії і землеустрою. Вони задають мову і правила взаємодії учасників, без яких ця взаємодія неможлива. Актуальними на сьогодні є стандарти наступних організацій – Міжнародної організації з стандартизації (ISO) та Консорціуму відкритих ГІС (Open Geospatial Consortium, OGC).

*Стандарт* – документ, що встановлює для загального і багаторазового застосування правила, загальні принципи або характеристики, які стосуються діяльності чи її результатів, з метою

досягнення оптимального ступеня впорядкованості у повній галузі, розроблений у встановленому порядку на основі консенсусу.

Залежно від об'єкта стандартизації, складу, змісту, сфери діяльності та призначення нормативні документи поділяються на такі види:

- державні стандарти України – ДСТУ;
- галузеві стандарти України та настановчі документи – ГСТУ;
- кодекси усталеної практики;
- державні класифікатори (державні класифікатори техніко-економічної та соціальної інформації);
- міждержавні стандарти та настановчі документи;
- технічні регламенти;
- стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України (СТУ або ССТУ);
- технічні умови України – ТУ У;
- стандарти організацій (СОУ);
- державні будівельні норми і правил;
- нормативні документи (санітарні норми, правила, граничнодопустимі концентрації, гранично-допустимі викиди тощо) з питань санітарнопрофілактичної та протиепідемічної діяльності.

Розрізняють *нормативні документи* (НД) національного рівня та рівня організацій.

До нормативних документів національного рівня відносяться державні та галузеві стандарти, державні класифікатори, кодекси усталеної практики, настанови. Національні НД застосовують суб'єкти господарювання незалежно від форм власності і підпорядкованості, на діяльність і результати яких поширюються ці документи.

До НД рівня організацій відносяться: стандарт організації чи підприємства, корпоративний стандарт, технічні умови, стандарт науково-технічного або інженерного товариства чи спілки до. Вони приймаються суб'єктом стандартизації іншого рівня, ніж національний орган стандартизації на основі поєднання виробничих, наукових, комерційних та інших спільних інтересів.

Міжнародні, регіональні та національні стандарти інших країн використовуються в Україні відповідно до її міжнародних договорів. Як державні стандарти України використовуються також республіканські стандарти УРСР до їх заміни чи скасування. Скасовано чинність цих стандартів (ГОСТ).

Необхідність припинення дії на території України ГОСТ визначена Програмою діяльності Кабінету Міністрів України. Згідно з нею, у 2015 році ДП «УкрНДНЦ», яке виконує функції Національного органу стандартизації, були видані відповідні накази про скасування ГОСТ із втратою чинності протягом 2016-2018 років та з повною відмовою від них, починаючи з 1 січня 2019 року.

Протягом 2016-2018 років до Національного органу стандартизації надходили пропозиції щодо подовження термінів чинності деяких ГОСТ. В результаті було прийнято низку наказів щодо відновлення дії ГОСТ терміном до 01.01.2020, 01.01.2021, 01.01.2022. Зокрема це стандарти:

- на заміну яких проводиться або передбачається розроблення проектів національних стандартів;
- посилення на які є в нормативно-правових актах;
- які застосовуються в різних сферах діяльності;
- стосовно Єдиної системи конструкторської документації;
- розроблені на основі міжнародних стандартів, версії яких є актуальними, та які відповідно до пункту 2 розділу VI «Прикінцеві та перехідні положення» Закону застосовуються як національні стандарти.

Оскільки, продовження дії ГОСТ в Україні після 2022 року є неможливим, Мінекономрозвитку та Національний орган стандартизації наполегливо рекомендують всім зацікавленим сторонам, які в своїй роботі використовують ГОСТ, скористатися рекомендаціями Мінекономрозвитку та ДП «УкрНДНЦ», та знайти альтернативу використанню ГОСТ, які фактично є регуляторними актами вже неіснуючої держави і суперечать нововведенням, запровадженим у сфері технічного регулювання України та зобов'язанням України щодо реформування сфери технічної стандартизації передбаченими Угодою СОТ та Угодою про асоціацію із ЄС.

Водночас, за потреби розробки національного стандарту на заміну відповідному ГОСТ будь-яка зацікавлена сторона (органи влади, асоціації виробників, підприємства, громадські організації тощо) може виступити замовником розробки такого стандарту відповідно до Закону України «Про стандартизацію».

Державні стандарти України розробляються на організаційно методичні та загальнотехнічні об'єкти, а саме:

- організацію проведення робіт по стандартизації, науково-технічну термінологію, класифікацію та кодування техніко-економічної інформації,

технічну документацію, інформаційні технології, організацію метрологічних робіт, достовірні довідкові дані про властивості матеріалів і речовин;

- продукцію загальномашинобудівного застосування;
- складові елементи народногосподарських об'єктів державного значення (транспорт, зв'язок, енергосистему та ін.);
- продукцію міжгалузевого призначення;
- продукцію для населення і народного господарства;
- методи випробувань.

Державні стандарти України містять обов'язкові та рекомендаційні вимоги. До обов'язкових належать:

- вимоги, що забезпечують безпеку продукції для життя, здоров'я і майна громадян, її сумісність і взаємозамінність, охорону навколишнього середовища, і вимоги до методів випробувань цих показників;
- вимоги техніки безпеки і гігієни праці з посиланнями на відповідні санітарні норми і правила;
- метрологічні норми, правила, вимоги та положення, які забезпечують достовірність і точність вимірювань;
- положення, які забезпечують технічну сумісність під час розробки, виготовлення, експлуатації продукції.

Обов'язкові вимоги державних стандартів підлягають безумовному виконанню органами державної виконавчої влади, всіма підприємствами, їх об'єднаннями, організаціями та громадянами - суб'єктами підприємницької діяльності; на діяльність яких поширюється дія стандартів.

Рекомендаційні вимоги державних стандартів України підлягають безумовному виконанню, якщо:

- це передбачено відповідними законодавчими актами;
- ці вимоги включені в договори на розробку, виготовлення і поставку продукції;
- виробником (постачальником) продукції зроблено заяву про відповідність продукції цим стандартам.

Державні стандарти України затверджуються ДП «УкрНДНЦ. Порядок і правила розробки і застосування державних класифікаторів устанавлюється Державним комітетом України по стандартизації, метрології та сертифікації.

Майнова частина авторського права на державні стандарти належить державі незалежно від джерел фінансування їх розробки.



Після введення в дію Закону України “Про стандартизацію” стандарти мають застосовуватися на добровільних засадах, якщо інше не встановлено законодавством. Застосування стандартів чи їх окремих положень стає обов’язковим:

- для всіх суб’єктів господарювання, якщо це передбачено в технічних регламентах чи інших нормативно-правових актах;

- для учасників угоди (контракту) щодо розроблення, виготовлення чи постачання продукції, якщо в ній (ньому) є посилення на певні стандарти;

- для виробника чи постачальника продукції, якщо він склав декларацію про відповідність продукції певним стандартам чи застосував позначення цих стандартів у її маркуванні;

- для виробника чи постачальника, якщо його продукція сертифікована щодо дотримання вимог стандартів.

Хоча Закон України «Про стандартизацію» закріплює основний принцип міжнародної стандартизації – добровільність застосування стандартів, але добровільними стандарти стануть лише після того, як обов’язкові вимоги з безпеки для життя і здоров’я людей, з охорони довкілля будуть перенесені у технічні регламенти – нормативно-правові акти, які затверджуються Кабінетом Міністрів України і які є аналогами відповідних директив ЄС.

Галузеві стандарти розробляються на продукцію за відсутності державних стандартів України або в разі необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів. Обов’язкові вимоги галузевих стандартів підлягають безумовному виконанню підприємствами, їх об’єднаннями та організаціями, які входять в сферу управління органу, який їх затвердив.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України (СТУ або СТТУ) розробляються якщо буде потреба розширення результатів фундаментальних досліджень в сфері професійних інтересів. Ці стандарти можуть використовуватися на основі добровільної домовленості.

*Технічні умови* – документ, що встановлює технічні вимоги, яким повинні відповідати продукція, процеси чи послуги. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом. Технічні умови і стандарти підприємств містять вимоги, які регулюють відносини між

постачальником (розробником, виробником) і споживачем (замовником) продукції.

*Технічний регламент* – закон України або нормативно-правовий акт, прийнятий Кабінетом Міністрів України, у якому визначено характеристики продукції або пов'язані з нею процеси чи способи виробництва, а також вимоги до послуг, включаючи відповідні положення, дотримання яких є обов'язковим. Він може також містити вимоги до термінології, позначок, пакування, маркування чи етикетування, які застосовуються до певної продукції, процесу чи способу виробництва.

*Технічна документація на продукцію* – сукупність документів, яка необхідна і достатня для безпосереднього використання на кожній стадії життєвого циклу продукції. До неї належить конструкторська, технічна та проектна документації. Технічну документацію поділяють на вихідну, робочу та інформаційну.

*Конструкторська документація* – сукупність конструкторських документів, які залежно від їх призначення містять дані, що потрібні для розробки, виготовлення, контролю, приймання, постачання, експлуатації та ремонту виробу. Порядок розробки, оформлення та передачі конструкторської документації в різні інстанції встановлено комплексом стандартів Єдиної системи конструкторської документації (ЄСКД).

*Технологічна документація* – сукупність технологічних документів, які визначають технологічний процес. Порядок розробки, оформлення та обертання технологічної документації на виробі базується на конструкторській документації, обумовленій комплексом стандартів Єдиної системи технологічної документації (ЄСТД).

*Технологічність продукції* – властивість продукції, що характеризує її якість та пристосування до виробництва у потрібному обсязі. Показниками технологічності продукції можуть бути енергоємність, матеріалоємність, тривалість виробничого циклу, собівартість, трудомісткість.

*Нормативно-технічна документація* – сукупність конкретних технічних вимог (правил), законодавчих положень про захист життя і здоров'я людини, охорону навколишнього середовища, забезпечення прав споживача, а також встановлення порядку нагляду за виконанням цих вимог.

*Гармонізований стандарт* – національний стандарт, вимоги якого технічно ідентичні чи вище (більш жорсткі), але не суперечать вимогам до конкретного об'єкту стандартизації, які встановлено у відповідному

міжнародному стандарті (стандартах) чи у (міжнародному) регіональному стандарті (стандартах), чи у прогресивному національному стандарті (стандартах) зарубіжних країн, з яким (якими) гармонізується даний національний стандарт.

Гармонізація стандартів (ДСТУ), які використовуються на території України, з відповідними міжнародними стандартами є центральною вимогою виконання Україною Угоди по технічним бар'єрам у торгівлі і одним із найбільш важливих загальних умов для вступу України у Світову організацію торгівлі (СОТ). Зовнішньополітичний курс України щодо вступу до СОТ та інтеграції в ЄС вимагає поступового зближення законодавства у пріоритетних сферах, які визначені статтею 51 Угоди про партнерство та співробітництво між Україною та ЄС.

*Комплекс стандартів* – це сукупність взаємопов'язаних державних і (чи) міжнародних стандартів, які об'єднуються загальною цільовою спрямованістю та встановлюють погоджені, переважно основоположні, організаційно-технічні і (чи) загальнотехнічні вимоги до взаємозв'язаних об'єктів стандартизації. Наприклад, ЄСКД, ЄСТД.

*Застосування стандарту* – це використання стандарту користувачем з виконанням установлених у ньому вимог згідно з галуззю його розповсюдження і сферою дії.

*Користувач стандарту* – це юридична чи фізична особа, яка застосовує стандарт у своїй науково-технічній, конструкторській, технологічній, проектній, виробничій, стандартизаторській, керівній, учбово-педагогічній та інших видах діяльності. Користувачі повинні дотримуватися обов'язкових вимог, які установлені у стандартах згідно з областю розповсюдження і сферою діяльності, причому з дати введення їх в дію.

*Об'єктивний закон стандартизації* – це соціально-економічна необхідність своєчасного усупільнення позитивних результатів творчої інтелектуально-технічної праці дослідників і розробників у формі нормативно-технічної інформації (тобто у формі вимог, які включені у прийняті нові чи оновлені стандарти) про інтегральну якість нових об'єктів другої природи, які мають чітку перспективу подальшого багаторазового ефективного використання у будь-якій сфері суспільної практики.

Сучасне усупільнення позитивних результатів НДР і НТП шляхом розробки нових і оновлення діючих стандартів необхідно для забезпечення оптимального функціонування економіки кожної країни і світової спільноти,

тому що, тільки при дотримуванні цього об'єктивного закону виробничо-економічні відношення між виробниками і споживачами товарів (на мікрорівні способу виробництва), а також з органами господарського управління (на макрорівні) можуть підтримуватися у прогресивному, а не застійному чи гальмуючому стані соціально-економічного розвитку суспільства.

*Стандарти організацій України (СОУ)* розробляються на продукцію (процес, роботу, послугу), яку виробляють і застосовують (надають) лише на конкретному підприємстві. Згідно затвердженій термінології до 2004 року їх назва була стандарти підприємств України (СОУ). СОУ не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ. Об'єктами СОУ є: складові продукції, технологічне оснащення та інструмент; технологічні процеси; послуги, які надають на певному підприємстві; процеси організації та управління виробництвом.

*СОУ* – це основний організаційно-методичний документ у діючих на підприємствах системах управління якістю продукції. Як СОУ можуть використовуватися міжнародні, регіональні та національні стандарти інших країн на підставі міжнародних угод про співробітництво.

Кодекси усталеної практики розробляють на устаткування, конструкції, технічні системи, які відрізняються конструктивним виконанням. У кодексах усталеної практики зазначають правила й методи розв'язування завдань щодо координації робіт зі стандартизації та метрології, а також реалізації певних вимог технічних регламентів чи стандартів.

*Технічний регламент* – це закон України або нормативно-правовий акт, прийнятий Кабінетом Міністрів України, в якому визначено характеристики продукції або пов'язані з нею процеси чи способи виробництва, а також вимоги до послуг, включаючи відповідні положення, дотримання яких є обов'язковим. Він може також містити вимоги до термінології, позначок, пакування, маркування чи етикетування, які застосовуються до певної продукції, процесу або способу виробництва

Впровадження в Україні міжнародних стандартів є одним з пріоритетних напрямків розвитку національної системи стандартизації та найважливішим з чинників інтеграції України в Європейський Союз та вступу до Світової організації торгівлі (WTO). З прийняттям в Україні у 2001 році законів розпочався новий етап реформування національної системи стандартизації та технічного регулювання. Уперше в вітчизняній

практиці стандартизації вводяться нові категорії нормативних документів: кодекс ustalеної практики та технічний регламент.

Разом з тим за оцінкою Ради стандартизації «українським залишається рівень гармонізації національних стандартів у ряді галузей економіки попри те, що від цього значною мірою залежить конкурентоспроможність та обсяги виробництва продукції, виконання робіт і надання послуг. Відповідальність за технічний рівень виробництва через прийняття стандартів має бути головною турботою міністерств та інших центральних органів виконавчої влади».

Правила і методи прийняття та застосування міжнародних і регіональних стандартів регламентується положеннями стандарту ДСТУ 1.7 – 2001. Цим стандартом установлюються такі ступені відповідності: ідентичні стандарти, модифіковані стандарти та нееквівалентні стандарти. Прийняття міжнародних стандартів виконується одним з наступних методів: метод підтвердження, метод обкладинки, перевидання (передрук, переклад з передруком чи без передруку оригіналу, перероблення).

В сфері впровадження міжнародних стандартів з географічної інформації можна відзначити такі першочергові задачі:

- активізація участі України в роботі Технічного комітету ISO/TC 211;
- прийняття уже розроблених стандартів як національних;
- гармонізація існуючих в країні нормативних документів з міжнародними стандартами;
- розробка нових нормативних документів, гармонізованих з міжнародними стандартами та національними стандартами з інформаційних технологій.

Очевидно, що ця діяльність вимагає термінової розробки програми стандартизації галузі з визначенням першочергових нормативних документів, до яких можна віднести: еталонну модель: терміни та визначення; мови подання концептуальних схем моделювання; національний класифікатор об'єктів геопросторових даних, узгоджений з чинними системами кодифікації та класифікації об'єктів; стандарт на метадані; стандарти по системі якості геопросторових даних. Розвиток стандартизації географічної інформації в значній мірі забезпечить основу для виконання Закону України «Про підтвердження відповідності», буде сприяти захисту інтересів споживачів та вітчизняних виробників геоінформаційної продукції на внутрішньому та зовнішньому ринках.

### 3.2 Застосування міжнародних стандартів ISO та національних стандартів України в геодезичних роботах та землеустрої

Нові технології у геодезії ґрунтуються на базах цифрових картографічних даних та на сучасних цифрових методах топографо-геодезичних і GPS-вимірювань, дистанційного зондування Землі, цифрової фотограмметрії тощо. Це сприяло виникненню та розвитку цифрового картографування, середовищем функціонування та результатом якого є бази цифрових тематичних даних. Такі бази стають новим видом продукції, яка використовується, зокрема, і для автоматизованого проектування в задачах землеустрою. Геодезичні дані в цифрових форматах розглядаються не як електронні копії карт і планів, а як самостійний інформаційний ресурс у вигляді баз даних та баз знань про просторові та атрибутивні характеристики об'єктів і явищ усієї геодезичної системи. Завдяки розширенню сфери застосування цифрових методів у різноманітних проектах бази геодезичних даних стають основним видом просторового забезпечення.

*Міжнародний стандарт* – стандарт, прийнятий міжнародним органом стандартизації.

Міжнародна організація з стандартизації є офіційною міжурядовою організацією, стандарти якої націлені на забезпечення міжнародного співробітництва і скорочення технічних бар'єрів (політичні, соціальні тощо – поза її компетенцією). Членами ISO є національні органи стандартизації країн-учасниць. Використання стандартів ISO є обов'язковим для країн-членів Всесвітньої торговельної організації (ВТО), членом якої нещодавно стала й Україна.

В області тематичної інформації стандарти ISO створюються Технічним комітетом 211 (ISO/TC211) "Географічна інформація / Геоматика". Усі стандарти цього напрямку об'єднані в загальну серію за назвою ISO 19100 (деякі з них до цього мали інші номери).

Треба відразу зазначити, що стандарти ISO є необхідною, але не достатньою основою для побудови ІГД і її частин. Вони описують концепції геоінформатики, але не описують методи кодування інформації, структуру даних і протоколи взаємодії. Вони визначають загальні

принципи, а не конкретні рішення. Можна сказати, що вони говорять, що треба робити, а не як робити.

Іншу ж задачу вирішують стандарти реалізації, у розробці яких найбільше успіхів досяг OGC, специфікації якого визнані самою ISO. В цьому випадку ми бачимо приклад успішного поділу праці між державним і приватним сектором: міждержавна ISO займається загальними питаннями, а об'єднання комерційних виробників OGC – питаннями програмної реалізації і взаємодії програмного забезпечення.

Найбільш відомим стандартом серії 19100 є ISO 19115:2003 Metadata (Метадані). Цей стандарт найбільше широко використовується і прийнятий у більшості країн як національний стандарт змісту метаданих просторової інформації, а також у міжнародних організаціях. Запис метаданих за допомогою мови XML буде визначатися майбутнім стандартом 19139 Metadata - XML schema implementation.

Принципи комп'ютерного представлення тематичної інформації задаються стандартами 19107 Spatial schema (просторові характеристики об'єктів), 19108 Temporal schema (тимчасові характеристики об'єктів), 19111 Spatial referencing by coordinates (просторова прив'язка за допомогою координат), 19112 Spatial referencing by geographic identifiers (просторова прив'язка за допомогою географічних ідентифікаторів). Ці стандарти описують не формати і структури геодезичних даних, а набагато більш загальні питання.

Хоча для фахівців в області цифрового картографування очевидним є використання таких понять як широта і довгота, проекція, точки, лінії і полігони, – правильно побудована система стандартів зобов'язана явно визначити всі ці поняття і задати правила їхнього використання для моделювання реального світу. Саме ця задача вирішується в цих стандартах.

У серії 19100 найкраще розроблені концепції пов'язані з об'єктним (векторним) представленням просторової інформації. Традиційно векторній ("дискретній") моделі даних протиставляється растрова ("суцільна"). Але в серії 19100 вводиться більш загальне поняття "покриття", тобто суцільне (безперервне) представлення, що може бути реалізовано різними способами. Серед них – полігональні покриття, аналогічні покриттям ARC/INFO, триангуляційні нерегулярні мережі (TIN) і власне растри.

Із самого початку серії розроблялися також стандарти якості. Зараз затверджені такі як 19105 Conformance and testing (відповідність і тестування) і 19113 Quality principles (принципи оцінки якості), 19114 Quality evaluation procedures (процедури оцінки якості), готується 19138 Data quality measures (міри якості даних). Взаємозалежним з якістю можна також вважати стандарт 19122 Qualification and Certification of Personnel (кваліфікація і сертифікація персоналу в області геоінформатики).

Новим напрямом, що швидко розвивається у серії 19100 є послуги, пов'язані із місцем розташування (Location Based Services). Затверджено стандарти 19116 Positioning services (засобу одержання координат об'єктів) і 19133 LBS і Tracking and navigation (спостереження і навігація на основі веб-служб), готуються 19132 LBS -і Reference model (модель стандартизації LBS), 19134 LBS - і Multimodal routing and navigation (інтермодальна маршрутизація і навігація), 19141 Schema for moving features (схема для об'єктів, що рухаються).

Прямий доступ до баз просторових даних стандартизований у 19125 Simple feature access (доступ до простих об'єктів). Перша частина 19125-1 Common architecture описує загальну архітектуру, друга, 19125-2 SQL option, – розширення мови SQL для роботи з просторовими даними. Стандарт 19125 використовується в сучасних комерційних СУБД і реалізується багатьма виробниками ПЗ ГІС для збереження геодезичних даних у СУБД сторонніх виробників.

Для повноти розгляду згадаємо інші стандарти серії: затверджені 19110 Feature cataloging methodology (методика побудови каталогу об'єктів місцевості), 19117 Portrayal (принципи відображення геодезичних даних у вигляді карт), 19118 Encoding (кодування), 19120 Functional standards (технічний звіт про функціональні стандарти), 19127 Geodetic codes and parameters (геодезичні коди і параметри), 19135 Procedures for item registration (процедури реєстрації і унікальної ідентифікації об'єктів) і розроблюваний 19131 Data product specifications.

Крім ТС 211 у ISO є й інші технічні комітети, розробки яких мають відношення до тематичної інформації:

- ТС 204 Intelligent Transport Systems (маршрутизація, навігація, керування парком транспортних засобів);
- ТС 20 Aircraft and space vehicles (повітряні і космічні літальні апарати);
- ТС 23 Tractors and machinery for agriculture and forestry (лісове і сільське господарство);



- TC 69 Applications of statistical methods (геостатистика), TC 82 Mining (гірничча справа і геологія);
- TC 154 Processes, data elements and documents in commerce, industry and administration (бізнес-процеси і документообіг);
- TC 184 Industrial automation systems and integration (системи керування виробництвом).

Крім прикладних напрямків, розробки TC 211 погоджуються з загальними стандартами комп'ютерних технологій (комітети TC 1, TC 46, TC 130).

Відкритий геопросторовий консорціум (Open Geospatial Consortium, OGC), що раніше називався Консорціумом відкритих ГІС (OpenGIS Consortium), є недержавною некомерційною організацією, створеною провідними компаніями-розробниками програмного забезпечення й обладнання у сфері геоінформатики і дистанційного зондування.

Багато конкуруючих компаній (ESRI, Intergraph, MapInfo і ін.) об'єднали свої зусилля в ньому з метою досягнення сумісності своїх розробок. Ця сумісність необхідна для вільного обміну геодезичною інформацією і створення стандартного середовища взаємодії ПЗ ГІС різних розробників. Відповідно, основна задача OGC – розробка технічних вимог (специфікацій) до програмних систем, що забезпечують можливості їх взаємодії.

OGC відрізняється від ISO не тільки типом учасників. Специфікації OGC затверджуються методом консенсусу (у ISO – голосуванням), їх "виконання" – для всіх суцільно добровільно. Більш компактна структура і менш складна процедура розробки специфікацій у порівнянні зі стандартами ISO дозволяє OGC швидше реагувати на потреби ринку геоінформатики, вести більш гнучку політику розробки специфікацій. Завдяки всім цим факторам OGC значно просунувся у створенні працездатних і промислово визнаних вимог до ПЗ ГІС і знаходиться тут далеко попереду ISO.

Оскільки в Україні широко використовується ПЗ компаній-членів OGC, специфікації цього консорціуму є актуальними і для українських користувачів та розробників цифрових систем.

Більш того, ISO схиляється не до власної розробки стандартів реалізації, а до запозичення специфікацій OGC. Так що ці специфікації в

будь-якому випадку дійдуть і до нас – і через ПЗ ГІС, і через міжнародні стандарти.

Крім специфікацій реалізації (Implementation Specifications, IS), у OGC створюються документи й іншого типу.

На відміну від стандартів ISO, що проходять формалізований життєвий цикл, що включає офіційне затвердження і публікацію, специфікації OGC використовуються "споживачами" до формального затвердження, як "живі" документи. Перегляд стандартів ISO виконується раз у кілька років, а специфікації OGC можуть оновлюватись кілька разів на рік.

Природно, що цей процес також упорядкований моделлю стандартизації, і "коней на переправі не змінюють", тобто специфікації корегуються і доповнюються в розумних межах, а найбільш відомі з них досить стабільні і використовуються в розробці міжнародних стандартів.

З усіх специфікацій OGC ми розглянемо лише найбільш важливі: WMS, WFS, WMC, CAT, GML, SF, SLD.

Web Map Service (WMS) – специфікація інтерфейсу картографічних веб-служб, що повертають клієнтському додатку растрове зображення карти, сформоване на основі його запиту. Це найбільш відома і широко використовувана специфікація OGC. Інтерфейс WMS дуже простий – у специфікації передбачені всього три види запитів - GetCapabilities, GetMap і GetFeatureInfo. З назв неважко здогадатися, що у відповідь на них служба повертає свої характеристики, сформовану карту або атрибути зазначеного об'єкта. Взаємодія з WMS здійснюється мовою XML, запити і відповіді передаються за протоколом HTTP.

Таким чином, WMS дозволяє легко вбудовувати інтерактивні карти у веб-сторінки будь-якого сайту. При цьому сама служба може знаходитися на сторонньому сервері і не мати прямого відношення до автора цього сайту. У можливості використання сторонніх ресурсів (якщо не заборонено власником) – фундаментальна властивість Інтернету і всесвітньої павутини. А картографічні веб-служби дозволяють розширити види ресурсів, що вбудовуються, ще й інтерактивними картами.

WMS для візуалізації карти звичайно використовує ті умовні знаки, що передбачив автор служби. Оскільки зображення карти формується на сервері, у користувача немає прямої можливості змінювати умовні знаки. Для розв'язання цієї проблеми розроблена специфікація Styled Layer Descriptor (SLD), що дозволяє користувачеві передати на сервер власні умовні знаки для відображення карти в WMS.

Web Feature Service (WFS) – інший вид картографічної веб-служби, що повертає, на відміну від WMS, набір векторних об'єктів. Формат представлення об'єктів – текст Мовою географічної розмітки (Geography Markup Language, GML). Сам GML є окремою специфікацією OGC. Призначення WFS – дати клієнтському додатку можливість створювати багатошарові карти, у яких шари отримуються з різних джерел. Растрові зображення WMS не прозорі, тому ви не можете накласти зображення від однієї WMS-служби поверх іншої. А от вектори WFS цілком для цього придатні.

Очевидно, що ціна цьому – ускладнення клієнтського додатка, що повинен вміти відобразити такі векторні дані. Крім того, WFS не може повноцінно замінити безліч шарів WMS, тому що навіть не дуже велика кількість векторних об'єктів у форматі GML займає обсяг, порівнянний з обсягом растрового зображення тієї ж карти. Тому ці два види служб оптимально використовувати в парі: WMS – для відображення базової карти, WFS – для оперативної графіки поверх неї (наприклад, маршрути або виділені об'єкти).

Самі по собі картографічні веб-служби після виконання кожного запиту не зберігають у себе ніяких параметрів цих запитів. Збереження цих параметрів вимагало б значних ресурсів сервера (пропорційного числу користувачів, що одночасно звертаються), що не прийнято в умовах масового використання цих служб. Усі параметри зберігаються в клієнтському додатку, і для їхнього стандартного збереження й обміну розроблена специфікація документа карти Web Map Context Documents (WMC). Ці документи зберігають посилання на веб-служби, склад і параметри відображення шарів у користувацькому додатку. Передача такого документа дозволяє адресатові побачити карту саме в тому вигляді, у якому її хотів показати автор документа.

Web Coverage Service (WCS) – служба, аналогічна WFS, але орієнтована на передачу "покривтів" – суцільних розподілів якої-небудь ознаки в просторі. Вона також дозволяє доповнити картографічні зображення WMS шарами нового типу, які можна сполучати з базовою картою.

Catalog Interface (CAT) – специфікація схеми каталогу геодезичних ресурсів і протоколів доступу до нього. Доступ до каталогу може здійснюватись з різних додатків для пошуку інформаційних ресурсів і перегляду їхніх характеристик. Ця специфікація є однією з найважливіших

в інфраструктурі просторових даних, тому що ІГД це, насамперед, середовище для обміну геодезичною інформацією, а каталоги необхідні для її пошуку. Специфікація описує використання протоколів Z39.50, CORBA/IIOP, HTTP (відоме як Catalogue Services for the Web, CSW).

Кілька специфікацій із загальною назвою Simple Features задають правила мережевого доступу до баз просторових даних за допомогою SQL (SFS), CORBA (SFC), OLE/COM (SFO).

Загальна архітектура описана в специфікації Simple feature access - Part 1: Common architecture (SFA).

Цим специфікаціям відповідають кілька стандартів ISO, згаданих вище. Найбільше визнання одержала SFS – просторове розширення мови SQL, реалізоване в СУБД найбільших виробників під різними назвами, що включають слово "spatial". Це дозволило низці виробників ПЗ ГІС реалізувати серверне збереження геодезичних даних без необхідності розробки власних серверних продуктів.

*Національні стандарти* – державні стандарти України, прийняті центральним органом виконавчої влади у сфері стандартизації та доступні для широкого кола користувачів.

Проведення всебічної стандартизації у сфері геодезії, картографії та землеустрою обов'язково потребує наявності еталонної моделі для забезпечення комплексного та послідовного підходу.

Стандарт ДСТУ ISO 19101:2002(Е) – «Географічна інформація - еталонна модель» (Комплекс стандартів «Географічна інформація/Геоматика») є керівництвом до структурування цифрових стандартів для забезпечення універсального використання цифрової географічної інформації.

Цей стандарт входить до комплексу міжнародних стандартів ISO 19100 «Географічна інформація/геоматика», які визначають моделі топографічних даних, адміністрування цих даних та геоінформаційні сервіси. Цей стандарт встановлює загальні вимоги та принципи розробки і використання стандартів у сфері тематичної інформації. Еталонна модель, як і інші стандарти комплексу, забезпечує інтеграцію цифрових систем з інформаційними технологіями.

Технічний комітет, відповідальний за цей стандарт, – ТК 103 «Географічна інформація/геоматика».

Еталонна модель встановлює загальні вимоги до стандартизації та фундаментальні принципи розробки й використання стандартів для

географічної інформації. В описі цих вимог та принципів еталонна модель забезпечує таке бачення стандартизації, в рамках якої географічна інформація може бути інтегрована з існуючими та перспективними цифровими інформаційними технологіями і прикладними задачами. Стандарт призначений для спеціалістів з системного аналізу, програмістів та розробників картографічних стандартів для розуміння основних принципів та загальних вимог до стандартизації географічної інформації.

Використовуючи цифрову інформацію в межах традиційних прикладних програм, користувачі інформаційних технологій дедалі більше переконуються, що упорядкування за місцеположенням – фундаментальний шлях організації та використання цифрових даних. Все частіше цифровим даним, одержаним з різноманітних джерел, надають просторову прив'язку для використання у різних прикладних сферах. Отже, зростає потреба у стандартизації географічної інформації та сервісів обробки цієї інформації.

Для задоволення даної потреби комплекс ISO 19100 стандартизує відповідні аспекти опису і керування географічною інформацією та геоінформаційними сервісами. Така стандартизація підвищить рівень розуміння та використання географічної інформації; розширить можливості доступу, інтеграцію та спільне використання географічної інформації; просуне продуктивне, ефективне та економічне використання цифрової географічної інформації та пов'язаних з нею апаратних і програмних засобів; сприятиме єдиному підходу до вирішення глобальних екологічних та гуманітарних проблем.

Для досягнення цієї мети стандартизація географічної інформації в комплексі ISO 19100 ґрунтується на інтеграції понять зі сфери як географічної інформації, так і інформаційних технологій. При розробленні стандартів географічної інформації необхідно в усіх можливих випадках використовувати або адаптувати загальні стандарти з інформаційних технологій.

Цей стандарт встановлює загальний підхід до структурування стандартів комплексу ISO 19100. Еталонна модель використовує поняття, що застосовуються у підході середовища відкритих систем (OSE) ISO/IEC для визначення вимог до стандартизації, наведених в ISO/IEC TR 14252, еталонній моделі відкритої розподіленої обробки (ODP) IEC, ISO/IEC 10746-1 та інших відповідних стандартах ISO і технічних звітах.

Комплекс стандартів географічної інформації ISO 19100 встановлює структурований набір стандартів для інформації, що стосується об'єктів або явищ, які безпосередньо чи опосередковано пов'язані з місцеположенням відносно Землі. Цей стандарт визначає методи, засоби та сервіси керування географічною інформацією, включаючи визначення, збирання, аналіз, доступ, подання та передавання таких даних у цифровому/електронному вигляді між різними користувачами, системами та місцями розміщення.

Комплекс стандартів СОУ 751-00013735 0002:2009 – «Правила розроблення нормативних документів у сфері топографо-геодезичної та картографічної діяльності» установлює правила розроблення, експертизи, погодження, затвердження, реєстрації, видання, внесення змін та скасування (далі - розроблення) нормативних документів: стандартів, кодексів ustalеної практики та технічних умов прийнятих Міністерством охорони навколишнього природного середовища України та Державною службою геодезії, картографії та кадастру у сфері топографо-геодезичної та картографічної діяльності.

Вимоги цього стандарту є обов'язковими для виконання всіма суб'єктами сфери топографо-геодезичної та картографічної діяльності.

Топографічні дані мають міжгалузеве та багатоцільове призначення, вони складають основу для координатно-просторової прив'язки тематичних даних, що збираються за результатами інженерно-геодезичних, інженерно-геологічних та інженерно-гідрогеологічних вишукувань, земельно-кадастрових робіт, територіального планування, статистичних досліджень та інших спеціальних робіт і обстежень.

В сучасних умовах стрімкого розвитку інформаційно-комунікаційних і цифрових технологій бази топографічних даних стають переважаючим видом кінцевої топографо-геодезичної продукції.

Комплекс стандартів СОУ 742-33739540 0010:2010 «База топографічних даних» розроблено з метою уніфікації структури і складу цифрових моделей місцевості в базах топографічних даних, підвищення якості та інформаційної сумісності топографічних даних, що постачаються різними виробниками.

Комплекс стандартів база топографічних даних створює умови для уніфікації технологій та засобів формування і використання баз топографічних даних в картографічному виробництві та в цифрових системах різного призначення.

Ефективність використання комплексу стандарту визначається:

- підвищенням якості цифрових топографічних даних шляхом створення нормативно-технічного забезпечення, що відповідає сучасному стану геоінформатики та вимогам ринку цифрової продукції;

- забезпеченням можливості обміну цифровими топографічними даними, цифровими та електронними топографічними картами між різними виробниками і користувачами шляхом уніфікації правил кодування та форматів експорту/імпорту даних;

- гармонізацією нормативно-технічного та інформаційного забезпечення виробництва топографічних даних з міжнародними стандартами в сфері географічної інформації.

- ведення достовірної (з погляду повноти опису) і актуальної бази даних про земну поверхню;

- можливість повністю автоматизувати оброблення інформації про земну поверхню при рішенні розрахунково-обчислювальних задач;

- переведення процесів створення традиційних карт та цифрові технології;

- ефективне використання всього об'єму раніше виготовленої цифрової картографічної продукції.

Комплекс стандартів СОУ 742-33739540 0010:2010 «База топографічних даних» поширюється на бази топографічних даних, що містять цифрові моделі місцевості. Стандарт призначений для застосування розташованими на території України установами, організаціями і підприємствами незалежно від форм власності та підпорядкування, які займаються створенням та використанням цифрових топографічних даних, цифрових моделей місцевості, організацією баз і банків топографічних та геодезичних даних.

Стандарт визначає загальні вимоги до бази топографічних даних і допомагає краще зрозуміти призначення, зміст та взаємозв'язки стандартів, що входять в комплекс стандартів база топографічних даних.

Стандарт встановлює загальні вимоги до структури й змісту цифрового подання даних про топографічні об'єкти у базах топографічних даних, загальні вимоги до метаданих, а також до принципів та методів оцінки якості топографічних даних.

Застосування вимог, визначених цим стандартом, не залежить від способів створення цифрових моделей місцевості та технологій наповнення й ведення бази топографічних даних.

Бази топографічних даних стали переважаючим видом кінцевої продукції сучасного топографо-геодезичного і картографічного виробництва та основою створення цифрових систем різного призначення.

Комплекс стандартів «База топографічних даних» розроблено з метою уніфікації структури й складу цифрових моделей місцевості в базах топографічних даних для підвищення якості та інформаційної сумісності топографічних даних, що постачаються різними виробниками.

Векторні моделі об'єктів місцевості складають основу баз топографічних даних. Правила кодування та цифрового опису векторних даних визначають уніфіковану структуру та склад подання просторових характеристик об'єктів та їх атрибутів в базах топографічних даних, які відповідають сучасному стану стандартизації географічної інформації й вимогам ринку цифрової продукції.

Комплекс стандартів СОУ 742-33739540 0012:2010 «База топографічних даних. Правила кодування та цифрового опису векторних даних» встановлює правила кодування й цифрового опису векторних моделей об'єктів місцевості, що підлягають реєстрації в базі топографічних даних та відображенню в змісті цифрових моделей місцевості, у тому числі цифрових топографічних карт масштабів 1:10000 - 1:1000000, що виробляють за ліцензією центрального органу виконавчої влади з питань топографо-геодезичної та картографічної діяльності.

Цей стандарт застосовується при:

- проектуванні й створенні баз топографічних даних;
- розробленні технологій створення й оновлення цифрових моделей місцевості;
- розробленні форматів обміну цифровими топографічними даними;
- формуванні метаданих для наборів цифрових топографічних даних;
- узгодженні між виробниками й користувачами вимог до змісту і якості даних у складі наборів цифрових топографічних даних;
- оцінці й сертифікації створених або модифікованих наборів цифрових топографічних даних;
- розробленні програмних засобів для наповнення й ведення баз топографічних даних та програмних засобів, що використовують бази топографічних даних або набори цифрових топографічних даних в інформаційних системах різного призначення.



Цей стандарт не охоплює стандартизацію систем керування базами топографічних даних, а лише стандартизацію правил кодування й цифрового опису векторних даних у базі топографічних даних.

Застосування правил, визначеного цим стандартом не залежить від способів створення цифрової моделі місцевості та технології наповнення й ведення бази топографічних даних.

Комплекс стандартів СОУ 742-33739540 0013:2010 «База топографічних даних. Правила цифрового опису рельєфу» встановлює правила цифрового опису рельєфу в базі топографічних даних та містить вимоги до:

- видів, структури та складу цифрових моделей рельєфу в базі топографічних даних;

- якості цифрових моделей рельєфу; метаданих про цифрові моделі рельєфу.

Цей стандарт застосовується при:

- проектуванні й створенні баз топографічних даних;

- розробленні технологій створення й оновлення цифрових моделей рельєфу;

- розробленні форматів обміну цифровими моделями рельєфу;

- формуванні метаданих для цифрових моделей рельєфу; узгодженні між виробниками й користувачами вимог до змісту і якості даних цифрових моделей рельєфу;

- оцінці та сертифікації створених або модифікованих наборів топографічних даних, що містять цифрові моделі рельєфу;

- розробленні програмних засобів для наповнення і ведення баз топографічних даних та програмних засобів, що використовують бази топографічних даних або набори цифрових топографічних даних в інформаційних системах різного призначення.

Цей стандарт не охоплює стандартизацію систем керування базами топографічних даних, а лише стандартизацію правил кодування й цифрового опису цифрових моделей рельєфу у базі топографічних даних.

Застосування правил, визначених цим стандартом не залежить від способів створення цифрової моделі рельєфу і технології наповнення й ведення бази топографічних даних.

Таким чином, перехід до стандартів ISO є необхідним для створення геоінформаційних систем міжнародного використання. Кожне поняття системи має конкретні цифрові індикатори, які забезпечують нормальне

функціонування ГІС у комп'ютерній середі. Недотримання встановлених єдиних кодувань певним чином відобразиться на функціонуванні геоінформаційних систем.

Стандарти ISO широко прийняті по всьому світу і дають однакові переваги країнам, які їх прийняли:

- можуть бути взяті як основа для технічного регламенту країни;
- відображають стан справ і слугують рухом для розповсюдження новітніх технологій та інноваційних методів;
- розроблені з використанням процедур котрі забезпечують виключення можливості дублювання та протиставлення одних стандартів іншим;
- використовуються для оцінки відповідності та збільшення довіри до послуг продукції, системам, процесам, персоналу;
- вносять вклад в стійкий розвиток у всьому світі;
- можуть бути перетворені в національні стандарти.

Різні перспективи виникають на національному рівні і за допомогою різнобічних зв'язків і співпраці з державними і недержавними організаціями. Тому значення міжнародних стандартів полягає у тому, що вони визнаються, приймаються та впроваджуються по всьому світу.

### **Питання для самоперевірки**

1. Що таке стандарти?
2. Що таке технічні умови?
3. Що таке технічний регламент?
4. Що таке нормативно-технічна документація?
5. Дати визначення комплексу стандартів.
6. Що таке СОУ?
7. Дати визначення міжнародному стандарту.
8. Що таке національні стандарти?
9. В чому визначається ефективність використання комплексу стандарту?

### **4 ДЖЕРЕЛА ДЛЯ СТВОРЕННЯ КАРТ**

## 4.1 Види джерел

Картографія забезпечує своєю продукцією багато галузей господарства, науки, культури, освіти та інші сфери життя суспільства.

Картографія використовує різноманітні документи, за якими ведеться складання карт. До них відносять:

- астрономо-геодезичні дані;
- загальногеографічні та тематичні карти;
- кадастрові дані, плани та карти;
- дані дистанційного зондування;
- дані безпосередніх натурних спостережень, вимірювань та лабораторних аналізів;
- дані гідрометеорологічних спостережень;
- матеріали екологічного та інших видів моніторингу;
- економіко-статистичні дані, цифрові моделі;
- літературні (текстові) джерела;
- теоретичні та емпіричні закономірності.

Залежно від тематики та призначення створюваної електронної карти одні джерела виступають як *основні*, а інші є *додатковими* та допоміжними. Наприклад, для екологічних карт основними джерелами можуть служити матеріали польових досліджень забрудненості ґрунтів, стану рослинності, аеро- та космічні знімки територій, а додатковими – дані статистичної звітності.

Розрізняють сучасні джерела, що відображають нинішній стан об'єкта, що картографується, і старі, що показують його минулі стани або ранні стадії вивченості, які необхідні при реконструкціях або про показ динаміки явищ.

Крім того, джерела поділяють на *первинні*, отримані в ході прямих вимірювань і спостережень, і *вторинні*, які є результатом обробки та перетворення первинних матеріалів.

## 4.2 Аналіз матеріалів, що використовуються при складанні карт

Коротко розглянемо матеріали, що використовуються при складанні карт:

1. Астрономо-геодезичні дані. До цього виду джерел відносять результати астрономічних спостережень, гравіметричних вимірювань, дані триангуляції, полігонометрії, нівелювання на місцевості. Вони необхідні для створення координатної основи карт. Над ними зводять розпізнавальні знаки – піраміди або сигнали, зміцнюють металеві або бетонні стовпи. Для створення геодезичних мереж використовують системи супутникового позиціонування.

Астрономо-геодезичні дані необхідні для прив'язки всіх топографічних та тематичних зйомок, а пункти геодезичної мережі – один з головних елементів математичної бази карт.

Астрономо-геодезична мережа 1-го та 2-го класів на території СРСР була побудована до початку 1980-х на основі традиційних методів геодезії: триангуляції, трилатерації, полігонометрії, методів геодезичної астрономії із залученням даних гравіметрії. Геодезична основа України на початку 1990-х була реалізована у вигляді частини державної геодезичної мережі, раніше створеної на території колишнього СРСР, і включала біля 6000 пунктів 1-го та 2-го класів точності, понад 100 базисів та біля 250 астрономічних пунктів. Пункти Лапласа були визначені у всіх вершинах полігонів, утворених ланками триангуляції 1-го класу, а також у середині кожної ланки 1-го класу. У мережах 2-го класу пункти Лапласа визначались на кінцях базисних сторін, і кількість їх у полігонах, утворених ланками 1-го класу, складає від 1 до 5. На території України на лист карти масштабом 1 : 1 000 000 припадає в середньому до 50 астрономічних пунктів (від 35 до 70). У місцях перетину ланок триангуляції 1-го класу виміряні базисні сторони або розташовані базисні мережі, побудовані для визначення довжини вихідної сторони, що замінює базисну сторону. Базисні сторони в мережах триангуляції 2-го класу розміщені не рідше, як через 25 трикутників. На один лист карти масштабом 1:1 000 000 в астрономо-геодезичній мережі припадає від 20 до 30 базисів (базисних сторін 1-го і 2-го класів). Точність визначення взаємного положення сусідніх пунктів мережі становить близько 10 см.

2. Картографічні джерела. Загальногеографічні карти використовують як джерела при складанні будь-яких тематичних карт. Загальногеографічні карти – це надійні і достовірні джерела. Вони

створюються за державними інструкціями, у стандартній системі умовних знаків з високою точністю.

Уся територія України покрита топографічними картами масштабів 1:25000 та дрібніше. На окремі території є карти більших масштабів.

Загальногеографічні карти відіграють роль каркаса для нанесення і подальшої ув'язки тематичного змісту карти, що складається, а також для взаємного узгодження карток різної тематики.

Для складання тематичних карт використовують:

- результати польових тематичних зйомок (великомасштабні плани, схеми, абрис, маршрутні та стаціонарні зйомки тощо);
- власне тематичні карти різного масштабу та призначення;
- спеціальні матеріали (схеми землекористувань, зони забруднень поверхні, схеми джерел викидів, ареали гніздування птахів, місцеперебування тварин та ін).

Для отримання синтетичних карт районування та оцінки стану території, у тому числі екологічного, як джерела використовують серії карт різної тематики.

3. Кадастрові карти та плани. Вони з документальною точністю відбивають розміщення, якісні та кількісні характеристики явищ та природних ресурсів, що дають їх економічну чи соціально-економічну оцінку, містять рекомендації щодо раціонального використання та охорони природних ресурсів. Це карти земельного кадастру, міського, корисних копалин, лісового, водного, промислового та ін.

4. Дані дистанційного зондування. Отримують внаслідок неконтактної зйомки з літальних повітряних та космічних апаратів, суден та підводних човнів, наземних станцій.

Головні якості дистанційних зображень – це їх висока детальність, одночасне охоплення великих просторів, можливість вивчення важкодоступних територій. Їх використовують для складання та оперативного оновлення топографічних та тематичних карт маловивчених та важкодоступних районів (наприклад, високогір'я).

Фотографічні знімки – це результат покадрової реєстрації власного або відбитого випромінювання земних об'єктів на світлочутливу плівку. Знімки з пташиного польоту отримують з літаків, вертольотів, повітряних куль.

Космічні знімки отримують з супутників та космічних кораблів.

Підводні знімки отримують з підводних суден та барокамер (батисфер, батискафів).

Наземні знімки отримують за допомогою фототеодолітів.

Крім одиночних планових знімків як джерела використовують стереопари, монтажі, фотосхеми та фотоплани, панорамні знімки та фотопанорами, фронтальні (вертикальні) фотографії та ін.

Телевізійні фотографії. Телевізійні знімки та телепанорами отримують як і фотознімки, але шляхом реєстрації зображення на екранах телекамер (відіконів). Телевізійна зйомка зручна для оперативного картографування та стеження (моніторингу) за земними об'єктами та процесами. Однак за своїм рішенням і величиною геометричних спотворень телевізійні зображення уступають фотознімкам.

Сканерні знімки, смуги, «сцени», одержувані шляхом поелементної та малої реєстрації випромінювання об'єктів земної поверхні. Сканування означає кероване переміщення променя або пучка (світлового, лазерного та ін.) з метою послідовного огляду (огляду) будь-якої ділянки. Під час зйомки скануючий пристрій (дзеркало або призма, що гойдається) послідовно зчитує зображення. В результаті виходять знімки зі смугастою або малою структурою, причому рядки складаються з невеликих елементів пікселів. Кожен із них відбиває усереднену яскравість невеликої ділянки місцевості, отже деталі всередині пікселя невиразні.

Радіолокаційні знімки отримують з літаків та супутників, а гідролокаційні знімки – при підводній зйомці дна озер, морів та океанів. Радіолокатори бічного огляду, встановлені на різних рухомих носіях, ведуть зйомку по бортах перпендикулярно до руху носія. Завдяки боковому огляду на знімках проявляється рельєф місцевості, зчитуються деталі його розчленування, характер шорсткості.

Багатозональна зйомка. Суть її в тому, що одна і та ж територія (або акваторія) одночасно фотографується або сканується в декількох порівняльно вузьких зонах спектру. Комбінуючи зональні знімки, можна отримувати композитні зображення, на яких найкращим чином виявлені ті чи інші об'єкти. Так, підбираючи різні поєднання, можна досягти найкращого зображення водних об'єктів, різних порід лісу та його стану, екологічних особливостей територій тощо.

5. Натурні спостереження, вимірювання та лабораторні аналізи. Служать виявлення теоретичних закономірностей, інтерпретації непрямих спостережень, дешифрування аеро- і космічних знімків. Дані натурних

спостережень – це результати вимірювань, які заносять до журналів та таблиці; описи, що фіксуються у щоденниках та звітах; фотографії, схеми, профілі, розрізи; значення спостережуваних фізичних параметрів, зокрема пара метрів навколишнього середовища.

Дані безпосередніх спостережень поділяють:

- на точкові, виконані в окремих пунктах, у повітрі, у ґрунті, на свердловинах, в оголеннях тощо;

- маршрутні – вздовж у вибраному напрямку (за профілем, наприклад

  - ґрунті, по дорозі, річці та ін.)

- площа-стаціонарні спостереження, наприклад на полігонах, біостанціях, пунктах екологічного моніторингу тощо.

Стаціонари для спостережень розташовують у характерних місцях і існують десятки років, оскільки довгі ряди спостережень необхідні для картографування динаміки явищ і процесів. Крім того, проводять ключові дослідження, які детально виконують на невеликих ділянках (полігонах). Вони необхідні в тих випадках, коли картографована територія велика і немає можливості охопити її цілком. При цьому виявлені на полігонах закономірності розповсюджують на сусідні території.

З розвитком дистанційного зондування, ключові дослідження стали застосовувати для інтерпретації аерокосмічних матеріалів, проводячи підсупутникові спостереження наскільки можна синхронно з космічною зйомкою для точної прив'язки та інтерпретації космічної інформації.

6. Гідрометеорологічні спостереження. Для багатьох видів картографування, у тому числі при складанні екологічних карт, використовують результати спостережень, що проводяться на метеорологічних, гідрологічних та океанологічних станціях та постах. До них відносять результати:

- регулярних вимірів атмосферних процесів;
- визначення окремих метеорологічних елементів (температури, тиску, опадів, сонячного сяйва, вітру, хмарності тощо);

- вимірювання гідрологічного режиму річок, озер, водосховищ;

- визначення фізико-хімічних характеристик вод поверхневих водойм та ін.

При цьому розраховують середні денні, місячні, сезонні та річні значення метеоданих та інші похідні показники. Спостереження ведуться в пунктах гідрометеорологічної мережі, розподілених по земній кулі, з суден

та з буїв. По вибірковим станціям випускаються щомісячні збірники з відомостями про температуру, вологість та швидкість вітру у вільній атмосфері.

Координацію робіт зі збирання, обробки та накопичення гідрометеорологічних та океанологічних даних виконують Всесвітня служба погоди та Об'єднана глобальна система океанічних станцій (ОДСОС).

7. Економіко-статистичні дані, цифрові моделі. При створенні карт та атласів соціально-економічної тематики основними джерелами служать масові дані або відомості про стан та динаміку використання виробничих ресурсів, розвиток промисловості та сільського господарства, транспорту, енергетики, фінансів, населення, освіти, культури, захворюваності, забрудненості території тощо. До них відносять матеріали державної статистики та дані, що публікуються міжнародними організаціями (ООН).

Державну статистику ведуть центральні та місцеві (регіональні, районні, муніципальні) органи за єдиною методикою із затвердженими програмами та термінами.

Для складання демографічних карт служать матеріали переписів населення. Переписи проводять по всій території за єдиною програмою та методикою.

Економіко-статистичні дані використовують як для нанесення на карти, так і для розрахунку похідних показників, зведених характеристик та синтезованих оцінок, включаючи цифрові моделі у вигляді діаграм, графіків і т.п.

8. Текстові джерела. До текстових, або літературно-географічних, джерел відносяться різного роду географічні (геологічні, історичні та ін.) описи, отримані в ході безпосередніх спостережень або в процесі теоретичних досліджень. Вони зазвичай не формалізовані і не мають точної координатної прив'язки, але зате мають образність і оглядовість, які необхідні для формування уявлення про картографічний об'єкт.

Звіти експедицій, монографічні праці, статті містять фактичний матеріал та теоретичні положення, необхідні для тлумачення багатьох інших джерел, що залучаються при картографуванні. Крім того, вони корисні для оцінки якості, географічної достовірності та сучасності джерел, використовуються для картографування.

Літературні відомості використовують для картографічної екстраполяції.



9. Теоретичні та емпіричні закономірності розвитку та розміщення явищ та процесів. Вони дозволяють контролювати наявну інформацію та поширювати картографування на маловивченій території. Наприклад, за допомогою математичних залежностей, що описують закономірності зміни вмісту домішок у міській атмосфері, будують ізолінії (або поля) концентрацій забруднювачів у районах віддалених від характерних джерел забруднення повітря (автодоріг, промислових підприємств) де не проводяться фактичні спостереження.

### **Питання до самоперевірки**

1. Перерахуйте основні джерела для побудови цифрових карток.
2. Охарактеризуйте астрономо-геодезичні дані, що використовуються в цифровій картографії.
3. Охарактеризуйте загальногеографічні карти як джерела при складанні будь-яких тематичних карт.
4. Охарактеризуйте кадастрові карти та плани.
5. Охарактеризуйте дистанційне зондування як одну з основних джерел побудови цифрових карток.
6. Поясніть, як натурні спостереження, вимірювання та лабораторні аналізи використовують у картографуванні.
7. Поясніть, як гідрометеорологічні спостереження використовують для картографування.
8. Охарактеризуйте економіко-статистичні дані, цифрові моделі, які використовуються при створенні карт та атласів.
9. Охарактеризуйте текстові чи літературно-географічні джерела щодо будови карт.
10. Поясніть, як теоретичні та емпіричні закономірності розвитку явищ і процесів використовують при складанні карт.

## 5 ФОРМУВАННЯ БАЗ ДАНИХ ТЕМАТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ НИМИ

### 5.1 Поняття бази даних

Вся цифрова інформація в інформаційних системах надходить до бази даних.

Вперше поняття "база даних" з'явилося на початку 60-х років. Дані в той час зазвичай представлялися у вигляді простих послідовних файлів на магнітній стрічці та залежали від програм обробки. Якщо змінювалися організація даних або тип пам'яті, або програми, то програмісту доводилося заново переписувати програму обробки даних. З появою бази даних (БД) ці проблеми та низку інших були в основному зняті.

*БД* – це сукупність взаємозалежних даних, що зберігаються разом при такій мінімальній надмірності, яка допускає їх використання для одного або кількох додатків.

Дані запам'ятовуються так, щоб вони були незалежними від програм, які використовують ці дані; для додавання нових або модифікації існуючих даних, а також для пошуку даних у БД застосовується загальний керуючий спосіб.

Дані структуруються так, щоб була забезпечена можливість подальшого нарощування додатків.

*Картографічна база даних (КБД)* – це сукупність взаємопов'язаних картографічних даних з будь-якої теми, представлених у цифровій формі, наприклад, бази даних про рельєф, гідрографію, дороги. Основною складовою КБД є цифрові карти.

КБД бувають двох типів: графічні та тематичні. У графічних базах даних зберігається топографічна база. У тематичних базах даних міститься інформація, що становить тематичне навантаження карти (різні описи територій, дані звітів та досліджень та ін.).

## 5.2 Системи управління базами даних (СУБД). Реляційні СУБД – таблиці даних

Формування баз даних, доступ та роботу з ними забезпечує система управління базами даних (СУБД), яка дозволяє швидко знаходити необхідну інформацію та проводити її подальшу обробку. Якщо бази даних розміщені на кількох комп'ютерах (наприклад, у різних кабінетах, установах або навіть у різних містах), їх називають розподіленими базами даних.

Сукупність КБД за однією або декількома тематичними областями, а також системи управління базами даних (СУБД) і пакет прикладних програм утворюють *картографічний банк даних*. Розподілені бази та банки даних з'єднують комп'ютерними мережами та доступ до них (запити, пошук, читання, оновлення) здійснюється під єдиним управлінням.

СУБД призначені для маніпулювання текстовими, графічними та числовими даними за допомогою ресурсів ЕОМ. Вони виконують функції формування наборів даних (файлів), пошуку, сортування та коригування даних.

Основні принципи побудови СУБД засновані на тому, що для роботи з текстовими, числовими та графічними даними досить реалізувати обмежене число часто використовуваних функцій і визначити їх послідовність виконання.

Розрізняють три типи моделей даних, що використовуються в СУБД: ієрархічні, мережеві та реляційні (або табличні). З'являються також СУБД, що використовують гібридні моделі даних, наприклад «Susplanet» – для отримання графічних баз даних (фотознімків із космосу).

Ієрархічні моделі складаються із записів, що утворюють деревоподібну структуру – кожна з них пов'язана з одним записом, що знаходиться на вищому рівні ієрархії. Доступ до будь-якого із записів здійснюється шляхом проходження по строго певному ланцюжку вузлів дерева з подальшим переглядом відповідних цим вузлам записів.

Ця система ефективна для досить простих завдань, але вона не може забезпечити швидкодію, необхідну для роботи в умовах одночасного модифікування файлів декількома прикладними системами.

Записи, що входять до складу мережевої структури, містять у собі покажчики, що визначають місце розташування інших записів, пов'язаних

з ними. Така модель дозволила прискорити доступ до даних, але зміна структури бази, як і раніше, вимагала значних зусиль та часу.

СУБД реляційного типу звільняють користувача від усіх обмежень, пов'язаних з організацією зберігання даних та специфікою апаратури.

Зміна фізичної структури бази даних впливає на працездатність прикладних програм, які працюють із нею. Сучасні реляційні СУБД автоматично виконують такі системні функції, як відновлення після збою та одночасний доступ кількох користувачів до даних, що розділяються. Такий підхід позбавляє користувача необхідності знати формати зберігання даних, методи доступу та методи управління пам'яттю.

Переваги реляційних моделей даних полягають у наступному:

- у розпорядження користувача надається проста структура даних - вони розглядаються як таблиці;
- користувач може не знати, яким чином його дані структуровані в базі - це забезпечує незалежність даних;
- можливе використання простих непроцедурних мов запитів.

У той же час у реляційній моделі даних не існує способів організації швидкого доступу користувача до даних. Ця проблема вирішується шляхом застосування до СУБД допоміжних описів шляхів доступу, тобто організації індексації (як у Excel). При цьому іноді доводиться переглядати всю базу даних для пошуку необхідних, що можливе за наявності потужних ЕОМ.

Реляційні БД дозволяють:

- заносити в базу нові дані;
- створювати та знищувати таблиці, додавати рядки та стовпці до раніше зі зданих таблиць;
- створювати та знищувати індекси;
- визначати та скасовувати подання даних, що зберігаються;
- змінювати привілеї різних користувачів.

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

У реляційних СУБД файл БД складається із записів, а запис – із сукупності полів.

*Записом* називається комп'ютерний аналог інформації, що міститься, наприклад, на бібліотечній картці чи бланку. Зокрема, запис, що імітує

бланк обліку книг, може містити шифр книги, ім'я її автора, назва, рік видання тощо. Сукупність записів є простою базою даних.

*Поле* називається графа такої карти чи бланка, у яку записується одиниця інформації. Поле має ім'я та зміст. Наприклад, у рядку: "Назва книги - Геоінформаційні технології в науках про Землю", "Назва книги" - буде ім'ям поля, а "Геоінформаційні технології в науках про Землю" – його змістом. У комп'ютері такі записи запам'ятовуються у вигляді таблиць, де запис представляє собою рядок, а поле - стовпець. Кожен запис у таблиці пронумеровано і на папері являє собою окрему карту.

До СУБД реляційного типу відносяться добре відомі системи: dBASE, Clipper, Foxbase, RBASE, Paradox і т.д.

На робочих станціях використовують СУБД типу ORACLE, Informix, SyBase, Ingress, DB2 та ін., які дозволяють керувати набагато більшою інформацією, мають розвинені засоби захисту інформації від руйнування при збоях та насанкціонованого доступу, добре пристосовані для роботи в мережі тощо. Багато з названих СУБД працюють і на ПК, і це полегшує можливість створення багато платформних систем.

### **5.3 Компоненти СУБД. Командна мова**

До складу більшості СУБД входить три основні компоненти:

- командна мова;
- інтерпретуюча система або компілятор для обробки команд;
- інтерфейс користувача.

Командна мова служить для виконання необхідних операцій над даними.

Вона дозволяє маніпулювати даними, створювати прикладні програми, оформляти на екрані і друкувати форми введення та виведення інформації, має обчислювальні функції (як Excel) і т.п. Крім того, вона забезпечує високу продуктивність праці програміста. Для роботи з таблицями йому надаються прості оператори типу "створити", "додати", "модифікувати", "знищити", "вставити".

У СУБД операції можна виконувати по одній, послідовно вводячи їх з клавіатури або груп (макро) в автоматичному режимі. Операції мови СМУБД зазвичай мають форму, близьку до природної мови, і записуються в тексті.

*Примітка.* Існуючі оболонки цифрового картографування (наприклад, Mapinfo або ГІС Arcgis) об'єднують бази даних із засобами аналізу.

## **5.4 Компілятори та інтерпретатори**

Для перетворення текстової команди на код, зрозумілий машині, використовуються перетворюючі програми двох типів – інтерпретатори та компілятори.

У першому випадку використовується інтерпретуюча система, яка по черзі перетворює команди на здійснений код перед їх безпосереднім виконанням (як у Basic).

У другому випадку спочатку вся програма перетворюється (компілюється) на серію машинних команд і лише після цього виконується (як у Pascal).

Інтерпретатор займає мало місця у пам'яті, що актуально при невеликих обсягах оперативної пам'яті, проте працює відносно повільно.

СУБД з інтерпретаторами призначені для користувачів, які мають початкові знання програмування. Системи з інтерпретаторами взаємодіють з користувачем у режимі, керованому за допомогою меню, та в режимі введення команд з клавіатури.

Компілятор працює набагато швидше, але програма займає багато місця в машинній пам'яті СУБД з компіляторами переважно орієнтовані на програмістів, створюють складні прикладні системи, так як припускають вищий рівень кваліфікації користувача.

## **5.5 Основні завдання, що реалізуються СУБД у цифровій картографії**

СУБД карти реалізує такі основні завдання:

- 1) створення та ведення бази даних електронної карти;
- 2) робота з картографічним зображенням, яка передбачає:
  - відображення, масштабування, переміщення картографічного зображення у довільному напрямку;
  - управління динамічним вікном, рівнями навантаження візуалізується з зображення;

- отримання довідок про об'єкти місцевості;
- редагування зображення;
- ведення класифікатора та бібліотеки умовних знаків;
- формування, зберігання, нанесення на електронних картах користувальницьких шарів та їх редагування;
- ведення класифікаторів до бібліотеки умовних знаків (наприклад, бібліотеки спеціальних умовних знаків);
- виведення картографічного зображення та додаткової інформації.

3) зв'язок зі стандартними базами даних;

4) забезпечення інтерфейсу користувача для вирішення прикладних інформаційних і розрахункових задач (розрахунок матриці висот рельєфу, побудова профілів місцевості, зон видимості, визначення координат і висот у точці, відстаней і тр.

Технологія створення електронної карти та СУБД для користувача реалізується єдиними програмними модулями, які дозволяють уніфікувати програмне та інформаційне забезпечення в цілому.

Для цілей цифрової картографії та ГІС користуються готовими системами (PARADOX, dBASE), власними вбудованими СУБД, змішаними внутрішніми СУБД та СУБД, призначеними для великих обсягів даних (зазвичай ORACLE, Informix, SyBase, Ingress, DB2).

### **Питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення бази даних (БД).
2. Охарактеризуйте типи моделей даних, які у СУБД.
3. Проаналізуйте особливості реляційних СУБД.
4. Дайте визначення запису та поля в СУБД.
5. Охарактеризуйте основні компоненти СУБД.
6. Викладіть властивості та характеристики командної мови СУБД.
7. Охарактеризуйте особливості інтерпретатора та компілятора.
8. Перерахуйте основні завдання, що реалізуються СУБД у цифровій картографії.

## 6 ТЕХНОЛОГІЯ ЦИФРОВОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

### 6.1 Призначення цифрових карт місцевості і вимоги до них

*Цифрова карта місцевості (ЦКМ)* — цифрова модель місцевості, записана на магнітний носій у встановленій структурі і кодах стосовно до визначеної математичної основи, проекції і розграфленню, прийнятих для карт, і що відповідає встановленим для конкретного використання вимогам за точністю і змістом.

Цифрові карти місцевості призначені для автоматизованого вивчення й оцінки місцевості, виконання розрахунків при плануванні і проектуванні інженерних споруджень і рішення інших спеціальних задач в автоматизованих системах.

Цифрові карти місцевості повинні задовольняти наступним вимогам:

- створюватися з розподілом інформації на номенклатурні аркуші, що покривають місцевість у рамках аркушів топографічної карти масштабу 1:25000;
- створюватися в системі координат 1942 р., у рівнокутній поперечно-циліндричній проекції Гаусса;
- забезпечувати можливість машинного визначення даних про місце розташування об'єктів і їхніх характеристик;
- включати цифрові значення кількісних, якісних характеристик і кодів об'єктів у Єдиній системі класифікації і кодування картографічної інформації;
- мати класифікацію об'єктів і елементів місцевості, що відповідають класифікації, прийнятої для українських топографічних карт масштабів 1:25000 і 1:50000;
- мати сумарну середню квадратичну помилку взаємного планового положення твердих контурів у межах номенклатурного аркуша ЦКМ не більш 50 м;
- сумарну середню квадратичну помилку положення горизонталей по висоті не більш:
  - 5 м - для менш пересічних районів;



10 м - для середньо пересічних районів;

20 м - для більш пересічних районів;

- додавати до масивів даних відповідних елементів змісту топографічної карти службово-довідкову інформацію (основні характеристики цифрової карти місцевості, наприклад: номенклатуру, грифа таємності, теоретичні розміри рамки аркуша топографічної карти, характеристики помилок цифрової інформації в плані і за висотою тощо);

- мати структуру уявлення інформації ЦКМ, що забезпечує можливість внесення змін і доповнень без перекручування наявних даних і погіршення їх точних характеристик.

## **6.2 Методи створення електронних карт**

Процес створення цифрових карт включає наступні основні етапи:

1) автоматизоване перетворення початкової картографічної інформації на цифрову форму;

2) символізація цифрової картографічної інформації та автоматизоване складання електронних карт;

3) розробка системи управління базами даних (СУБД), призначеної для роботи з електронними картками.

На першому етапі вирішується завдання отримання на основі наявних початкових картографічних матеріалів (аерокосмічних знімків, розчленованих оригіналів та кольорових відображень карт) векторної цифрової моделі як основи електронної карти.

Це завдання вирішується такими методами:

1) методом цифрування вихідних картографічних матеріалів на планшеті шляхом відстеження контурів об'єктів, підготовки та введення семантики, структуризації цифрової інформації;

2) методом сканування початкових картографічних матеріалів з подальшою автоматичною або інтерактивною векторизацією та розпізнаванням растрового зображення, введення необхідної семантики та структуризації цифрової інформації.

На другому етапі виконується:

- символізація векторної моделі;

- складання цифрової карти за рівнями навантаження;

- контроль та редагування символізованих цифрових карт;

- отримання архівної графічної символізованої копії електронної карти.

Символізація полягає в присвоєнні кожному об'єкту коду (К) відповідного умовного знаку з бібліотеки умовних знаків за класифікаційним кодом, характеристик об'єктів та їх значень. Цей процес виконується автоматично залежно від масштабу та виду електронних карт. При цьому створюється уніфікована бібліотека умовних знаків та шрифтів. Кожен умовний знак має свій цифровий опис - векторний або растровий.

Рівень навантаження цифрової карти визначають наступним чином. Вихідне зображення, наприклад, для електронної карти масштабу 1:50000 береться як базове. Далі кожному об'єкту залежно від його значущості присвоюється один із рівнів навантаження (1, 2, 3, 4). Складання електронної карти за рівнями навантаження реалізується на екрані дисплея в інтерактивному режимі у вікнах, починаючи від найменшого вікна, в межах якого читаються всі об'єкти, з подальшим збільшенням розмірів вікон.

У процесі складання електронних карт за рівнями навантаження здійснюється програмний та візуальний контроль та редагування інформації, яка, в основному, зводиться до розміщення підписів об'єктів.

Процес створення електронних карт завершується отриманням символізованої графічної копії послідовно для кожного рівня навантаження, починаючи з першого (з найбільш значущими об'єктами).

Інформаційне забезпечення технології створення електронних карт включає:

- систему класифікації та кодування картографічної інформації;
- правила цифрового опису картографічної інформації;
- систему (бібліотеки) умовних знаків електронних карт;
- формат електронних карт.

До основних методів, які використовуються в програмному забезпеченні при створення електронних карт, відносяться:

- методи автоматичного розпізнавання образів (растрових зображень, які одержують при скануванні);
- методи картографічної генералізації з використанням теорії графів та логіко-процедурний підхід;
- методи мультимедійного програмного забезпечення;
- методи експертних систем;
- методи встановлення просторово-логічних зв'язків.

Всі основні якості та переваги електронних карт виявляються при їх використанні. Тому разом із електронними картками споживачеві можуть надаватися системи управління базами даних (СУБД) електронної картки.

### **6.3 Загальна технологічна схема створення цифрових карт місцевості**

Класичне подання карти у вигляді сукупності об'єктів неминуче веде до порушення топологічної цілісності моделі території, що відображається картографічними матеріалами.

Змінити ситуацію можна за допомогою «відщеплення» від об'єктної моделі карти інформації про межі об'єктів в окремий шар – шар топології. Редагування картки в цьому випадку зводиться до редагування шару топології.

Інший важливий аспект створення сучасних цифрових карт пов'язаний із зберіганням атрибутивної інформації, яка потрібна частіше, ніж просторова. Наприклад, для створення різних форм, звітів, зведених відомостей, що будуються на основі атрибутивної інформації).

Фактично всі управлінські завдання так чи інакше спираються на СУБД, яка заснована на комп'ютеризованій технології збору, зберігання та переробки інформації або даних). Тому атрибутивна інформація зосереджена, як правило, у базі даних (БД). А зв'язок з інформацією, тобто з картою, реалізується у вигляді призначення міри чи індексу кожному з об'єктів карти.

Загальна технологічна схема створення цифрових карт місцевості за картографічними матеріалами. Технологія створення ЦКМ включає три основні етапи:

- підготовку вихідних картографічних матеріалів до цифрування;
- перетворення картографічної інформації в цифрову форму;
- обробку цифрової картографічної інформації і формування номенклатурного аркуша ЦКМ.

Підготовка вихідних картографічних матеріалів до цифрування полягає у виготовленні спеціальних графічних і текстово-табличних документів, що регламентують роботу операторів під час цифрування метричної і семантичної інформації.

На етапі перетворення картографічної інформації в цифрову форму виконуються:

- зчитування метричної інформації і перетворення її в цифрову форму;
- створення масивів семантичної інформації і їхній контроль;
- одержання контрольних графічних копій, що є графічним відображенням цифрової інформації про точкові, лінійні і майданні об'єкти місцевості, що включаються до складу ЦКМ, і служать для контролю повноти і точності цифрування метричної інформації і правильності вибору напрямку відстеження лінійних і майданних об'єктів;
- виправлення помилкової цифрової картографічної інформації.

Контрольна графічна копія може бути отримана безпосередньо в ході цифрування або по його закінченню.

На етапі обробки цифрової картографічної інформації і формування номенклатурного аркуша ЦКМ виконуються:

- злиття метричної і семантичної цифрової інформації;
- згладжування і стиск метричної цифрової інформації;
- облік деформації вихідних картографічних матеріалів і трансформування інформації в Систему координат 1942 р.;
- автоматичне зведення сусідніх номенклатурних аркушів (ділянок) ЦКМ;
- автоматична нарізка цифрової картографічної інформації, зчитаної з тиражних відбитків іноземного видання, і її зшивка;
- перетворення інформації в структуру збереження;
- розрахунок статистичних характеристик;
- нарізка цифрової інформації в межах рамки аркуша карти масштабу 1:25000 при використанні в якості вихідних картографічних матеріалів топографічних карт масштабів 1:50000 і 1:100000.

На даному технологічному етапі здійснюються програмний контроль замикання і виходу об'єктів на рамку аркуша карти, взаємної відповідності метрики і семантики, правильності структур уявлення інформації про даний клас об'єктів, а також виправлення виявлених помилок. Крім того, формується масив для одержання архівної графічної копії і складається висновок архівної семантичної копії.

Архівна графічна копія є засобом контролю якості обробки цифрової картографічної інформації і повноти її рекомендування в ЦКМ.

Архівна семантична копія є засобом візуального контролю якості вихідної семантичної інформації.

Поряд з цим у технології реалізовані програмні методи логічного контролю цифрової картографічної інформації, а також перевірки інформації про рельєф.

#### **6.4 Редагування цифрових карт місцевості**

*Редагування ЦКМ* — це система керівництва процесами по створенню цифрових карт місцевості, заснована на вимогах, пропонованих до них, і технології їхнього виготовлення.

Метою редагування створюваних цифрових карт місцевості є забезпечення їхньої високої якості для того, щоб ЦКМ найбільше повно відповідали своєму призначенню і пропонованим до них вимогам при мінімальних витратах часу, сил і засобів на їхнє виготовлення.

Редагування здійснюється на всіх етапах створення ЦКМ і включає:

- редакційно-підготовчі роботи;
- редагування в процесі підготовки вихідних картографічних матеріалів до цифрування, перетворення картографічної інформації в цифрову форму, обробки цифрової картографічної інформації і формування номенклатурного аркуша ЦКМ;
- перевірку і приймання закінчених видів робіт і готової продукції.

Редагування повинне забезпечувати високу якість ЦКМ.

При підготовці до цифрування з використанням графічного методу розподілу вихідної карти на номенклатурні аркуші ЦКМ рамки аркушів карти масштабу 1:25000 кресляться безпосередньо на вихідному картографічному матеріалі. Якщо зробити це не є можливим, рамки наносяться на оригінал службової інформації тушшю червоного кольору. Над рамкою аркуша вказуються код номенклатури, номер сегмента і номер оригіналу службової інформації. На нескладні за змістом аркуші карти на одній основі допускається підготовка декількох сегментів, які виділяються різним кольором. У оформленні в цьому випадку вказуються елементи змісту.

Нумерація об'єктів кожного сегмента повинна починатися з 1. Всі об'єкти, відображувані на цифрових картах місцевості, поділяються за характером локалізації на три групи: точкові, лінійні і полігональні.

До точкових належать об'єкти, що мають розміри 50X50 м і менше. Положенню точкового об'єкта на місцевості відповідає головна точка позамасштабного умовного знаку, що зображує його на карті.

До лінійних об'єктів належать лінійно-протяжні об'єкти, що мають ширину 50 м і менше, а також ізолінії. Положенню лінійного об'єкта на місцевості відповідає осьова лінія умовного знаку.

До полігональних об'єктів належать об'єкти, що мають розміри більше 50X50 м.

Цифрування полігональних об'єктів відбувається за їх контурами. Якщо зображення полігонального об'єкта перетинається рамкою аркуша карти, то за його межу приймається відрізок рамки на цій ділянці. Полігональні об'єкти, зображені на топографічній карті без контуру, цифруються за лінією, що наноситься на оригінал службової інформації синім кольором по зовнішньому контурі малюнка умовних знаків цих об'єктів. На оригінал службової інформації також переносяться об'єкти, що належать до підготовлюваного сегмента, але зображені на інших оригіналах.

Точкові об'єкти виділяються на оригіналах службової інформації колами синього кольору діаметром 2-3 мм із розривом у місці підпису висоти. Виділені точкові об'єкти нумеруються, починаючи з північно-західного кута аркуша карти, зліва праворуч і зверху вниз уздовж ліній кілометрової сітки. Номера об'єктів підписуються чорним кольором.

Об'єкт вихідної карти, що складається з ділянок з різними характеристиками, при підготовці до цифрування розділяється на об'єкти цифрової карти місцевості так, щоб у межах кожного з них характеристики були постійними. Як розмежування між такими об'єктами приймається середина відрізка, укладеного між підписами, що містять різні характеристики.

Підготовка до цифрування лінійних і полігональних об'єктів відбувається наступним чином:

- визначається напрямок цифрування підготовлюваного об'єкта, наноситься і нумерується точка початку цифрування (для полігональних і замкнутих лінійних об'єктів точка початку цифрування є одночасно точкою закінчення цифрування);

- у місцях, де напрямок цифрування не може бути однозначно встановлено оператором (наприклад, на замкнутому об'єкті), поруч із

початковою точкою на оригінал службової інформації наноситься стрілка, що вказує цей напрямок;

- візуально простежується об'єкт (контур полігонального об'єкта) на вихідному картографічному матеріалі, і в місцях розривів і складних перетинань ліній зображення об'єкта піднімається на оригіналі службової інформації блакитним кольором;

- визначається і наноситься точка кінця цифрування об'єкта. Основною вимогою до вибору послідовності нумерації об'єктів є забезпечення мінімальних витрат часу оператором на пошук наступних для цифрування об'єкта.

Вибір напрямку цифрування лінійних і полігональних об'єктів визначається наступними правилами:

- при зчитуванні контуру полігонального об'єкта сам об'єкт повинен знаходитися ліворуч;

- початкові точки цифрування полігональних і лінійних об'єктів, що виходять на рамку аркуша карти, вибираються на рамці таким чином, щоб цифрування здійснювалося від рамки;

- при зчитуванні лінійних об'єктів рельєфу (горизонталей, обривів, кар'єрів і т. п.) праворуч висота земної поверхні повинна бути менше їхньої висоти;

- при зчитуванні берегової лінії водна поверхня повинна знаходитися праворуч.

## **6.5 Рельєф суші на цифровій карті**

Для пристрою ручного введення графічної інформації в залежності від складності рельєфу, наявності форм рельєфу, що не виражаються горизонталями, виготовляється один або два оригінали службової інформації. Перший оригінал служить для підготовки до цифрування горизонталей, а другий - форм рельєфу, що не виражаються горизонталями.

Початкова точка цифрування першої горизонталі вибирається на південній стороні рамки, у її південно-західного кута.

Обходячи рамку аркуша карти проти годинникової стрілки і з огляду на напрямок цифрування, підготовляють до цифрування всі розімкнуті горизонталі. Порядкові номери горизонталей ставлять біля їхніх

початкових точок за внутрішньою рамкою. Потім, продовжуючи нумерацію, готують не вихідні на рамку розімкнуті і замкнуті горизонталі. Номери замкнутих горизонталей можуть виділятися кольором.

При наявності форм рельєфу, що не виражаються горизонталями (ярів, обривів, скель тощо), на оригіналі службової інформації через їхні умовні знаки з урахуванням характеру схилів і їхньої крутості обов'язково проводяться нижня і верхня горизонталі (наприклад, верхня по краю обриву, а нижня – паралельно їй на відстані 0,2 мм). Потім по можливості – основні стовщені й інші. Одноименні горизонталі виділяються кольором.

Так само готуються до цифрування й горизонталі, що зливаються, які відображають круті схили довжиною менш 1 см.

При підготовці до цифрування горизонталей, що виходять на край зображення кар'єру, усередині його горизонталі не проводяться, а точка початку (кінця) цифрування наноситься на перетинанні горизонталей із зовнішнім контуром кар'єру аналогічно підготовці обривів.

Через ріки, зображені на вихідному картографічному матеріалі в двох ліній, у місцях примикання до них горизонталей останні проводяться на оригіналі службової інформації під прямим кутом до берегової лінії.

При підготовці до цифрування високогірного рельєфу з наявністю великих площ фірнових полів (вічних снігів) використовується оригінал гідрографії. Горизонталі рельєфу суші узгоджуються з однойменними горизонталями рельєфу вічних снігів і льодовиків.

У місцях зображення крутих схилів (з малими закладеннями між горизонталями) застосовується розрядка горизонталей. При виготовленні оригіналу службової інформації сегмента як горизонталі, готуються до цифрування також берегові лінії океанів, морів, озер і водоймищ. Для цього, після підготовки до цифрування всіх горизонталей, оригінал гідрографії сполучається з оригіналом службової інформації сегмента, на якому у відповідних берегових ліній підписується зеленим кольором номер об'єкта. Під номером підписується червоним кольором значення відмітки урізу води, прийняте за висоту підготовлюваної горизонталі.

Форми рельєфу, що не виражаються горизонталями, готують до цифрування, продовжуючи нумерацію горизонталей, з обліком наступних. Яри і вимоїни, зображені на вихідному картографічному матеріалі в двох лініях із зубчиками, готуються до цифрування як полігональні об'єкти. Протилежні брівки в гирлі яру з'єднуються на оригіналі службової



інформації прямою лінією синього кольору. Бічні відгалуження таких ярів, зображувані в двох лініях без зубчиків, включаються в основний об'єкт.

Яри і вимоїни, зображені в одній або двох лініях без зубчиків, готуються до цифрування як лінійні об'єкти.

Яри, вимоїни, сухі русла шириною більш 30 м, ями, карстові вирви, улоговини висохлих озер, кратерів грязьових і звичайних вулканів готуються таким чином, щоб при цифруванні об'єкт знаходився праворуч.

При використанні для цифрування рельєфу пристрою автоматичного зчитування ліній може виготовлятися до трьох оригіналів службової інформації:

- перший призначається для створення на пристрої типу «Планшет-Р» масиву допоміжної інформації, використовуваного при цифруванні основних горизонталей на пристрої автоматичного зчитування ліній;

- другий — для цифрування на пристрої ручного цифрування додаткових, а також горизонталей, проведених через зображення форм рельєфу, що не виражаються горизонталями;

- третій — може виготовлятися для цифрування на пристрої ручного цифрування форм рельєфу, що не виражаються горизонталями.

Зміст другого і третього оригіналів при невеликому навантаженні карти підготовлювані на них об'єкти доцільно поєднувати на одній основі.

Для цифрування основних горизонталей на пристрої автоматичного зчитування ліній використовується спеціальний оригінал — копія чорного кольору на прозорому пластику, отримана з оптичною щільністю малюнка не менш 1,5 одиниць ДСТ з оригіналу рельєфу.

При цьому на копії видаляються підписи, що переривають горизонталі, а також зображення форм рельєфу, що перетинають горизонталі. Висоти горизонталей підписуються на вільних місцях, підписи розташовуються не ближче 0,3 мм від горизонталей.

Товщина ліній малюнка повинна бути не менш 0,1-0,2мм, локальні зміни товщини не повинні перевищувати 50%. На лініях не повинно бути розривів більш 0,1 мм.

Розриви горизонталей у місцях підписів їхніх висот, зображень рік у дві лінії, а також нечіткі лінії і розриви їхнього малюнка заправляються; по можливості горизонталі проводяться через зображення форм рельєфу, що не виражаються горизонталями. Відстань між ними при цьому повинна бути не менш 0,3 мм. Якщо цього домогтися неможливо, то проводяться тільки нижня і верхня горизонталі.

Кути рамки спеціального оригіналу оформляються хрестами товщиною 0,1 мм. При необхідності готувати оригінал для цифрування за ділянками, що відповідають аркушам карти масштабу 1:25000, на ньому проводяться лінії товщиною 0,2 мм, що поділяють оригінал на такі ділянки. Лінії малюнка горизонталей не повинні зливатися, мати зламів, дрібних тремтінь і проходити ближче 0,3 мм від ліній, що поділяють копію оригіналу на ділянки. Зображення повинне закінчуватися точно на рамці аркуша карти.

Бергштрих – це короткий штрих, що накреслюється перпендикулярно до горизонталі або іншої ізолінії і позначає напрям скату поверхні. При зображенні горба бергштрихи направлені вниз по схилу, а при зображенні западини - теж вниз (рис. 6.1). Бергштрихи використовують, коли з розташування горизонталей складно зрозуміти, це пагорб чи западина.

Бергштрихи відокремлюються від горизонталей таким чином, щоб розрив, що утворився, між ними був не менш 0,3 мм або видаляються.

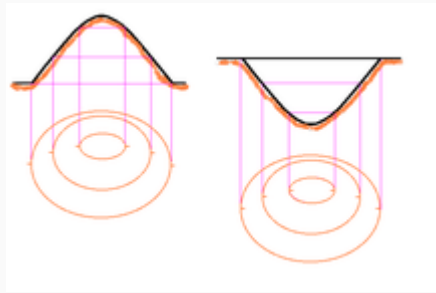


Рисунок 6.1 – Бергштрихи при зображенні горба та западини

Стрілки, що перетинають сімейства горизонталей, повинні бути спрямовані вниз схилом, а номери горизонталей у правильно виділеному сімействі зростати від початку стрілки до її кінця. Початок і кінець стрілки повинні перебувати на вільних від горизонталей місцях, але не далі 2 см від початкових точок цифрування горизонталей даного сімейства. Горизонталі схилу, що виходить у кут рамки, поділяються на два сімейства.

У кожне сімейство може входити від 1 до 124 горизонталей. Кожному виділеному сімейству привласнюється свій порядковий номер, що підписується поблизу стрілки, що вказує напрямок схилу. Кількість горизонталей і виділених сімейств указується в зарамковому оформленні оригіналу службової інформації.

## 6.6 Гідрографія та гідротехнічні спорудження на цифровій карті

На топографічних картах зображуються:

- берегова лінія та акваторія морів, озер, водосховищ та інших водоймів, припливно-відпливні смуги, берегові обмілини та мілини й острови;

- річки, канали, струмки та канами;

- природні та штучні джерела (у тому числі мінеральні й гарячі), колодязі, споруди для збирання та зберігання води;

- шлюзи, греблі, гідровузли, поромні переправи, перевози, броди, набережні, дамби та берегові вали, водопроводи, дюкери на лініях водоводів, акведуки;

- водосховища на стадії будівництва, площі розливів річок і ділянок, які затоплюються в період дощів та повеней;

- морські та річкові порти, пристані, якірні стоянки, морські пороми і канали, мілі та причали, морські та річкові навігаційні знаки, об'єкти, що характеризують акваторію і прибережну смугу морів та найбільших озер (скелі, камені, рифи, небезпечні береги, банки, хвилеломи, знаки, що вказують напрямом морських течій);

- рельєф дна морів, великих озер, водосховищ, судноплавних річок; інші об'єкти гідрографії та гідротехнічні споруди, що знаходяться на території, яка картографується.

При зображенні елементів гідрографії та гідротехнічних споруд необхідно із врахуванням генералізації, що визначається масштабом карти та особливостями території картографування, достовірно та наочно відображати:

- берегову лінію морів, озер, водосховищ, типи берегів, форми озер та островів, а також характерні особливості узбережжя та прибережжя;

- системи водотоків та водойм, відносну густоту річкової мережі, зрошувальних та осушувальних систем, щільність розташування озер та островів, ступінь та характер звивистості річок;

- водні рубежі та їхні характеристики (в кожній річковій системі - головну річку, притоки різного значення і витoki великих річок), характер гирла річок, берегів і річкових заплавл (притоки, рукави, стариці), їхня прохідність (заболоченість, характер ґрунту, рослинність);

- судноплавність річок та каналів з чітким позначенням єдиних судноплавних систем;

- колодязі та джерела (особливо з прісною водою) в засушливих та пустельних районах, а також характеристики до них, як до джерел водопостачання (крім карт масштабу 1:1000000);

- гідротехнічні споруди та переправи (греблі, дамби, шлюзи, поромні переправи, перевози і т. ін.), а на картах масштабів 1:10 000 - 1:200 000 ще й характеристики до них.

Зображена на картах берегова лінія моря повинна відповідати лінії урізу води при найбільш високому її рівні під час припливу, а в разі відсутності припливу - при найбільш високому її рівні під час прибою.

Берегова лінія озер та ставків, а також річок, що зображується із збереженням їхньої дійсної ширини в масштабі карти, повинна відповідати лінії рівня води в меженний період (тобто рівень води в сезон найбільш низького її стояння), а берегова лінія великих водосховищ - лінії нормального підпірного рівня.

Річки та струмки наносять: на картах масштабів 1:50 000-1:200 000 - як правило, довжиною в масштабі карти 1 см та більше;

Річки та струмки (постійні та пересихаючі), канали та канали в залежності від ширини водотоку в масштабі карти зображуються однією або двома лініями.

Озера та інші природні й штучні водойми наносяться на картах масштабів 1:10 000-1:100 000 площею в масштабі карти 1 мм<sup>2</sup> і більше. Водойми менших розмірів показують у випадках, коли вони характеризують особливості території, що картографується, є орієнтирами або мають інше важливе значення.

Острови на морях, озерах, водосховищах та річках показують на картах масштабів 1:10 000-1:100 000, як правило, всі.

Позначки рівнів (урізів) води річок, каналів, озер, водосховищ, ставків та інших водойм підписуються на картах масштабів 1:10 000-1:100 000 з точністю до 0,1 м. Підписи урізів води при зображенні річок розміщуються через 10-15 см, як правило, біля злиття річок, у гирлах, поблизу великих населених пунктів та в інших характерних місцях.

Позначки урізів води озер, водосховищ, ставків та інших водойм підписуються, якщо площа цих об'єктів складає в масштабі карти 1 см і більше.

Позначки урізів води відкритих морів та океанів на картах не підписуються.

Значення урізів води Чорного та Азовського морів становить 0,3 м.

Рельєф дна морів, великих озер, водосховищ, судноплавних річок (останні лише на картах масштабів 1:10 000-1:100 000 при їх ширині в масштабі карти 1,5 см і більше) зображується ізобатами з позначеннями глибин.

Ізобати проводять: на картах масштабів 1:10 000-1:100 000 за шкалою: 2, 5, 10,20, 50 і 100 м;

Позначки глибин даються в такій кількості на 1 дм площі карти:

- на картах масштабів 1:10 000-1:100 000: 5-15 позначок (при глибині до 5 м позначки глибин підписуються з тією точністю, з якою вони підписані на морських картах, а при більших глибинах - з точністю до цілого метра);

- на зображенні акваторії озер та водосховищ позначки глибин підписуються при їх площі 10 см і більше, а рельєф дна зображується ізобатами при площі 20 см і більше.

При наявності матеріалів топографічної зйомки дна морів, озер, водосховищ та великих річок на картах масштабів 1:10 000-1:100 000 рельєф дна зображується горизонталями і позначками висот, приведеними до прийнятого вихідного рівня.

Підготовку до цифрування доцільно починати з найбільш великих (протяжних) об'єктів гідрографії.

Нумерація берегових ліній островів і знаків урізів води, що належать морю, озеру, ріці, водоймищу, продовжує нумерацію об'єкта, у межах якого вони знаходяться.

Берегова лінія островів готується до цифрування двічі: як внутрішній контур об'єкта, у межах якого розташований даний острів, і самостійно з присвоєнням коду острова. В точки початку цифрування берегової лінії острова проставляється два номери. Номер об'єкта «острів» підписується в дужках зеленим кольором.

На ділянках впадання в море (озеро, водоймище) рік (каналів), зображених у двох лініях, на оригінал службової інформації наноситься умовна межа підготовлюваного до цифрування об'єкта, прийнята на цій

ділянці за берегову лінію об'єкта. Ця умовна межа проводиться у вигляді прямої лінії, що з'єднує протилежні береги в гирлі ріки, що впадає. При наявності островів в гирлі, береги з'єднують ламаною лінією за найбільш короткою відстанню, не перетинаючи островів.

При підготовці до цифрування рік і каналів (канав) як окремі об'єкти виділяються їхні ділянки з різною шириною.

Наявність у межах майданного об'єкта підписів його характеристик (наприклад, ширини, глибини, швидкості плину, характеру ґрунту й інші) не служить підставою для його розподілу на окремі об'єкти.

Ріки і канали, що складаються з лінійних і полігональних ділянок, при підготовці їх до цифрування, розбиваються на окремі об'єкти. Межею між ними служать точки, у яких міняються характеристики (ширина та ін.) або точки сполучення лінійних об'єктів з полігональними. Нумерація об'єктів у межах таких систем виконується від джерела до гирла.

Водоймища й озера на ріках, що виражаються в масштабі карти, є частиною полігональної ділянки ріки й у самостійний об'єкт не виділяються. Виключення складають випадки, коли об'єкти мають власну назву або пояснювальний підпис, а також, якщо є гідротехнічне спорудження (наприклад, гребля), що вказує на приналежність об'єкта до водоймища.

Умовна межа між полігональними об'єктами гідрографії проводиться на оригіналі службової інформації у вигляді прямої лінії синього кольору, що з'єднує протилежні береги. Острови при цьому умовною границею не перетинаються, а належать до одного з об'єктів.

У випадку, якщо місце злиття ріки з водоймищем великої довжини встановити важко, варто враховувати значення відміток урізів води цих об'єктів і горизонталей рельєфу.

Окремі водойми, що не мають пояснювальних підписів роду об'єкта, готуються до цифрування як озера.

Морські канали, зображені в двох лініях із проміжком між ними більш 0,8 мм, готуються до цифрування таким чином, щоб при цифруванні їхнього зовнішнього контуру площа об'єкта знаходилася праворуч. Морські канали, що не виражаються в масштабі карти, готуються до цифрування як лінійні об'єкти.

Напрямок цифрування ізобат вибирається так, щоб при їх відстеженні праворуч розташовувались ізобати з великими значеннями глибин.

Відмітки глибин і урізів води готуються до цифрування як точкові об'єкти. За місце розташування відмітки глибини приймається центр її підпису.

При підготовці до цифрування об'єктів прибережної зони (берегових обмілин і мілин, берегів небезпечних, приливовідливних смуг), місць скупчення плавнів і водоростей, а також навігаційних небезпек (рифів, банок), що мають полігональний характер локалізації, на оригінал службової інформації наноситься їхній зовнішній контур у вигляді замкнутої ламаної лінії синього кольору.

У випадку, якщо в зовнішньому контурі рифів розташовані острови (острів) і внутрішній контур рифів відсутній, він проводиться на оригіналі службової інформації уздовж берегової лінії острова.

При підготовці до цифрування стрілок, що вказують напрямок плину (основного, приливної), точка початку цифрування ставиться на початку стрілки, що вказує основний напрямок плину.

Гідротехнічні спорудження готуються до цифрування з використанням оригіналу контуру (сполученого позитива) після підготовки до цифрування всіх об'єктів гідрографії. Дамби, готуються до цифрування за осьюовою лінією умовного знаку, а розташовані уздовж рік і каналів — за кожним берегом ріки окремо. Напрямок цифрування при цьому вибирається так, щоб зубчики умовного знаку знаходилися праворуч.

Шлюзи, що виражаються в масштабі карти, цифруються за береговою лінією ріки (каналу) і крайніми воротами. При цьому праворуч повинна знаходитися водна поверхня.

## **6.7 Населені пункти на цифровій карті**

При підготовці до цифрування населених пунктів виділяються: зовнішній контур населеного пункту, видатні будинки, окремо розташовані будівлі, щільно і рідко забудовані квартали, окремо розташовані двори.

У зовнішній контур включаються квартали, окремо розташовані будівлі і двори, будинки і спорудження промислових, сільськогосподарських, соціально-культурних, дорожніх і гідротехнічних об'єктів, розташовані як серед забудованих кварталів, так і на околиці

населеного пункту, а також незабудовані ділянки (пустирі), зелені насадження (парки, сквери), водойми і незручні землі (яри, заболочені ділянки тощо), розташовані усередині населеного пункту.

Присадибні ділянки, сади, парки й інші зелені насадження розміром 200X200 м і більше, розташовані на околиці населеного пункту, у контур не включаються і готуються до цифрування.

Населені пункти, що приєднуються, один до одного готуються до цифрування як окремі об'єкти. Поділ на окремі об'єкти відбувається з урахуванням характеристик за типом (місто, селище тощо), кількістю жителів і політико-адміністративним значенням. При цьому будинки і спорудження промислових підприємств і інших об'єктів не повинні перетинатися лінією контуру.

Зовнішній контур населеного пункту наноситься на оригінал службової інформації на відстані 0,2-0,3 мм від його крайніх об'єктів у вигляді замкнутої ламаної лінії синього кольору.

При нанесенні зовнішнього контуру допускаються узагальнення за рахунок його випрямлення в місцях незабудованих ділянок при їхній ширині менш 500 м — для населених пунктів міського типу і менш 200 м — для інших.

Якщо той самий населений пункт має відособлені частини (наприклад, розташований на обох берегах ріки), то його окремі частини включаються в загальний контур, межа якого наноситься уздовж з'єднуючої їх вулиці, дороги, моста.

Нумерація об'єктів, що входять у населений пункт (видатних будинків, окремо розташованих будівель, кварталів тощо), продовжує нумерацію населених пунктів, до яких вони належать. Ці об'єкти готуються до цифрування в такій послідовності:

- видатні будинки;
- щільно забудовані квартали;
- рідко забудовані квартали;
- окремо розташовані будівлі, що виражаються в масштабі карти (лінійні і полігональні об'єкти);
- окремо розташовані будівлі, що не виражаються в масштабі карти (точкові об'єкти), поза кварталами;
- окремо розташовані двори, що не виражаються в масштабі карти.

У населеному пункті окремо підраховується число щільно і рідко забудованих кварталів, окремо розташованих будівель і дворів і їх



кількість указується на оригіналі службової інформації. Якщо ж підрахування точного числа об'єктів не є можливим, вони виділяються точками різного кольору і на оригіналі службової інформації записуються їх частини кварталів, що розрізняються за щільністю забудови, готуються до цифрування окремо, відповідно як кварталів з щільною і рідкою забудовою.

При цьому зеленим кольором відзначаються щільно забудовані квартали, синім — рідко забудовані і червоним — окремо розташовані будівлі і двори.

У номери населеного пункту в дужках підписуються (кожна категорія заданим для неї кольором) номери вхідних у нього об'єктів. Кожна наступна категорія нумерується, продовжуючи попередню.

Після зовнішніх контурів населених пунктів і об'єктів, що знаходяться в них, готуються до цифрування окремо розташовані будівлі з майданним (лінійним) характером локалізації і видатні будинки, розташовані поза населеним пунктом. У випадку, коли підрахувати точно кількість об'єктів важко, відбувається наблизений підрахунок кількості окремо розташованих будівель із точковим характером локалізації поза населеними пунктами, і на полях оригіналу службової інформації робиться запис про те, з якого номера і по який приблизно не пронумеровані точкові будівлі поза населеними пунктами. При цьому кількість об'єктів записується свідомо більшою.

## **6.8 Кордони, огороження й окремі природні явища**

При підготовці до цифрування політико-адміністративних кордонів особливу увагу необхідно звертати на забезпечення їх правильного відстеження при цифруванні.

На українських топографічних картах вони можуть показуватися суцільним умовним знаком або групами його ланок.

На топографічні карти всіх масштабів наносять:

- державні кордони;
- межі виключних (морських) економічних зон та полярних володінь;
- межі адміністративних одиниць першого порядку (автономних республік, країв, областей тощо);
- межі державних заповідників та національних парків;

Крім цього, на топографічні карти території України наносять межі районів та міст обласного підпорядкування (тільки на карти масштабів 1:10 000-1:200 000).

Державний кордон України наноситься за найновішими офіційними договірними матеріалами делімітації та демаркації кордонів. Державні кордони іноземних держав наносяться відповідно до міжнародних договірних документів між суміжними державами, які визнаються Україною.

При зображенні кордонів необхідно дотримуватись таких основних правил:

- державні кордони показуються з мінімальними узагальненнями в межах графічної точності карти; з особливою ретельністю опрацьовуються повороти та прямолінійні ділянки, всі чітко виражені повороти фіксуються крапками умовного знаку;

- всі об'єкти місцевості, по яких проходять кордони, відображуються з допустимою масштабом карти детальністю; якщо кордон проходить між населеними пунктами, островами та іншими об'єктами, то умовний знак кордону проводиться так, щоб не виникало сумнівів щодо належності цих об'єктів до тієї чи іншої держави;

- якщо кордони або межі різного порядку співпадають, то показується кордон або межа вищої політико-адміністративної одиниці;

- при зображенні державного кордону України на картах масштабів 1:10000 - 1:50000 показуються всі прикордонні знаки.

## **6.9 Промислові, сільськогосподарські об'єкти та дорожня мережа на цифровій карті**

При підготовці до цифрування промислових, сільськогосподарських і соціально-культурних об'єктів особлива увага звертається на правильний добір будинків і будівель, що відносяться до промислових об'єктів.

Не мають огорожень комплекси промислових, сільськогосподарських і соціально-культурних об'єктів і виділяються контуром на оригіналі службової інформації на відстані 0,2-0,3 мм від крайніх об'єктів замкнутою ламаною лінією синього кольору. Комплекси, що мають огороження, готуються до цифрування за зображенням огороження.

Спорудження комплексу, що не ввійшли до складу сегмента, готуються до цифрування як самостійні об'єкти.

У випадку, коли квартали й окремо розташовані будівлі не нумеруються, відомість кодування заповнюється за результатами цифрування.

При підготовці до цифрування відкритих соляних розробок використовується оригінал гідрографії, а для кар'єрів — оригінал рельєфу.

При виділенні об'єктів дорожньої мережі керуються наступними основними правилами:

- дороги готуються до цифрування в послідовності від вищого класу до нижчого (у першу чергу, починаючи з північно-західного кута аркуша карти, за ходом годинникової стрілки — дороги всіх класів, що виходять на рамку);

- на дорогах виділяються і самостійно нумеруються ділянки, що мають різні характеристики (клас, ширину, матеріал покриття; кількість шляхів або вид для залізниць);

- розрив або перетинання зображення доріг іншими умовними знаками (мостами, тунелями) не є підставою для розподілу їх на окремі об'єкти.

Якщо дорога розривається населеним пунктом і її продовження можна чітко простежити за зображенням магістральних (головних) вулиць, вона продовжується на оригіналі службової інформації через населений пункт за його зображенням. Якщо до даного населеного пункту підходить дорога і не виходить з нього, вона продовжується до перетинання з головною вулицею.

Ділянкам доріг довжиною менш 3 см, що не мають підписів характеристик, можуть бути дані характеристики дороги, що примикає, такого ж класу.

При простежуванні доріг від початкової точки до кінцевої в місцях їх перетинання і примикання, а також у місцях розривів умовними знаками дорожніх споруджень даються стрілки синього кольору, що вказують подальший напрямок цифрування. Місце розташування підготовлюваних до цифрування доріг у населених пунктах указується на оригіналі службової інформації лініями синього кольору.

Дорожні спорудження готуються до цифрування після нумерації всіх доріг послідовно для кожної дороги.

При підготовці до цифрування характерних ділянок доріг (наприклад, з великими ухілами) початок і кінець таких ділянок позначаються штрихами червоного кольору, що наносяться перпендикулярно осі дороги. Для позначення характерних ділянок, що мають точковий характер локалізації, застосовується один такий штрих.

Насипи (дороги по дамбах) і виїмки готуються до цифрування як двосторонні, так і однобічні. Двосторонні насипи і виїмки готуються до цифрування по осьовій лінії умовного знаку дороги, напрямом їх цифрування довільний, а для однобічних воно вибирається так, щоб зубчики умовного знаку знаходилися праворуч.

У випадку великого графічного навантаження (на розв'язках доріг із з'їздами, шляхопроводами і насипами) об'єкти для кращого знаходження їх при цифруванні можуть виділятися на оригіналі службової інформації різними кольорами.

## **6.10 Рослинний покрив і ґрунти на цифровій карті**

Зображення рослинного покриву та ґрунтів на картах повинне відповідати таким основним вимогам:

- правильно та наочно відображувати різні види рослинного покриву та ґрунтів, які є важливими для характеристики природних умов, прохідності, захисних та маскувальних властивостей місцевості;

- достатньо детально відображувати на картах масштабів 1:10000-1:100000 межі поширення різних видів рослинності та ґрунтів і чітко виділяти різкі кути повороту контурів, що мають значення орієнтирів, а на картах масштабів 1:200000-1:1000000 правильно передавати розташування та співвідношення площ різних видів рослинності і ґрунтів та їх особливості, які визначаються положенням території, що картографується;

- містити кількісні та якісні характеристики різних видів рослинності й ґрунтів, які передбачені для карт відповідного масштабу.

Деревна рослинність при зображенні на картах поділяється:

- за групами порід - на листяні, хвойні та змішані ліси;
- за висотою - понад 4 м (ліси) та нижче 4 м (поросль лісу, лісові розсадники та молоді посадки лісу).

Крім того, виділяють рідкі ліси, низькорослі (карликові), горілі та сухостійні ліси, вузькі смуги лісу та захисні лісонасадження, окремі та пальмові гаї, обсадки, окремі дерева.

При зображенні лісу на картах масштабів 1:10000-1:200000 вказуються переважаючі породи та характеристики деревостою згідно з умовними знаками; на карті масштабу 1:500000 - тільки переважаючі породи дерев.

На картах показуються, як правило, ділянки лісу та поляни в лісі площею в масштабі карти понад 10 мм<sup>2</sup>.

Чагарникова рослинність зображується з поділом на суцільні зарості, групи кущів та окремі кущі. Виділяються колючі чагарники.

Ділянки суцільних чагарників виділяються, як правило, на картах масштабів 1:10000-1:200000 при їхній площі в масштабі карти понад 25 мм<sup>2</sup>, масштабу 1:500000 - понад 0,5 см<sup>2</sup>, а на карті масштабу 1:1000000 - понад 1 см<sup>2</sup>. При зображенні цих ділянок у безлісій місцевості їхні площі можуть бути зменшені.

Піски зображуються при площі в масштабі карти понад 1 см<sup>2</sup>, при цьому на картах масштабів 1:50000-1:1000000 вони зображуються з поділом на піски рівні, горбисті, грядові, дюнні, ямкові і чарункуваті, барханні; на картах масштабів 1:10000-1:25000 всі типи пісків зображуються умовним знаком рівних пісків, а їхній рельєф відображається горизонталями.

Болота, солончаки і такири зображуються при площі в масштабі карти понад 25 мм<sup>2</sup>. На картах масштабів 1:10000-1:200000 підписується глибина боліт.

Підписання назв об'єктів рослинного покриву і ґрунтів. Велике значення для цілевказівок мають назви об'єктів рослинного покриву і ґрунтів у лісисто-болотистих, степових і інших малообжитих районах.

Вибір характеру і розмірів шрифтів для назв відбувається в залежності від важливості і величини об'єктів. Назви великих лісів, боліт, урочищ тощо розташовуються за лініями їхньої найбільшої відстані. У великих лісових масивах для полегшення орієнтування і цілевказівки проставляються номери лісових кварталів.

Якщо в якості вихідного картографічного матеріалу використовуються копії розчленованих діапозитивів, то підготовка до цифрування об'єктів рослинного покриву і ґрунтів виконується з використанням оригіналу контуру з фоновими зафарбуваннями. Крім того,

при необхідності, можуть залучатися оригінали гідрографії і рельєфу, що застосовуються для визначення кордонів об'єктів.

На оригінал службової інформації синім кольором наносяться кордони об'єктів, відсутні на оригіналі контуру. На аркуші з численними сполученнями умовних знаків рослинного покриву і ґрунтів, показаних на різних оригіналах, доцільно використовувати сполучений діапозитив.

Болота, піски й інші ґрунти, зображені на вихідному картографічному матеріалі поверх фонового зафарбування рослинного покриву, а також інші сполучення рослинного покриву і ґрунтів готуються до цифрування самостійно по кожному об'єкту. При повному збігу їх кордонів біля початкової точки зовнішнього контуру проставляються номери всіх об'єктів зі співпадаючими кордонами. Другий і наступний номери даються в дужках зеленим кольором.

Масиви рослинності, що мають ділянки з різними характеристиками, поділяються на окремі об'єкти, що відповідають цим ділянкам. Кордони об'єктів проводяться по просіках, а при їхній відсутності — по лініях, рівновіддалених від підписів характеристик.

Просіки, що виражаються в масштабі карти, готуються до цифрування за зовнішнім контуром умовного знаку як полігональні об'єкти. Напрямок цифрування при цьому вибирається так, щоб об'єкт знаходився праворуч. Просіки, що не виражаються в масштабі карти (у тому числі і ті, по яких проходять дороги, лінії зв'язку й електропередачі), готуються до цифрування як лінійні об'єкти.

Внутрішні контури рослинного покриву і ґрунтів готуються до цифрування з обліком наступних:

- будинки і будівлі, розташовані в масивах рослинності, внутрішнім контуром не виділяються;
- нумерація внутрішніх контурів об'єкта продовжує нумерацію зовнішнього контуру;
- озера в масиві рослинності готуються до цифрування як внутрішні контури об'єкта, а їх номери підписуються на оригіналі службової інформації зеленим кольором;
- у контур рослинного покриву не включаються ріки і канали, що виражаються в масштабі карти і перетинають контур рослинного покриву. Берегова лінія таких рік і каналів приймається за зовнішню межу рослинного покриву;

- якщо внутрішній контур масиву рослинності є одночасно зовнішнім контуром для іншого виду рослинності, то він готується до цифрування двічі: спочатку як внутрішній контур основного об'єкта, а потім, із протилежним напрямком цифрування, як зовнішній контур об'єкта, вкладеного в основний.

## **6.11 Визначення якості та оцінювання цифрових карт**

Якість цифрових карт. Під якістю цифрових карт (ЦК) будемо розуміти сукупність властивостей ЦК, що зумовлюють її придатність задовольняти встановлені та передбачувані потреби відповідно до її призначення.

Критерії якості ЦК. З яких складових складається якість ЦК? Можна виділити основні параметри: інформативність, точність, повнота, коректна внутрішня структура.

*Інформативність.* Карта як модель дійсності має гносеологічні властивості, наприклад, такими як змістовна відповідність (науково обгрунтоване відображення головних особливостей дійсності), абстрактність (генералізованість карти, перехід від індивідуальних понять до збірних, відбір типових характеристик об'єктів та усунення другорядних), вибірковість і синтетичність (роздільне подання явищ, що спільно виявляються, і факторів, а також єдине цілісне зображення явищ і процесів, які в реальні умови проявляються окремо). Вище перелічені властивості, природно, безпосередньо впливають на якість завершеного продукту - ЦК, проте в основному вони належать до компетенції творців вихідного картографічного твору, тобто, творці традиційної карти — джерела цифрування – несуть відповідальність за її інформативність, і при створенні ЦК важливо правильно підібрати джерело і правильно передати, враховуючи особливості цифрового картографування, закладену в карту інформацію. Звичайно, якщо ЦК створюється як самостійний твір чи з урахуванням додаткових знань переробляється джерело, ці завдання лягають на фахівців, що створюють ЦК.

Точність. У поняття точності часто вкладається велич на похибки (помилка) у положенні контурів ЦК щодо джерела, у передачі розмірів і форм об'єктів при цифруванні, а також у положенні контурів ЦК щодо місцевості, пов'язаної із джерелом отримання ЦК (деформація паперу,

спотворення растрового зображення під час сканування і т.п.). Точність залежить від програмного забезпечення, використовуваного обладнання, джерела цифрування, використовуваної технології. Кількісна оцінка точнісних показників при створенні векторної карти вимагає окремого розгляду, однак можна сказати, що в середньому точність введення становить 0,2-0,3 мм.

Повнота передачі змісту. Повнота передачі змісту джерела при переведенні в цифрову форму залежить в основному від технології створення ЦК, тобто. від того, наскільки технологічна лінія забезпечує контроль пропусків операторами об'єктів цифрування. Для контролю може використовуватися тверда копія ЦК (або певного набору шарів), виведена на пластик у масштабі оригіналу. При наступному накладенні на джерело цифрування проводиться звірка змісту ЦК та вихідного матеріалу. Такий метод може також використовуватися для оцінки якості передачі форм об'єктів, але для оцінки помилки положення контурів повинен використовуватися з обережністю, так як пристрій виведення може давати спотворення. При векторизації растра суміщення шарів створеної ЦК і растрової підкладки дозволяє оперативно виявити пропущені об'єкти. Практика показує, що в ЦК, що приходить на первинний контроль в середньому пропущено від 2 до 8% об'єктів.

Коректна внутрішня структура. Структура ЦК може бути топологічної та нетопологічної. Готова ЦК повинна мати коректну внутрішню структуру, визначену вимогами, що пред'являються до карт даного типу. Створення коректної внутрішньої структури залежить в основному від можливостей програмного забезпечення ГІС.

Розглянемо ЦК, що використовуються у топологічних ГІС. Ядром картографічної підсистеми в різних ГІС, які використовують цифрові векторні карти, є багатошарова структура карт (для однієї і тієї ж території чи ієрархії територій), над якими повинні виконуватися операції наскрізного пошуку, накладення зі створенням похідних цифрових карт та збереженням зв'язку ідентифікаторів об'єктів вихідних та похідних карток та ін. Для підтримки цих операцій до топологічної структури цифрових карток у ГІС пред'являються вимоги, значно більш жорсткі, ніж, наприклад, до карт, які використовуються для вирішення завдань автоматизованого картографування, забезпечення навігації та ін. Це пов'язано з тим, що часто контури (частини контурів) об'єктів з різних карт повинні бути строго узгоджені, але при практичному цифруванні,



незважаючи на досить точне цифрування вихідних карт окремо, це погодження не досягається, і при накладенні цифрових карт внаслідок «биття» відповідних ліній утворюються хибні полігони та дуги. Розбіжності можуть бути візуально нерізкими до певного масштабу збільшення, що цілком допустимо для завдань автоматизованого картографування, що мають у випадку кінцевою метою створення традиційної карти (фіксованого масштабу) за допомогою засобів автоматизації, і абсолютно неприйнятно для ГІС-технологій, де для різних завдань аналізу використовується суворий математичний апарат, а для задач візуалізації можливе отримання карт у будь-якому масштабі відображення (треба розділяти можливість варіювати масштаб збільшення/зменшення даної цифрової карти та можливість отримувати карту в іншому масштабі, що відразу має зміну її навантаження та правил складання). Наприклад, топологічна карта повинна мати коректну лінійно-вузлову структуру (тобто полігони мають збиратися з дуг – суміжні дуги цифруються лише один раз - і мають бути замкненими, дуги повинні з'єднуватися у вузлах і т.д.) і коректні просторово-логічні зв'язки (відповідні межі з різних шарів збігаються, відбувається точне примикання дуг одного шару до об'єктів іншого тощо – для карт пошаровою організацією).

Створення коректної структури ЦК залежить від можливостей програмного забезпечення та правильно поставленої технології. Наприклад, створення топології в процесі цифрування завжди краще, ніж створення топології автоматичним постпроцесом, який майже завжди призводить до неконтрольованих змін точності (наприклад, об'єкти «притягуються» один до одного) та повноти (об'єкти «зливаються» або знищуються).

Коректна внутрішня структура ЦК одна із найважливіших складових її якості. Іншим прикладом забезпечення коректною внутрішньою структурою ЦК є завдання забезпечення точності збігу контурів та об'єктів, а також передачі їхніх стосунків.

Ідеологія традиційних карт ґрунтувалася на обов'язковому перекладі матеріалів, отриманих в результаті зйомок на місцевості, у форму картографічного зображення на паперових та інших носіях. Невід'ємними рисами такого переносу були різні похибки самого процесу відображення, при якому вихідні зв'язки об'єктів на місцевості не посередньо не передавалися, а фіксувалися через або менш вдалі прийоми їхнього

графічного оформлення, і далі передбачалося, що, маючи у своєму розпорядженні картографічне зображення, підготовлений фахівець може відновлювати ці зв'язки, тобто, відбувався процес своєрідного кодування вихідної точної інформації, отриманої в результаті зйомок на місцевості, у форму графічного зображення, за яким досвідчені фахівці шляхом візуального аналізу могли відновити вихідну ситуацію. Цей процес поєднувався зі створенням та використанням карт різних масштабів та застосуванням при цьому прийомів картографічної генералізації, що робило завдання створення та інтерпретації картографічного зображення ще складнішою. Наприклад, через фізичну неможливість відобразити пишучим інструментом певної товщини двох або більше близько розташованих об'єктів застосовувалися деякі штучні прийоми їх передачі, горизонталі в місцях їх великого згущення потрібно було розривати та ін. Крім того, ділянки контурів кордонів об'єктів по одній і тій же території на різних тематичних картах, які повинні збігатися, не позначалися, як збігаються в явній формі (можна було лише накласти їх на просвіт і знайти, що якісь ділянки більш-менш збігаються, але висновок про повний збіг яких-небудь ділянок міг бути отриманий лише шляхом змістовної інтерпретації таких картографічних зображень за участю знову ж таки підготовлених фахівців).

При створенні цифрових карт на початковій стадії одним з найбільш поширених підходів було розгляд карт як зображень та створення цифрових карт як аналогів картографічних зображень, які будуть аналізуватись в основному тими ж способами, що і традиційні карти. В умовах принципово нових можливостей щодо аналізу структур даних, які з'являються у середовищі ГІС та стають доступними широкому колу користувачів, орієнтація при створенні цифрових карт на виробництво картографічних зображень призводить до ряду неприємних наслідків. Наприклад, у картографічному зображенні відсутнє поняття «просторовий зв'язок об'єктів» - те, що на картографічному зображенні дороги начебто замикаються, може бути достатнім для візуального аналізу підготовленим фахівцем, але недостатньо для прямого переходу до вирішення завдань руху за ними, розвиненості дорожньої мережі з іншими формальними методами, доступними в середовищі ГІС для будь-якого користувача. Те саме відноситься до збігу контурів об'єктів з іншими. У зображенні відсутній формальний опис зв'язків просторових об'єктів, необхідний для того, щоб можливості ГІС ефективно використовувались.

Вимоги до цифрових карт у ГІС у багатьох відношеннях більш формалізовані і широкі, ніж до картографічних зображень. При формуванні внутрішньої структури ЦК слід мати на увазі, що важливою характеристикою якісної ЦК є також здатність забезпечувати рішення перспективних завдань, тобто, завдань, які ставилися в останній момент написання технічного завдання, але виникають надалі.

Перевірка якості ЦК під час приймання оцифрованого матеріалу.  
Перевірка якості ЦК – процес довгий та трудомісткий.

Однак існує ряд ознак, які дозволяють за попередньої оцінки ЦК визначити її непридатність (або не придатність самої технології цифрування) до використання в ГІС.

В результаті попереднього перегляду ЦК користувач у принципі може зробити собі якісь висновки. Наприклад, якщо масово не виконується якась умова – припустимо, ні точної замкнутості полігонів - це говорить про принципові недоліки технології та про нездатність фірми на даному етапі займатися виробництвом ЦК для ГІС, так як усунення подібних недоліків вимагає великої кількості часу та зусиль.

Локальні порушення говорять про потенційну можливість технологічної лінії проводити якісні ЦК. Однак потрібна нормальна постановка роботи операторів, редакторів та служби вихідного контролю якості ЦК. В даному випадку користувач (замовник) може сам приймати рішення: передати роботи зі створення ЦК в іншу організацію або вимагати обліку своїх зауважень та продовжувати розпочаті роботи зі старим виконавцем.

Для видачі попереднього висновку за якістю ЦК кількісними оцінками може використовуватися навіть частина матеріалу. Наприклад, може повністю досліджуватися 1 кв. дм ЦК (ділянка має бути характерною для даної карти і бути насиченою об'єктами). Досвід показує, що більшість помилок проявляється вже на такому обсязі. Замовник ЦК повинен мати на увазі, що переробка, доведення ЦК - надзвичайно складне і трудомістке заняття і краще надати ці роботи виробнику, а не займатися самому. Правильно проведена оцінка роботи зі створення ЦК та певна жорсткість при прийманні робіт позбавить користувача від довгострокових проблем з неякісними ЦК. Слід ще раз наголосити, що повна перевірка ЦК – справа досить трудомістка, виконується за певною технологією і не обмежується попереднім дослідженням наданого зразка.

Забезпечення якості ЦК. Якість є одним з основних керованих параметрів процесу створення цифрових карт поряд з часом, вартістю, інформаційними ресурсами. Забезпечення якості створюваних ЦК можливе лише за умови високого рівня організації виробництва, що відповідає кваліфікації персоналу, який володіє спеціальними знаннями, методами та засобами забезпечення якості. Правильне розуміння питань якості призводить до того, що:

- споживач, з одного боку, займає активну позицію у питаннях забезпечення необхідної якості, формуючи попит на якісну продукцію та послуги;

- виробник ЦК, з іншого боку, створює передумови для задоволення потреб споживача в якісній продукції.

Будемо використовувати наступне визначення якості ЦК: «якість ЦК – сукупність властивостей ЦК, які зумовлюють її придатність задовольняти встановлені та передбачувані потреби відповідно до її призначення». Оцінюючи якість ЦК необхідно звертати увагу на «передбачувані потреби» використання ЦК, оскільки спочатку правильне визначення кінцевої мети створення ЦК і її місце в проекті визначає успішну реалізацію всього проекту. Таким чином, виробництво та проектування ЦК має не тільки орієнтуватися на поточні норми (як сформовані природним чином, так і затверджені нормативними документами), а також творчо їх переосмислювати, передбачати можливі тенденції зміни технологічних та споживчих критеріїв, тим самим забезпечуючи розвиток нормативної бази.

Показники якості ЦК. Під оцінкою якості ЦК розуміється оцінка відповідності ЦК заданим вимогам. Оцінка якості може бути представлена в кількісній та якісній формі.

У кількісній формі оцінка виражається одним числом - значенням показника якості, що відображає певну сукупність якостей (певне властивість) ЦК. Наприклад, для показника якості «Точність планового становища об'єктів» середня квадратична похибка положення будки рослинного покриву щодо вихідного картографічного матеріалу в масштабі 1:200 000 – 0,2 мм.

У якісній формі оцінка подається у вигляді твердження про те, чи відповідає ЦК за аналізованою сукупністю властивостей (за аналізованою властивістю) рівнем певних вимог. Наприклад, для показника якості

«Комплектність матеріалів ЦК» інформація про комплектність - повна/не повна.

Оцінювання рівня якості продукції повинен передувати вибір показників якості, за якими здійснюється оцінювання.

### **Питання для самоперевірки**

1. Дайте визначення цифровій карті місцевості.
2. Перечисліть основні етапи створення цифрової карти.
3. Що таке редагування ЦКМ?
4. Що таке бергштрих?
5. В якій послідовності готуються до цифрування об'єкти, що входять у населений пункт?
6. Якими правилами керуються при виділенні об'єктів дорожньої мережі?
7. Яким основним вимогам повинно відповідати зображення рослинного покриву та ґрунтів на картах?
8. Як проводиться перевірка якості ЦК під час приймання оцифрованого матеріалу?

## **7 КЛАСИФІКАТОРИ ТА КОДИФІКАТОРИ ЦИФРОВИХ КАРТ**

### **7.1 Класифікація — засіб впорядкування знань. Складність класифікації. Підходи класифікації**

*Класифікація* – логічна операція, що полягає в розділенні всієї множини предметів, що вивчається, по виявленій схожості на окремі групи або підлеглі множини, звані класами. При класифікації виконується розподіл предметів якого-небудь роду на взаємозв'язані класи згідно найбільш істотним ознакам, властивим предметам даного роду і що відрізняє їх від предметів іншого роду, при цьому кожен клас займає в системі, що вийшла, певне постійне місце і, у свою чергу, ділиться на підкласи. Метою класифікації є знаходження загальних властивостей об'єктів. Класифікуючи, ми об'єднуємо в одну групу об'єкти, що мають однакову будову або однакову поведінку. Правильно складена класифікація відображує закономірності розвитку об'єктів, що класифікуються, глибоко розкриває зв'язки між об'єктами, що вивчаються, і допомагає дослідникові орієнтуватися в найскладніших ситуаціях,

служить основою для узагальнюючих висновків і прогнозів. Класифікація потрібна в будь-якій галузі знань, в будь-якій доцільній діяльності людини. Класифікація – це один з фундаментальних процесів у науці. Факти і явища мають бути впорядковані перш ніж ми зможемо їх зрозуміти й розробити загальні принципи, що пояснюють їх появу і видимий порядок. Розумна класифікація – частина будь-якої точної науки. Побудова змістовної класифікації спостережуваних об'єктів і ситуацій є невід'ємним завданням науки. Така класифікація істотно полегшує розуміння основної проблеми і подальший розвиток наукової теорії.

За допомогою відкриттів ми розпізнаємо ключові поняття і механізми. За допомогою винаходів ми конструємо узагальнені поняття, а також нові механізми, які визначають правила взаємодії об'єктів. Тому відкриття і винаходи є невід'ємною частиною успішної класифікації. На жаль, поки не розроблені суворі методи класифікації і немає правил, що дозволяють виділяти класи і об'єкти. Немає таких понять, як «досконала структура класів», «правильний вибір об'єктів». Як і в багатьох технічних дисциплінах, вибір класів є компромісним рішенням. Проте, є багатий досвід класифікації в різних областях науки, на основі якого розроблені методики об'єктно-орієнтованого аналізу і прикладного аналізу. Кожна така методика пропонує свої правила ідентифікації класів і об'єктів.

Визначення класів і об'єктів - одне з найскладніших завдань об'єктно-орієнтованого проектування. Складність класифікації пояснюється двома важливими причинами. По-перше, немає визначення «досконала класифікація», хоча природно деякі краще за інших. Існує стільки способів ділення світу на об'єктні системи, скільки учених беруться за це завдання: спосіб класифікації визначається метою, до якої ми прагнемо. По-друге, розумна класифікація вимагає великої творчої енергії і прозорливості. Істотні ознаки, відповідні деяким закономірностям певного класу, не лежать на поверхні, а мають бути знайдені за допомогою аналізу. Класифікація передбачає складний системний аналіз, змушує шукати змістовні ознаки. Цим підкреслюється, що розумна класифікація – робота інтелектуальна. Кращий спосіб ведення класифікації – послідовний ітеративний процес. Послідовний ітеративний підхід безпосередньо визначає процедуру конструювання ієрархії класів і об'єктів при розробці складного програмного забезпечення. На практиці, зазвичай за основу береться яка-небудь певна структура класів, яку поступово удосконалюють. І тільки на пізній стадії розробки, коли вже отриманий

деякий досвід використання такої структури, можна критично оцінити якість створеної класифікації. Грунтуючись на отриманому досвіді, можна створити нові підкласи із тих, що вже існують, або злити декілька із тих, що існують, в один. Можливо, в процесі розробки були знайдені нові загальні властивості, раніше не відмічені, і можна визначити нові класи.

Історично склалися три підходи класифікації:

- 1) класичний розподіл за категоріями (групування за властивостями);
- 2) концептуальне об'єднання (групування за деякою концепцією);
- 3) теорія прототипів (групування об'єктів за деякими ознаками схожості з прототипом).

## **7.2 Значення класифікації для геоінформаційних систем**

Відсутність класифікацій об'єктів і властивостей є непереборною перешкодою в створенні ефективних інформаційних систем. Особливо це відноситься до геоінформаційних систем, які оперують з величезними сукупностями і великою різноманітністю об'єктів реального світу, їх властивостями, зв'язками і стосунками. Класифікація лежить в основі ефективної роботи ГІС. В об'єктно-орієнтованому аналізі визначення загальних властивостей об'єктів допомагає знайти загальні ключові абстракції і механізми, що, у свою чергу, приводить до простішого проекту системи. Класифікація зачіпає багато аспектів об'єктно-орієнтованого проектування. Вона допомагає визначити узагальнену, спеціалізовану і збиральну ієрархію класів. Визначення загальних форм взаємодії об'єктів дозволяє знайти механізм, який може стати стрижнем реалізації проекту і аналізу. Вона допомагає правильно визначати модульну структуру. Розташування об'єктів в одному або різних модулях залежить від міри спільності об'єктів. Основним засобом забезпечення несуперечливого опису даних є стандартизація і уніфікація засобів і методів їх представлення. Засобом стандартизації і уніфікації даних є класифікація об'єктів, властивостей і відношень. Стандартизація, уніфікація і класифікація об'єктів, властивостей і відношень лежать в основі інформаційної сумісності різних інформаційних систем.

### **7.3 Базові поняття Єдиної системи класифікації картографічної інформації**

Оснoву комп'ютерної інформаційної системи складає інформаційна база, яка являє собою сукупність впорядкованої інформації, яка використовується при функціонуванні інформаційної системи.

Інформаційна база має на меті забезпечити взаємобмін інформацією між структурними одиницями комп'ютерної інформаційної системи, а також інформаційною системою різних рівнів управління. Успіх створення єдиної інформаційної бази значною мірою визначається уніфікацією і стандартизацією її складової. Класифікація і кодування — це дві невіддільні частини одного процесу — переклади всілякої інформації з природної мови на формалізовану мову комп'ютерної інформаційної системи.

#### **7.3.1 Терміни і визначення класифікації**

*Класифікація* - розділення множини об'єктів на підмножини по їх схожості або відмінності відповідно до прийнятих методів. Система класифікації - сукупність методів і правил класифікації, а також її результат.

*Об'єкт класифікації* - елемент множини, що класифікується.

*Ознака класифікації* - властивість або характеристика об'єкта, по якому виробляється класифікація.

*Значення ознаки класифікації* - якісний або кількісний вираз ознаки класифікації.

*Класифікаційне угруповання* - підмножина об'єктів, отримана в результаті класифікації.

*Ієрархічний метод класифікації* - послідовне розділення множини об'єктів на підлеглі класифікаційні угруповання.

*Фасетний метод класифікації* - паралельне розділення множини об'єктів на незалежні класифікаційні угруповання.

*Рівень класифікації* - етап класифікації при ієрархічному методі, в результаті якого отримується сукупність класифікаційних угруповань.

*Глибина класифікації* - число рівнів класифікації.

#### **7.3.2 Терміни і визначення кодування**



*Код* - знак або сукупність знаків, прийнятих для позначення класифікаційного угруповання і (або) об'єкту класифікації.

*Кодування* - створення і привласнення коду класифікаційному угрупованню і (або) об'єкту класифікації.

*Система кодування* - сукупність методів і правил кодування класифікаційних угруповань і об'єктів класифікації заданої множини.

*Алфавіт коду* - система знаків, прийнятих для утворення коду.

*Засади коду* - число знаків в алфавіті коду.

*Цифровий алфавіт коду* - алфавіт коду, знаками якого є цифри.

*Буквений алфавіт коду* - алфавіт коду, знаками якого є букви алфавітів природних мов.

*Буквено-цифровий алфавіт коду* - алфавіт коду, знаками якого є букви алфавітів природних мов і цифри.

*Розряд коду* - позиція знаку в коді.

*Довжина коду* - число знаків в коді без врахування пробілів.

*Структура коду* - умовне позначення складу і послідовності розташування знаків в коді.

*Послідовний метод кодування* - утворення коду класифікаційного угруповання і (або) об'єкту класифікації з використанням кодів послідовно розташованих підлеглих угруповань, отриманих при ієрархічному методі класифікації, і його привласнення.

*Паралельний метод кодування* - утворення коду класифікаційного угруповання і (або) об'єкту класифікації з використанням кодів незалежних угруповань, отриманих при фасетному методі класифікації, і його привласнення.

*Порядковий метод кодування* - утворення коду із чисел натурального ряду і його привласнення.

*Серійно-порядковий метод кодування* - утворення коду із чисел натурального ряду, закріплення окремих серій або діапазонів цих чисел за об'єктами класифікації з однаковими ознаками і його привласнення.

*Перекодування* - привласнення закодованому класифікаційному угрупованню або закодованому об'єкту класифікації нового коду.

*Таблиця перекодування* - таблиця відповідності кодів одних і тих же класифікаційних угруповань і (або) об'єктів класифікації з різних класифікаторів.

### 7.3.3 Організаційні аспекти класифікації

*Класифікатор* - офіційний документ, який представляє систематизоване зведення найменувань і кодів класифікаційних угруповань і (або) об'єктів класифікації.

*Позиція класифікатора* - найбільша кількість позицій, яка може містити класифікатор.

*Ємкість класифікатора* - кількість вільних позицій в класифікаторі.

*Впровадження класифікатора* - проведення комплексу заходів, що забезпечують використання класифікатора в призначеній сфері діяльності.

*Ведення класифікатора* - підтримка класифікатора в достовірному стані.

*Категорія класифікатора* - ознака, яка вказує на приналежність класифікатора до певної групи залежно від рівня його затвердження і сфери використання.

*Державний класифікатор* - класифікатор, затверджений для використання в автоматизованих системах управління різних міністерств (відомств).

*Галузевий (відомчий) класифікатор* - класифікатор, введений в установленому порядку для використання в автоматизованій системі управління галузі міністерства (відомства).

*Класифікатор підприємства* - класифікатор, введений в установленому порядку для використання в автоматизованій системі управління підприємством (АСУП).

*Єдина система класифікації інформації* - сукупність державних класифікаторів інформації, що взаємопов'язані.

*Реєстрація класифікатора* - привласнення затверженому класифікатору реєстраційного номера і запис необхідних відомостей про нього в реєстр.

### 7.3.4 Особливості створення системи класифікації

Створення системи класифікації на підставі базових понять має деякі особливості. Система класифікації визначається і характеризується використаним методом класифікації, ознаками класифікації (покладеним в основу виділення класифікаційного угруповання), їх послідовністю і

кількістю рівнів (рівнів) класифікації, а також кількістю угруповань (ємкістю).

*Метод класифікації* — це по суті сукупність правил створення системи класифікаційного угруповання і їх зв'язки між собою.

*Ієрархічний метод класифікації*. Ієрархічний метод класифікації характеризується тим, що початкова множина об'єктів послідовно розділяється на угруповання (класи) першого рівня розділення, далі угруповання першого рівня розділяється на угруповання наступного рівня і так далі. Кожне угруповання розділяється на угруповання наступного рівня. Сукупність угруповань утворює при цьому ієрархічну деревовидну структуру.

Кількість рівнів класифікації визначає глибину класифікації. Кожне угруповання може розділятися на угруповання нижчого рівня з використанням своєї ознаки, глибина класифікації в кожній гілці ієрархічної структури може бути різною.

При використанні ієрархічного методу необхідно дотримуватись таких основних правил:

- 1) розділення кожного угруповання виконується тільки за однією основною ознакою;
- 2) пересічення множини об'єктів не допускається, на кожному рівні класифікації угруповання не повинні повторюватися;
- 3) класифікація повинна охоплювати всю множину об'єктів.

Найбільш істотними і складними питаннями, які з'являються при використанні ієрархічного методу класифікації, є вибір системи ознак, які стануть основою розділення, а також їх послідовність. Вибрані ознаки мають бути визначальними в розв'язуванні конкретного картографічного завдання, для якого створюється ця система класифікації. Позитивною рисою ієрархічного методу класифікації є його пристосованість до ручної обробки, структурність, велика інформативність кодів, які несуть смислове навантаження. У той же час, ієрархічний метод класифікації має недоліки, які інколи ускладнюють його використання:

- метод має жорстку структуру, яка зумовлена фіксованістю ознак і їх послідовністю;
- зміна хоч би однієї ознаки наводить до перерозподілу класифікаційних угруповань;
- метод в деяких випадках ускладнює автоматизовану обробку, оскільки утворюється нестандартний розподіл послідовності ознак.

*Фасетний метод класифікації.* При використанні фасетного методу початкова множина об'єктів може незалежно розділятися на класифікаційні угруповання з використанням однієї з вибраних ознак. Кожна ознака фасетної класифікації відповідає фасеті, яка є списком значень ознаки класифікації, що іменує. Наприклад, ознака "колір" містить такий список фіксованих значень: червоний, жовтий, зелений, блакитний, білий, чорний. Слід звернути увагу, що в приведеній фасеті "колір" відсутній колір помаранчевий тому, що він не був об'єктом класифікації.

Система класифікації фасетним методом може бути представлена переліком незалежних фасетів (списків), які містять значення ознак класифікації. Будь-яке угруповання в системі класифікації може бути визначене однією ознакою або набором ознак об'єктів класифікації. При вживанні фасетного методу класифікації слід дотримуватись таких основних правил:

- ознаки, які використовуються в різних фасетах, не повинні повторюватися (принцип взаємного виключення фасетів);

- зі всяких ознак, які характеризують множину об'єктів класифікації, відбираються і фіксуються тільки істотні, які забезпечують рішення конкретної задачі.

Фасетний метод класифікації не має недоліків ієрархічного методу. Він особливо ефективний при функціонуванні комп'ютерних інформаційних систем.

Кодування. Кодування призначене для формалізованого опису об'єктів класифікації, найчастіше у вигляді цифрових кодів. Таке представлення найприйнятніше для підвищення ефективності автоматизованої обробки економічної інформації.

В процесі кодування інформації необхідно вирішити три основні завдання:

- 1) однозначного позначення (ідентифікації) кожного об'єкту заданої множини;

- 2) кодування деякої сукупності властивостей (атрибутів) об'єкта;

- 3) забезпечення ефективності і інформаційної надійності переробки інформації.

Основною вимогою, яку ставлять до кодування, є однозначне представлення кожного об'єкту кодованої множини, тобто кожному об'єкту множини повинен відповідати єдиний код. Код будь-якого об'єкту може складатися з ідентифікаційної частини, інформаційного блоку, який

містить набір кодів, що відповідають властивостям даного об'єкту, і додаткових розрядів або блоків, які забезпечують захист всіх кодів від можливої похибки.

При кодуванні сукупності властивостей об'єктів, тобто при створенні інформаційного блоку, рекомендують застосовувати два основних методи створення коду: *послідовного кодування* на основі використання ієрархічної класифікації і *паралельного кодування* на основі фасетної класифікації.

У кожній гілці ієрархічної класифікації, як правило, використовується своя сукупність властивостей. В разі послідовного кодування код угруповання створюється на основі коду угруповання попереднього рівня додаванням до нього ще одного розряду (або групи розрядів). При використанні послідовного методу логічно будується код (кодова комбінація), який має велику інформативність. Але код при цьому дуже громіздкий і має складну структуру. Його доцільніше використовувати тільки в тих випадках, коли інформація змінюється в незначних розмірах або зовсім не змінюється протягом довгого часу використання класифікаторів, наприклад при розробці загальнодержавних класифікаторів.

При використанні фасетної класифікації кожне угруповання системи класифікації відповідає деякій сукупності значень властивостей об'єктів. При цьому кожне угруповання першого рівня розділення відповідає одному значенню, другого — значенню двох властивостей і т. п.

Класифікація і кодування — це невіддільний елемент створення і функціонування комп'ютерної інформаційної системи. Метою класифікації і кодування є впорядкування і узгодження різних предметів, понять, властивостей або інших елементів інформації. Використанням кодів можна значно скоротити об'єми інформації і трудомісткість її обробки на всіх етапах технологічного процесу автоматизованої обробки даних. Тому питанням розробки раціональних класифікаторів під час проектування інформаційної системи приділяється велика увага.

Розробка класифікаторів базується на врахуванні наступних принципів:

- 1) забезпечення в класифікаторі виділення державного, відомчого і місцевого аспектів управління;
- 2) вміст назв одиниці інформації повинен відповідати вимогам державних стандартів або керівних технічних документів;

3) класифікатор повинен забезпечити рішення всієї задачі в інформаційній системі при мінімальній значності коду. Велика значність коду ускладнює заповнення документів, затрудняє їх перевірку, збільшує витрати часу на підготовку інформаційних масивів;

4) побудова системи класифікації і кодування потребує підтримки принципу взаємно однозначної відповідності класифікаційній номенклатурі. Кожен код повинен позначати тільки один об'єкт класифікації;

5) система класифікації повинна забезпечити всі види угруповань кодованих елементів, необхідних для відповідних розрахунків;

6) система класифікації і кодування повинна забезпечити необхідний резерв з метою внесення номенклатури, які тільки що виникли, без зміни структури класифікатора;

7) важливою вимогою є стабільність коду. Код об'єктів, які вибули, не повинно привласнювати новій позиції;

8) система кодування повинна забезпечити можливість виявляти помилку програмним засобом, яка виникає при введенні або записі кодів. Цього можна досягти внесенням до коду контрольного розряду;

9) для забезпечення сумісності інформаційної системи різних рівнів управління коду по ряду номенклатури мають бути єдиними для всіх об'єктів управління. Єдність кодів для різних рівнів управління забезпечується впровадженням Єдиної системи класифікації і кодування картографічної інформації.

Вимоги, які відносяться до побудови класифікаторів, різноманітні. Враховуючи це при розробці класифікаторів у кожному конкретному випадку необхідно вибирати оптимальний варіант, який дозволяє за допомогою обчислювальної техніки переробляти інформацію з мінімальними витратами.

#### **7.4 Класифікатор топографічної інформації**

Класифікатор топографічної інформації є складовою Єдиної системи класифікації і кодування картографічної інформації, призначеної для формалізованого представлення сукупності даних (документальних і фактографічних), які використовуються в автоматизованих засобах обробки картографічної інформації.

Класифікатор топографічної інформації призначений для використання в автоматизованих системах обробки топографічної інформації і служить для формалізованого представлення даних про елементи і об'єкти місцевості, які відображаються на топографічних планах масштабів 1:500 - 1:5 000.

За змістом Класифікатор являє собою систематизоване зведення кодових позначень елементів і об'єктів місцевості, а також ознак, які характеризують ці об'єкти при відображенні відомостей про місцевість на топографічних планах.

Топографічна інформація, яка включена до Класифікатора, розділена на дві пов'язані між собою частини:

- інформація безпосередньо про елементи, об'єкти місцевості, яка вміщує відомості про основні ознаки і постійні властивості, однозначно визначає об'єкт у загальній системі класифікації;
- інформація про змінні властивості, які характеризують об'єкт і його відношення до інших об'єктів.

В основу побудови Класифікатора покладено *ієрархічний метод* класифікації інформації першого типу і *фасетний метод* класифікації інформації другого типу.

Вся інформація першого типу на вищому ступені ієрархії розділена на вісім класів за елементами змісту топографічних планів. Розвинення кожного класу в глибину і ширину неоднакове і залежить від ступеня взаємозв'язку об'єктів і вибраних ознак класифікації. На нижчому ступені класифікації кожного елемента змісту знаходиться сукупність однотипних елементарних об'єктів плану, які є мінімальною величиною (одиницею) даних про місцевість, що трансформуються в процесі обробки картографічної інформації. Кожний елементарний об'єкт плану вміщує заздалегідь визначений набір характерних ознак (кількісних і якісних), які не використовувалися як ознака класифікації. Кількість цих ознак і їх смислове значення різні і залежать від типу об'єкта. В цілому система класифікації елементів і об'єктів місцевості, які відображаються на топографічних планах, характеризується такими показниками:

- максимальна кількість рівнів класифікації (глибина) — 8;
- максимальне число класифікаційних угруповань на одному рівні - 9.

Система кодування інформації про елементи і об'єкти місцевості, включених до Класифікатора, побудована на загально прийнятій системі класифікації.

Для ієрархічної системи класифікації застосовується послідовний метод кодування. Алфавітом коду служать десяткові цифри з основою коду рівною 10. Довжина коду постійна. Кодова позначка являє собою послідовність восьми однозначних розрядів. Значення розрядів понижується зліва направо. Кожна цифра вищого розряду вказує на належність об'єкта (або кваліфікаційного угруповання) до визначеного елемента змісту, друга цифра означає номер класифікаційного угруповання другого ступеня класифікації і так далі до останнього ступеня. У тих випадках, коли поділ на елементарні об'єкти проходить на більш високих рівнях класифікації, то в нижчих розрядах у кодові позначки, які залишилися, заносяться нулі.

Для фасетної системи класифікації властивостей, які характеризують елементи і об'єкти місцевості, застосовується паралельний метод кодування однотипних ознак, кожна з яких об'єднує окрему групу властивостей. Послідовність кодів характеристик об'єктів у загальній структурі кодового опису інформації може бути довільний при запису коду об'єкта. Для кодування смислових значень ознак (наприклад, вид рослинності, матеріал споруди і таке інше), які характеризують об'єкти, використовуються методи серійно-порядкової і порядкової реєстрації.

Взагалі повний кодовий опис кожного конкретного елементарного об'єкта плану буде складатися з двох частин:

- ідентифікаційної частини — коду даного об'єкта;
- інформаційної частини — кодів, характеризуючих ознак і смислових значень цих ознак (кодів ознак).

Класифікатор топографічної інформації складається з двох частин і додатка. Перша частина вміщує перелік найменувань об'єктів класифікації і їх кодових позначок, а також сукупність кодів ідентифікаційних ознак, які характеризують об'єкт класифікації. Перелік об'єктів класифікації складено в порядку зростання їх кодів. Ця частина Класифікатора складається з трьох блоків:

- блок 1 — ідентифікаційні коди об'єктів;
- блок 2 — найменування класифікаційних угруповань і об'єктів класифікації;
- блок 3 — коди ознак, які характеризують об'єкти класифікації.



У блоці 3 подано повний набір ознак, які властиві даній групі елементарних об'єктів, з якого в процесі кодування вибираються ознаки, властиві конкретному елементарному об'єкту з урахуванням наявних про нього відомостей. Класифікатор передбачає також можливість кодування узагальненої інформації про об'єкти місцевості. При цьому рівень узагальнення може відповідати одному із прийнятих класифікаційних угруповань, а набір характерних ознак - сукупності ознак, властивих всім об'єктам, які входять у вибране класифікаційне угруповання. Друга частина Класифікатора містить перелік ознак, які характеризують об'єкти класифікації, смислових значень ознак та їх кодових позначень. Вона складається з чотирьох основних блоків:

- блок 1 — коди характерних ознак;
- блок 2 — найменування ознак, які характеризують об'єкт класифікації;
- блок 3 — смислові значення характерних ознак;
- блок 4 — коди смислових значень.

Для зручності в користуванні друга частина Класифікатора доповнена блоком, який пояснює відношення ознак до названих елементів змісту. Перелік найменувань ознак, які характеризують елементарні об'єкти, складено в алфавітному порядку. У блоці 3 наведено перелік смислових значень ознак, які характеризують якісну сторону об'єкта. При кодуванні ознаки, яка характеризує об'єкт у кількісному аспекті, в кодовому описі об'єкта дано безпосереднє значення кількісної характеристики (висоти, глибини і таке ін.). Винятком є значення характеристики 38 (кількість жителів), значення якої дається в десятках при кількості жителів до ста тисяч осіб і в тисячах із знаком "-", якщо кількість жителів більше ста тисяч осіб. В додатку до Класифікатора подано перелік ознак, які характеризують об'єкти класифікації, в якому найменування характерних ознак розміщені в порядку зростання їх кодів.

У процесі побудови формалізованих описів інформації про об'єкти місцевості запис кодової комбінації здійснюється з використанням роздільних знаків, які забезпечують розрізнення початку і кінця запису, розділення ідентифікаційної (коди об'єктів) та інформаційної (коди характеристик) частин в загальному кодовому описі, а також розрізнення кодового опису однієї характеристики від другої або коду характеристики від коду смислового значення.

## Питання для самоперевірки

1. Що таке класифікація?
2. Яке значення має класифікація для геоінформаційних систем?
3. Що являє собою єдина система класифікації картографічної інформації?
4. Терміни і визначення класифікації.
5. Терміни і визначення кодування.
6. Що таке класифікатор?
7. В чому полягає ієрархічний метод класифікації?
8. Яких правил необхідно дотримуватись при ієрархічному методі класифікації?
9. В чому полягає фасетний метод класифікації?
10. Який метод кодування застосовується для ієрархічної системи класифікації?

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### Основна література

1. Шевченко Р. Ю. Картографія: електронний підручник. Київ: ЦНМВ «Кий», 2015. 230 с. <http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/kart.pdf>
2. Світличний О. О., Плотницький С.В. Основи геоінформатики: навчальний посібник. Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. 295 с
3. Андрейчук Ю. М., Ямелинець Т. С. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі: навчальний посібник. Львів: «Простір-М», 2015. 284 с. [https://shron1.chtyvo.org.ua/Andreichuk\\_Yurii/HIS\\_v\\_ekolohichnykh\\_doslidzhenniakh\\_ta\\_pryrodookhoronni\\_spravi.pdf](https://shron1.chtyvo.org.ua/Andreichuk_Yurii/HIS_v_ekolohichnykh_doslidzhenniakh_ta_pryrodookhoronni_spravi.pdf)
4. Гумська О. В., Шкурченко Ю. В. Цифрове картографування: конспект лекцій. Львів: Рукопис, 2007. 56 с.

5. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Лазоренко-Гевель Н. Ю. Основи ГІС. Стандартизація географічної інформації: навчальний посібник. Київ: КНУБА, 2021. 152 с.

### Додаткова література

7. Бурачек В. Г., Железняк О. О., Зацерковний В. І. Основи геоінформаційних систем. Ніжин: ТОВ «Видавництво«АспектПоліграф», 2011. 512 с.

8. Афанасьєв О. В., Нестеренко С. Г. Картографія. Картографія і топографія: конспект лекцій для студентів денної форми навчання першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальностями 193 – Геодезія та землеустрій) і 101 – Екологія / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. 106 с.

9. Лазоренко-Гевель Н., Карпінський Ю. Кінь Д. Особливості створення (оновлення) цифрових топографічних карт для формування основної державної топографічної карти. Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва, випуск I (41), 2021. С. 113-122. <http://zgt.com.ua/wp-content/uploads/2021/05/16.pdf>

10. Божок А. П., Осауленко Л. Є., Пастух В. В. Картографія: підручник. Київ: Фітосоціоцентр, 1999. 182 с.

11. Павленко Л. А. Геоінформаційні системи: навчальний посібник. Харків: «ХНЕУ», 2013. 259 с. <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/11971>

12. Грицьків Н. З., Колб І. З. Створення та редагування цифрового класифікатора: методичні вказівки до лабораторної роботи з дисципліни "Цифрове картографування". Львів: НУ "Львівська політехніка", 2003. 12 с.

13. Електронна версія довідника розроблена за підтримкою спільного українсько-шведського проекту "Створення умов для впровадження національної інфраструктури геопросторових даних в Україні". Київ: Міністерство екології та природних ресурсів України, 2001. [https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart\\_norms/umo\\_vni\\_znaky\\_500-5000.pdf](https://gki.com.ua/files/uploads/documents/Norms/Ukrgeodesykart_norms/umo_vni_znaky_500-5000.pdf)

14. Карпінський Ю. О., Лященко А. А., Волчко Є. П. Стандартизація географічної інформації. Міжнародний досвід та шляхи розвитку в Україні. *Вісник геодезії та картографії*. 2002. 3. С 32-38.

15. Тумська О. В., Грицьків Н. З. Побудова класифікатора картографічної інформації: методичні вказівки до лабораторної роботи з курсу "Цифрове картографування" Львів: НУ "Львівська політехніка", 1999. 8 с.

16. Геоінформаційні системи і бази даних: монографія. Кн. 2 / В.І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 237 с.

Навчальне електронне видання

**ДАНІЛОВА Наталія Василівна**

**ЦИФРОВІ ПЛАНИ І КАРТИ**

Конспект лекцій

**Видавець і виготовлювач**  
Одеський державний екологічний  
університет вул.Львівська, 15, м. Одеса,  
65016  
тел./факс; (0482) 32-67-35  
E-mail: [info@odeku.edu.ua](mailto:info@odeku.edu.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої

справи ДК № 5242 від 08.11.2016