

Міністерство освіти і науки України
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича

**П.О. Сухий, М.Д. Заячук,
Д.М. Проданюк, Ю.І. Сендзік**

КАРТОГРАФІЯ

Навчально-методичний посібник



Чернівці
Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича
2024

УДК 528.91(075.8)
С-912

Друкується за ухвалою вченої ради
Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича
(протокол № 6 від 29 червня 2023 року)

Рецензенти:

Денисик Г.І., доктор географічних наук, професор, завідувач кафедри географії природничо – географічного факультету Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського, академік Академії наук вищої освіти України;

Кузишин А.В., доктор географічних наук, професор, декан географічного факультету Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Сухий П. О., М.Д. Заячук, Проданюк Д.М., Сендзік Ю.І.
С-912 Картографія : навч.-метод. посібник. Чернівці : Чернівецьк. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2024. 428 с.
ISBN 978-966-423-841-7

У навчально-методичному посібнику розглянуто теоретичні та практичні питання сучасної картографії, структура картографії як науки її зв'язки з іншими дисциплінами. Розкрито класифікаційні ознаки, види і типи географічних карт, математичну основу картографічних творів. Описано елементи картографічного зображення, способи зображення рельєфу, висвітлено сутність, види та фактори генералізації, проектування та складання картографічних творів, методи використання, аналізу та оцінки географічних карт та атласів

Для викладачів і студентів вищих навчальних закладів, які здійснюють підготовку фахівців за спеціальностями: «Геодезія та землеустрій», «Географія», «Науки про Землю», «Середня освіта (географія)», «Туризм і рекреація».

УДК 528.91(075.8)

ISBN 978-966-423-841-7

© П.О. Сухий, 2024
© М.Д. Заячук, 2024
© Д.М. Проданюк, 2024
© Ю.І. Сендзік, 2024
© Чернівецький національний університет
імені Юрія Федьковича, 2024

Зміст

Передмова	4
Тема 1. Вступ до курсу	5
Тема 2. Класифікація, види і типи географічних карт та атласів	26
Тема 3. Математична основа географічних творів	71
Тема 4. Картографічне зображення карт	120
Тема 5. Способи зображення рельєфу	161
Тема 6. Написи на географічних картах	183
Тема 7. Картографічна генералізація	200
Тема 8. Картографічне джерелознавство	220
Тема 9. Проектування, складання та видання картографічних творів	246
Тема 10. Методи використання карт	265
Тема 11. Картографія та геоінформатика	286
Тема 12. Картографія та гео зображення	326
Тема 13. Аналіз та оцінка географічних карт та атласів	353
Тема 14. Картографічний метод дослідження	394
Список використаних джерел	424

Передмова

Картографія є обов'язковим освітнім компонентом при підготовці фахівців спеціальності «Геодезія та землеустрій» та «Географія». Вона дає узагальнене уявлення про класифікацію, види і типи географічних карт, математичну основу, засоби укладення, проектування та методи використання карт і атласів. Способи зображення, картографічну генералізацію та картографічне джерелознавство

Метою навчальної дисципліни є формування у здобувачів вищої освіти систематизованих картографічних знань і вмінь роботи з картографічними творами. Дисципліна знайомить студентів з історичними та сучасним станом і потенціалами розвитку картографії як науки, галузі і виробництва у світлі існуючих теоретико-методологічних концепцій, розриває перспективи картографічного моделювання.

Структурно навчально-методичний посібник складається із 14 взаємопов'язаних елементів та списку використаних джерел.

Окрім традиційних тем, що розглядаються при викладанні картографії, картографічних дисциплін, вміщено теми пов'язані із процесами сучасної інформатизації: «Картографія та геоінформатика», «Картографія та гео зображення». Детально розглядається використання картографічного методу в наукових дослідженнях.

До кожного навчального елементу (теми) у посібнику наведено запитання та завдання для самоконтролю.

При підготовці навчального посібника були використані різні джерела літератури з картографії та суміжних з нею дисциплін.

Написання окремих тем навчально-методичного посібника здійснювалось проф Сухим П.О. (теми 1,2,8,13), доц. Заячуком М.Д. (теми 3,4,6,7,10,12), асистентом Проданюком Д.М.(теми 5,9,11), асистенткою Сендзік Ю.І. (теми 2,13,14).

ТЕМА 1. ВСТУП ДО КУРСУ

- 1.1. Мета, предмет курсу та його зв'язок з іншими дисциплінами.
- 1.2. Визначення картографії, особливості картографії як навчальної дисципліни. Наукові та практичні завдання картографії.
- 1.3. Структура картографії як науки.
- 1.4. Картографія в системі наук та її роль.
- 1.5. Взаємозв'язки картографії, геоінформатики, ДЗЗ та мистецтва.

1.1. Мета, предмет курсу та його зв'язок з іншими дисциплінами

Метою викладання дисципліни є формування у студентів систематизованих картографічних знань та навичок роботи з картографічними творами. Дисципліна знайомить студентів із історичним та сучасним станом і тенденціями розвитку картографії, як науки, галузі і виробництва, у світлі існуючих теоретико – методологічних концепцій, розкриває перспективи картографічного моделювання та вказує на прикладні аспекти застосування отриманих результатів шляхом формування у студентів картографічних вмінь і навичок. Викладання картографії впливає з уяви про неї як про пізнавальну науку, що має за мету відображення і дослідження явищ природи і суспільства – їх розміщення, властивостей, взаємозв'язків, властивостей і змін у часі шляхом використання картографічних творів. При викладанні дисципліни враховується специфіка фаху майбутніх спеціалістів у галузі географії, геодезії та землеустрою.

Картографія має велике значення для фахівців у галузі

геодезії та землеустрою, оскільки:

- ознайомлює студентів із картознавством і загальною теорією картографії, математичною картографією й основами складання карт, методикою картографічного моделювання;
- допомагає студентам розуміти географічні карти і користуватися ними в наукових дослідженнях та практичній діяльності фахівця у галузі землевпорядкування і кадастру;
- охарактеризовує студентам значення картографії у сучасному світі;
- розвиває у студентів уміння складати, аналізувати і використовувати географічні карти різноманітного тематичного змісту, масштабів і призначення.

Історично картографія найбільш близька до географії й геодезії. Значення геодезії для картографії полягає в тому, що вона надає дані про форму й розміри Землі, координати точок земної поверхні, методи вимірювань й просторової фіксації. В основі методів розв'язання наукових і практичних задач картографії лежать закони математики і фізики. Математичні знання використовуються для розробки методів збирання, перетворення, збереження, пошуку, передачі й розповсюдження наукової інформації. Особливо ефективно використання методів і прийомів інформатики, що дозволяють організовувати інформативно – картографічну службу та автоматизувати обробку вимірювальної картографічної інформації. Відомості з астрономії потрібні для розробки й використання астрономічних способів визначення координат земної поверхні, що необхідні для картографічного відображення, перетворення й аналізу геоінформації. Космонавтика, а саме космічні знімання земної поверхні, що виконуються за допомогою фотографічної апаратури та електронно – сканувальних

приладів космічного базування, розміщених на штучних супутниках Землі, пілотованих космічних кораблях та орбітальних станціях, результати дистанційного зондування земної поверхні з космосу є підґрунтям для картографії. Геоморфологія як наука про походження й розвиток рельєфу земної поверхні необхідна картографії для достовірного зображення форм рельєфу на картах й планах. Картографія тісно стикається з такими галузями знань, як геологія, геофізика, метеорологія, гідрологія, синоптика, соціологія, економіка, демографія, статистика та ін.

Зазначимо, у чому полягає значення картографічних знань для фахівців у галузі геодезії, картографії та землеустрою:

1. Філософсько-фундаментальне – розширення відомостей про сприйняття простору;
2. Загальнонауково-пізнавальне у сфері геопросторових даних – даних, які характеризують об'єкти земного і позаземного простору та закономірності їх розміщення в ньому;
3. Конкретно-наукове у сфері геодезії та картографії – формування теоретико-методологічних знань і технологій щодо картографування та картографічного моделювання об'єктів, процесів і явищ;
4. Прикладне – розвиток умінь і навичок шляхом побудови картографічних моделей та подальшого картографічного аналізу взаєморозміщення об'єктів, динаміки процесів тощо у геопросторі з метою раціонального використання природних ресурсів та оптимізації життєдіяльності людини.

1.2. Визначення картографії, особливості картографії як навчальної дисципліни.

Наукові та практичні завдання картографії

Картографія (від карта і ...графія) – наука про географічні карти, методи їх створення і використання. Це найбільш поширене визначення, що відображає її технічні аспекти. Тим часом сучасний погляд на географічні карти як наочні образно – знакові моделі простору приводить до визначення предмета і методу картографії. *Картографія* – наука про відображення і дослідження просторового розміщення, поєднань і взаємозв'язків явищ природи і суспільства (і їх змін в часі) за допомогою картографічних зображень, відтворюючих ті або інші сторони дійсності. Це визначення включає до кола інтересів картографії карти небесних тіл і зоряного неба, а також глобуси, рельєфні карти та інші просторові моделі в картографічних знаках.

Предмет картографії (просторове розміщення, поєднання і взаємозв'язки явищ) і розвиток тематичного картографування дедалі більше відносять її до природничих наук. Термін «картографія» застосовують також до наукової і виробничої картографічної діяльності та її результатів.

Отже, картографія існує в 3-х формах:

1. Наука про відображення і пізнання явищ природи і суспільства за допомогою карт;
2. Область техніки і технології створення і використання картографічних проєкцій;
3. Галузь виробництва, яка випускає картографічну продукцію (карти, атласи, глобуси тощо).

В інших країнах зустрічаються дещо інші значення картографії.

Концепції в картографії

Теоретична концепція – визначена система поглядів на предмет і методи картографії. В ній відображається рівень розуміння і тлумачення процесів, які визначають розвиток картографічної науки і виробництва на даному етапі. Концепції збагачують минулий досвід науки і намагаються оцінити тенденції її розвитку в майбутньому. Але при цьому вони завжди відображають сьогодишнє розуміння стану і перспектив науки. В них фіксуються сучасні погляди і проблеми. Цим пояснюється еволюція концепцій: по мірі набуття нового досвіду, впровадження прогресивних методів і технологій, теоретичні концепції уточнюються, удосконалюються, змінюються (інколи досить суттєво), звільняють місце новим. Це природний шлях розвитку теорії науки.

Сьогодні в картографії сформувались декілька теоретичних концепцій.

1. *Пізнавальна або модельно* – *пізнавальна концепція* розглядає картографію як науку про пізнання дійсності засобами картографічного моделювання, а саму карту – як модель дійсності.
2. *Комунікативна концепція* – картографія розглядається як наука про передачу просторової інформації, а карта – як канал інформації, засіб комунікації. Картографія при цій концепції виступає як галузь інформатики.
3. *Мовна концепція* трактує картографію як науку про мову карти, а карту – як особливий текст, укладений за допомогою умовних знаків. Картографія виступає як галузь лінгвістики, а предмет її дослідження є картографічні знакові системи.

4. У 80-х роках ХХ ст. сформувалася нова *геоінформаційна концепція* картографії. У ній картографія розглядається як наука про системне інформаційно-картографічне моделювання і пізнання геосистем. Карта розглядається як образно-знакова геоінформаційна модель дійсності.

Існують інші погляди на картографію як науку, це *метакартографія* А. Ф. Асланікашвілі, де загальна теорія картографії будується на логіко – філософських принципах відображення, (рис. 1.2.) зосереджує увагу на модельних і комунікативних функціях картографії.

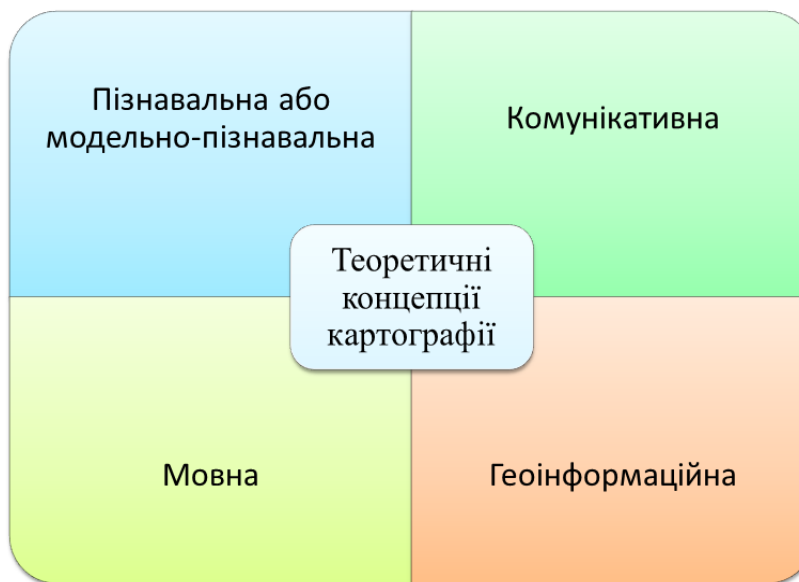


Рис. 1.1. Теоретичні концепції картографії

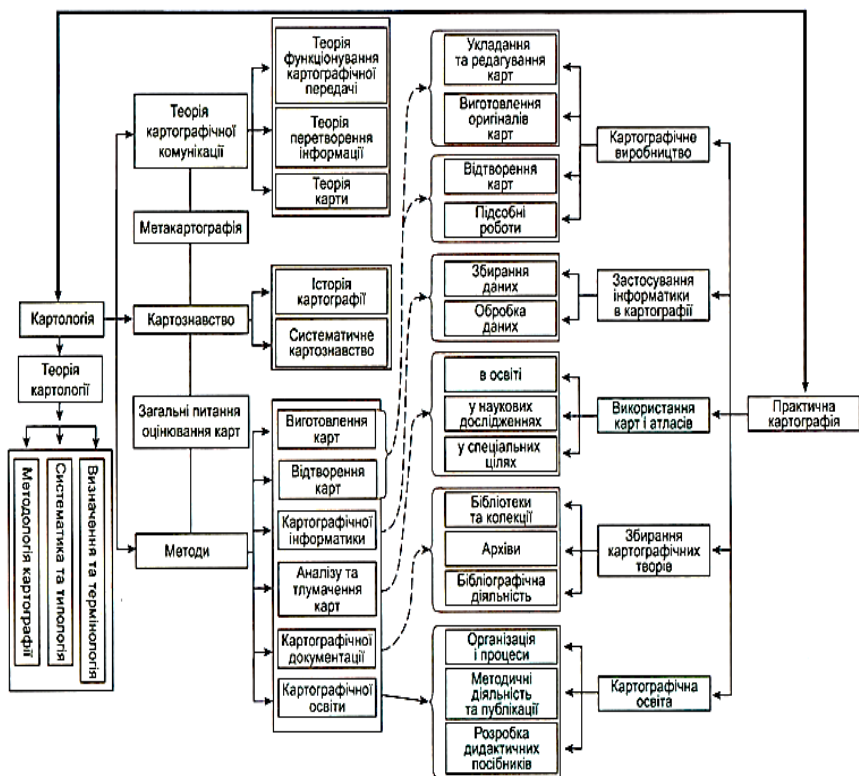


Рис. 1.2. Схема структури картографії

1.3. Структура картографії як науки

Приступаючи до розгляду картографії як науки, області техніки й технології створення карт та як галузі виробництва необхідно ознайомитися з її структурними складовими та поділом за різними класифікаційними ознаками. В умовах сьогодення виокремлюють декілька розділів і галузей картографії.

Загальна теорія картографії (картознавство, вчення про карту) – розділ, в якому розглядаються загальні проблеми, предмет і методи картографії як науки, а також окремі питання методології створення й використання карт, картографічне відображення дійсності, можливості та особливості зображення різних об'єктів, картографічні джерела,

Математична картографія вивчає способи відображення поверхні Землі на площині. Оскільки поверхня Землі має кривизну, її не можна відобразити у площині із збереженням усіх просторових відношень одночасно: кутів між напрямками, відстані та площі поверхні. Можна зберегти лише деякі із цих співвідношень. Важливим поняттям у математичній картографії є картографічна проекція, тобто функція, яка задає відображення географічних координат точок на поверхні Землі на декартові координати площини. Інший важливий розділ математичної картографії – картометрія, що дозволяє за даними карти вимірювати відстані та площі реальної земної поверхні.

Складання та оформлення карт – розділ картографії, (технічного дизайну), що вивчає найбільш адекватні способи відображення картографічної інформації. Ця галузь картографії тісно пов'язана із психологією сприйняття, семіотикою та іншими гуманітарними аспектами.

Оформлення карт та картографічна семіотика – розділ, в якому розглядаються теорія зображувальних засобів, розробляється мова карти, теорія й методи побудови систем картографічних знаків, художнього проектування карт та їх кольорового оформлення. В межах картографічної семіотики вивчають правила побудови знакових систем та користування ними (синтактика), співвідношення знаків з об'єктами, що відображуються

(семантика), інформаційна цінність знаків та їх сприймання користувачами (прагматика).

Видання карт – технічна дисципліна, що вивчає й розробляє технологію друку, розмноження, поліграфічне оформлення карт, атласів та іншої картографічної продукції.

Використання карт – розділ, в якому розробляють теорію й методи використання картографічної продукції в різних сферах наукової, практичної, культурної та іншої діяльності.

Історія картографії вивчає історію ідей, методів картографування, розвиток картографічного виробництва, а також стару картографічну продукцію.

Картографічне джерелознавство – розробляє методи систематизації картографічних джерел, необхідних для створення карт.

Картографічна інформатика вивчає й розробляє методи збирання, збереження та видачі споживачам інформації про картографічні твори і джерела.

Картографічна топоніміка – дисципліна, що вивчає географічні назви, їх змістове значення з точки зору правильної передачі на картах.

Економіка і організація картографічного виробництва – галузева економічна дисципліна, яка займається економічними питаннями, організацією виробництва, маркетингом та менеджментом.

Також існує поділ картографічної науки за змістом:

– *картографія топографічна і загальногеографічна*, завданням якої є зображення земної поверхні на картах;

– *галузева* (тематична) картографія відповідно до особливостей картографованих об'єктів або явищ: виокремлюють геологічну, геоморфологічну, ґрунтів, кліматичну, геоботанічну, зоогеографічну, ландшафтну,

економічну, населення, медико-географічну, історичну, землевпорядну та ін.

За методом проведення картографічних робіт розрізняють картографію наземну, аерокосмічну та підводну.

За об'єктом картографування виділяють картографію географічну (земну) та космічну.

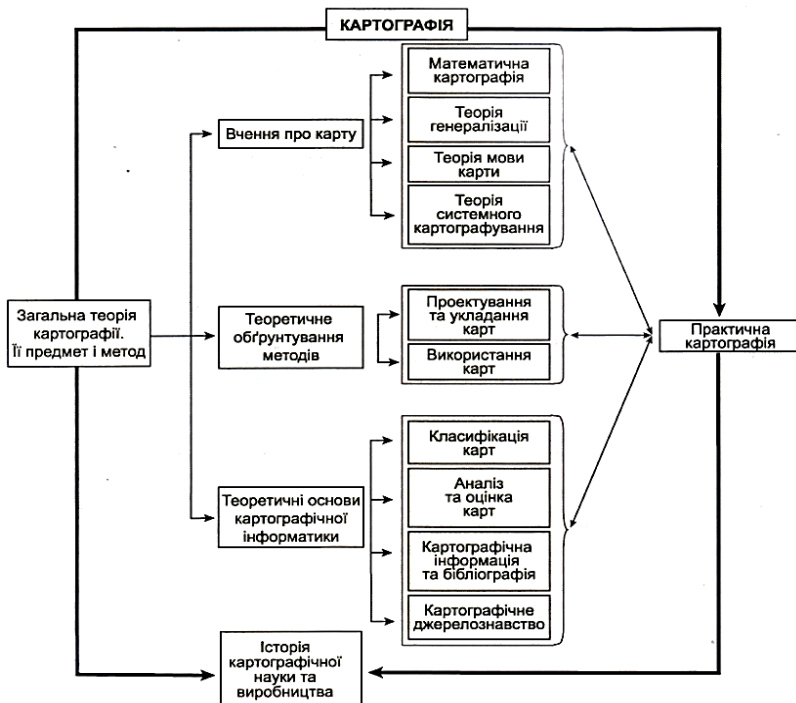


Рис. 1.3. Логічна структура картографічної науки (теорія, методи, знання) за К.О. Саліщевим

Недавно з'явилася *комп'ютерна картографія*, яка займається комп'ютерною обробкою картографічних даних.

У зв'язку з поширенням комп'ютеризації вживають спроби розширити уявлення про картографію і включити в її інтереси не тільки створення електронних карт, але і формування баз і банків цифрової картографічної інформації. Але так чи інакше у всіх випадках підкреслюється, що картографія це область науки, техніки і виробництва, іноді додають і мистецтво, а також те, що вона має справу не тільки зі створенням, а й із використанням карт.

1.4. Картографія в системі наук та її роль

Картографія – галузь науки, що включає вивчення, створення й використання картографічних творів. Складовою частиною поняття «картографія» є слово «карта» (в перекладі з грецької означає аркуш папірису для письма). *Картографія* – наука про відображення і дослідження об'єктів природи і суспільства (їх розміщення, властивостей, взаємозв'язків, змін у просторі і часі) за допомогою карт та інших картографічних моделей. Предметом картографії є об'єкти природи і суспільства – їх властивості, взаємозв'язки, зміни у просторі і часі. Саме відображення змін об'єктів в просторі (або просторових відношень об'єктів) відрізняє картографію від інших наук, що вивчають ті ж самі об'єкти (географії, біології, фізики, історії).

Сучасна картографія має міцні двосторонні контакти з багатьма філософськими, природними і технічними науками та науковими дисциплінами (рис. 1.4). Картографія користується їхніми досягненнями, запозичує нові ідеї та технології і водночас сприяє розвитку їх теорії і методології.



Рис. 1.4. «Картографія в системі наук»

У найближчому контакті з картографією знаходяться *науки про Землю і планети* – великий і сильно розгалужений комплекс географічних, геолого – геофізичних, екологічних, планетарних галузей знань, для яких картографія служить одним з головних методів пізнання і засобів систематизації даних. Основна область взаємодії – тематичне картографування природи і методи використання карт. Сьогодні неможливо навіть уявити розвиток наук про Землю у відриві від картографії. Більш того, формування багатьох галузей науки відбулося завдяки картографічному методу. Картографування стало, зокрема, базою для дослідження дна океану і поверхні інших планет, розвитку морфометрії рельєфу, медичної географії та ін. Одночасно спостерігається й інша тенденція: багато нових галузей тематичної

картографії виникають на стиках з науками про Землю, і в результаті з'являються карти нового типу, нові методи картографування і способи використання карт. Мабуть, найяскравіший приклад у цьому відношенні – стрімко розвивається еколого – географічне картографування.

Соціально-економічні науки – економіка, соціологія, демографія, історія, археологія, регіональна політика, етнографія і багато споріднених їм дисципліни так само, як і науки про Землю (і в комплексі з ними), утворюють основу для тематичного картографування та використання карт. Надаючи цим наукам інструмент просторового дослідження, картографія сама збагачується новими методами (наприклад, економіко-математичного моделювання, мережевого планування), розробляються нові типи картографічних творів.

Логіко-філософські науки – теорія відображення, теорія моделювання, формальна логіка, системний аналіз активно контактують з картографією при розробці її теоретичних концепцій, знакових систем (тут необхідно нагадати про зв'язки з лінгвістикою і семіотикою), проблем і методів моделювання і системного картографування. При дослідженні проблем сприйняття картографічного зображення увагу привертають методи психології.

Астрономо-геодезичні науки – астрономія, геодезія, гравіметрія, супутникова геодезія, топографія надають картографії дані про фігуру і розміри Землі і планет, утворюють базу для складання загально – географічних і тематичних карт. При створенні математичної основи карт необхідні результати астрономо – геодезичних спостережень, дані супутникової геодезії, супутникового позиціонування. Основою для будь-яких великомасштабних карт завжди служать топографічні знімання місцевості.

Математичні науки – математичний аналіз, аналітична геометрія, сферична тригонометрія, статистика і теорія ймовірностей, неевклідова геометрія, теорія множин, математична логіка, теорія графів, теорія інформації та ряд інших математичних дисциплін безпосередньо контактують з картографією. Математика та картографія об'єднані міцними історичними зв'язками. Сьогодні математичні дисципліни активно використовують при розробці картографічних проєкцій, математико – картографічному моделюванні, створенні алгоритмів і програм картографування та використання карт, картографічного виробництва, формуванні інформаційно – пошукових систем. Не існує жодного розділу математики, який так чи інакше не контактував із сучасною картографією.

Техніка та автоматика – приладобудування, електроніка, напівпровідникова і лазерна техніка, хімічна технологія, матеріалознавство, поліграфія та багато інших галузей складають технічну базу створення, видання та використання карт та інших картографічних творів. Зв'язки з технікою проявляються у вдосконаленні і створенні нового картографічного обладнання, приладів, автоматичних систем і матеріалів, в оптимізації виробничих процесів і техніко – економічних параметрів картографічного виробництва. В останні роки особливої значимості набули контакти з теорією систем управління, кібернетикою та інформатикою. Завдяки цьому картографія збагатилася багатьма кращими досягненнями сучасної науково – технічної революції.

Дистанційне зондування – комплекс дисциплін, які включають аеро-, космічні та підводні знімання, обробку і дешифрування зображень, фотограмметрію, фотометрію, структурометрію, а також космічне землезнавство і моніторинг. Основна сфера взаємодії – топографічне і тематичне картографування. Дані знімань використовуються для складання, уточнення та

оновлення карт, формування баз цифрової інформації, а карти, в свою чергу, необхідні для прив'язки і дешифрування матеріалів дистанційного зондування.

Зрозуміло, в короткому огляді названі лише основні сфери науки, з якими взаємодіє картографія. Насправді, вона так чи інакше пов'язана практично з усіма галузями знань, навіть з такими, здавалося б, далекими від неї, як медицина, архітектура, геополітика тощо. Нагадаємо: картографія пов'язана з усім: від геології до ідеології.

Методами виконання наукових і практичних завдань в картографії є картографічне моделювання і картографічний метод дослідження, за допомогою яких створюють картографічні моделі, розробляють прийоми їх аналізу, застосування та перетворення з метою вивчення реального світу і набуття нових знань.

Для географії важливе значення має виділення в системі картографії особливого напрямку – *географічної картографії*, суть якої складає відображення і дослідження географічних систем (геосистем). Саліщев К. О., який вперше ввів це поняття в науковий обіг, зазначав, що між географічною картографією і тематичними галузями не можна провести різкої межі, як, скажімо, немає її між фізичною географією та окремими фізико – географічними дисциплінами.

Географічна картографія – наука про відображення та дослідження географічних систем через географічні карти та інші картографічні моделі. Її концепція виражається в системному підході до картографування природних територіальних (ПТК) та соціально-економічних (СЕК) геосистем різної складності та різного просторового охоплення – від місцевого (локального) до планетарного (глобального). Такий підхід зумовлює відображення елементів (компонентів), структури (будови), внутрішніх та зовнішніх зв'язків

картографованої системи, а також факторів (чинників) та процесів, які визначають її функціонування (існування).

Географічна картографія займається дослідженням геосистем в цілому та окремих їх компонентів. Тому, наприклад, геологічну або ґрунтову картографію правомірно розглядати як складові частини в широкому розумінні географічної картографії.

Поряд з географічною існує школа інженерної картографії, де акцент робиться на технічні аспекти і зв'язок з геодезичними науками. Географічний та інженерний напрями відбивають дві сторони розвитку вітчизняної картографії: науково-пізнавальну (переважно дослідну) та науково – технічну (переважно виробничу). Якщо перший напрямок розвивається в університетах та академічних інститутах, то другий – в технічних вузах і науково – виробничих організаціях. При всіх відмінностях обидві школи тісно співпрацюють у сфері картографо- геодезичного вивчення країни та створені значущих творів – карт і атласів.

1.5. Взаємозв'язки картографії, геоінформатики, ДЗЗ та мистецтва

Термін «*геоінформатика*» складається з трьох коренів: географія, інформація і автоматика. Сучасну геоінформатику можна представити у вигляді системи, яка охоплює науку, техніку і виробництво. Ця ситуація характерна для нинішнього етапу науково-технічного прогресу, коли відбувається інтегрування науки і виробництва. В аналогічному вигляді існують і картографія, і дистанційне зондування. Мабуть, саме ця троїстість: наука – техніка – виробництво, становить одну з причин наскрізної інтеграції картографії, дистанційного зондування та геоінформатики – галузей, таких близьких за своєю структурою.



Рис. 1.5. Лінійна модель співвідношення картографії (К), дистанційного зондування (ДЗ) і геоінформаційних систем (ГІС)

Геоінформатика як наука має справу з тими ж об'єктами, що й географія, інші науки про Землю, картографія, дистанційне зондування, тобто з природними, економічними та природно – суспільними геосистемами, але використовує при цьому свої особливі засоби і методи. Головні з них – комп'ютерне моделювання і тісно пов'язане з ним геоінформаційне картографування, мова про які піде нижче. Картографія та геоінформатика пов'язані у багатьох відношеннях. Карти і атласи – одні з головних джерел отримання просторової і часової інформації для комп'ютерної обробки. А вся інша «некартографічна» інформація, яка використовується в геоінформаційних системах, все одно так чи інакше прив'язується до карт, причому основою для такої прив'язки служать системи координат, прийняті в картографії. Нарешті, дуже важливо, що просторова інформація найчастіше видається споживачеві в картографічній формі, яка найбільш звична і зручна йому.

Тісна взаємодія, а часом навіть повна інтеграція картографії та геоінформатики відбуваються в усьому світі на рівні державних служб, інформаційних центрів, наукових і виробничих установ, у сфері освіти. Завдяки взаємним контактам обидві галузі відчують потужний технічний підйом і отримують доступ до величезних інформаційних ресурсів. Їх роль в житті і діяльності сучасного суспільства значно зростає.

Прагнення до інтеграції настільки сильне в сучасній картографії та суміжних з нею дисциплінах, що веде до спроб формування синтетичних наукових напрямів. Один із них виник під назвою «*геоматика*» (термін спочатку з'явився в канадській франкомовній науковій літературі), що ніби символізує тісний контакт геонаук та інформатики. У деяких трактуваннях геоматика обіймає і такі дисципліни, як математика, фізика, інформатика, картографія, геодезія, фотограмметрія і дистанційне зондування. В такому розумінні геоматика постає як суперсистема з дуже широким діапазоном – від фізики до геодезії. Але все ж у реальному практичному плані «геоматика» близька до «геоінформатики» і майже співпадає з нею за своїми завданнями, технологіями і методами.

Запропоновано Зацерковним В.І. різні концептуальні моделі зв'язку картографії, дистанційного зондування та геоінформатики (рис.1.5. – рис.1.8). В одних з них домінує картографія, що включає в себе геоінформатику (як автоматизоване картографування) і дистанційне зондування (як джерело даних для картографування). В інших моделях, навпаки, домінує геоінформатика, що охоплює картографію та дистанційне зондування як якісь підсистеми. Але найбільш правильно розглядати ці три дисципліни як самостійні, що частково перекриваються і тісно взаємодіють галузі знань.



Рис. 1.6. Модель домінування картографії



Рис. 1.7. Модель домінування ГІС

Сказаного достатньо, щоб чітко вловити тенденцію до інтеграції геодезії, картографії, дистанційного зондування, геоінформатики та суміжних з ними дисциплін. Це проявляється на всіх рівнях: концептуальному, організаційному, методичному, технологічному і освітньому. Розвиток нових наукових дисциплін і технологій супроводжується сильнішим прагненням до їх синтезу, зведення до спільного знаменника, виключення перекриттів, наслідком чого є системне об'єднання.



Рис. 1.8. Модель потрібної взаємодії

У давні часи креслення і виготовлення карт прирівнювалося до мистецтва. Відомі, наприклад, паралелі між оформленням карт і глобусів великих фламандських

картографів Меркатора і Ортелія і художнім стилем сучасної і голландської школи живопису XVI століття.

Багато старовинних карт і нині день вважаються витворами мистецтва і слугують об'єктом колекціонування поряд зі старовинними картинами і гравюрами. Карті і глобуси нерідко були атрибутами і темами живописних полотен і рисунків. Шану цим сюжетам віддали такі великі живописці середньовіччя як Бернардо Строцці і Марко Базіаті. До створення карти звертались і Рембранд і великі митці епохи Відродження Леонардо да Вінчі і Альбрехт Дюрер. Їхні карти не тільки дорогоцінний витвір мистецтва, але і документальні історичні відомості про стан ландшафтів у XVI – XVII століттях. Тісні зв'язки картографії з живописом не означають, що картографія повністю належить до живопису. Знакові системи і способи оформлення карт розробляються на науковій основі, а самі карти відображають наукове поняття, а не художні образи. В наші дні на оформленні карт позначаються тенденції сучасного дизайну і машинної графіки.

Висновки до теми

Отже, картографія (від карта і ...графія) – наука про географічні карти, про методи їх створення і використання. Це найбільш поширене визначення, що відображає її технічні аспекти. Тим часом сучасний погляд на географічні карти як наочні образно-знакові моделі простору призводить до чіткішого визначення предмета і методу картографії. Картографія – наука про відображення і дослідження просторового розміщення, поєднань і взаємозв'язків явищ природи і суспільства (і їх змін в часі) за допомогою картографічних зображень, відтворюючих ті або інші сторони дійсності.

Картографія має велике значення для фахівців у галузі геодезії та землеустрою, оскільки:

1. Ознайомлює студентів із картознавством й загальною теорією картографії, математичною картографією й

основами складання карт, методикою картографічного моделювання;

2. Допомагає студентам розуміти географічні карти і користуватися ними в наукових дослідженнях та практичній діяльності фахівця у галузі землевпорядкування і кадастру;
3. Висвітлює студентам значення картографії у сучасному світі;
4. Розвиває у студентів уміння складати, аналізувати і використовувати географічні карти різноманітного тематичного змісту, масштабу і призначення.

У зв'язку із поширенням комп'ютеризації вживають спроби розширити уявлення про картографію і включити в її інтереси не тільки створення електронних карт, але і формування баз і банків цифрової картографічної інформації. У всіх випадках підкреслюється, що картографія – це галузь науки, техніки та виробництва, іноді додають – і мистецтво, а також те, що вона має справу не тільки зі створенням, а й з використанням карт.

Запитання та завдання

1. Яка мета та завдання курсу «Картографія»? Опишіть зв'язки картографії з іншими дисциплінами.
2. Дайте визначення терміну «картографія». Зазначте основні види концепцій на предмет та методи картографії.
3. Охарактеризуйте сучасний структурний поділ картографії.
4. Опишіть зв'язки картографії з іншими дисциплінами.
5. Розкрийте зміст понять: «географічна картографія» та «інженерна картографія»

ТЕМА 2. КЛАСИФІКАЦІЯ, ВИДИ І ТИПИ ГЕОГРАФІЧНИХ КАРТ ТА АТЛАСІВ

2.1. Карта як особлива форма представлення знань про реальний світ і просторова модель дійсності.

2.2. Географічні карти: визначення, структурні елементи, властивості, принципи класифікації.

2.3. Класифікація карт за масштабом і територією охоплення.

2.4. Класифікація карт за тематикою.

2.5. Класифікація карт за призначенням. Спільне застосування класифікації.

2.6. Типи географічних карт.

2.7. Географічні атласи: визначення, класифікація та особливості.

2.1. Карта як особлива форма представлення знань про реальний світ і просторова модель дійсності.

Термін «*карта*» з'явився в середні віки, в епоху відродження. До того часу вживалися слова «*tabula*» і «*descriptionis*» (зображення).

Термін походить від латинського «*charta*» (лист, папір), похідного від грецького «*хартес*» – папір з папірусу.

Нині слово «карта» використовується в багатьох мовах світу. У французькій – *carte*, німецькою – *karte*, італійською та португальською – *carta*, голландською – *kaart*, шведською – *karta*, датською – *kort*, турецькою – *harita*. Але не менш поширений термін, похідний від латинського слова «*mapra*», що означало шматок полотна: в англійській мові – *map*, іспанською – *mapa*, польською, чеською, словацькою – *mapa*. У деяких мовах застосовують обидва терміни, наприклад, в англійській терміном

«chart» позначають морські та аеронавігаційні карти, в іспанській слово «сапу» використовують для планів, морських і астрономічних карт.

Міжнародний багатомовний словник технічних термінів з картографії (1973) дає наступне визначення карти: зменшене узагальнене зображення поверхні Землі, інших небесних тіл чи небесної сфери, побудоване за математичними законами на площині, що показує за допомогою умовних знаків розміщення та властивості об'єктів, пов'язаних з цими поверхнями.

Вітчизняні державні стандарти, енциклопедичні видання, довідники та підручники з картографії містять дещо інші трактування, хоч часто вони відрізняються лише редакцією, акцентуючи увагу на тих чи інших властивостях картографічного зображення. По мірі появи нових видів карт, наприклад електронних зображень на екранах комп'ютерів робляться спроби змінити колишні дефініції з урахуванням нових властивостей і особливостей карт.

Найбільш загальне і традиційне визначення таке:

Карта — це математично визначене, зменшене, генералізоване зображення поверхні Землі, іншого небесного тіла або космічного простору, що показує розташування або спроектовані на них об'єктів у прийнятій системі умовних знаків.

Із сучасних загальнонаукових позицій карта — плоска, просторова, математично визначена, генералізована, образно-знакова модель реального світу (окремих його частин чи сторін).

2.2. Географічні карти: визначення, структурні елементи, властивості, принципи класифікації.

Географічна карта – зображення у певному масштабі території земної поверхні на площині, виконане за допомогою умовних знаків із застосуванням картографічної проєкції. Вона показує розміщення, властивості і зв'язки різних природних і соціально – економічних об'єктів та явищ.

Елементи карти – це її складові частини, які включають саме картографічне зображення, легенду та за рамкове оформлення (рис. 2.1 та рис. 2.2). Основний елемент – це картографічне зображення, тобто зміст карти, відомості про об'єкти і явища, їх розміщення, властивості, взаємозв'язки, динаміку. Важливий елемент кожної карти – легенда, тобто система використовуваних на ній умовних і текстових позначень до них. До додаткових даних відносять фотографії, діаграми, графіки, профілі, текстові і цифрові дані.

На різних типах карт картографічне зображення різниться за багатьма ознаками. На топографічних картах зображуються водні об'єкти, рельєф, рослинний покрив, ґрунти, населені пункти, шляхи сполучення і засоби зв'язку, деякі об'єкти промисловості, сільського господарства, культури тощо. На тематичних картах основним змістом є корисні копалини, ґрунти, тваринний світ, розміщення закладів промисловості інфраструктури чи інших об'єктів. Берегова лінія, річкова мережа на тематичних картах є другорядними елементами, важливими для орієнтування і прив'язки до місцевості інших елементів змісту. Це – географічна основа. Вибираючи елементи географічної основи, враховують їх взаємні зв'язки з явищами, які становлять тему карти. Наприклад, на карті паливної промисловості відображають родовища горючих корисних копалин. Географічна основа має сприяти розумінню не лише розміщенню об'єктів основного

змісту карти, але й причини цього розміщення. Тому на картах відображають такі елементи географічної основи, як річкову мережу, основні населені пункти, шляхи сполучення.

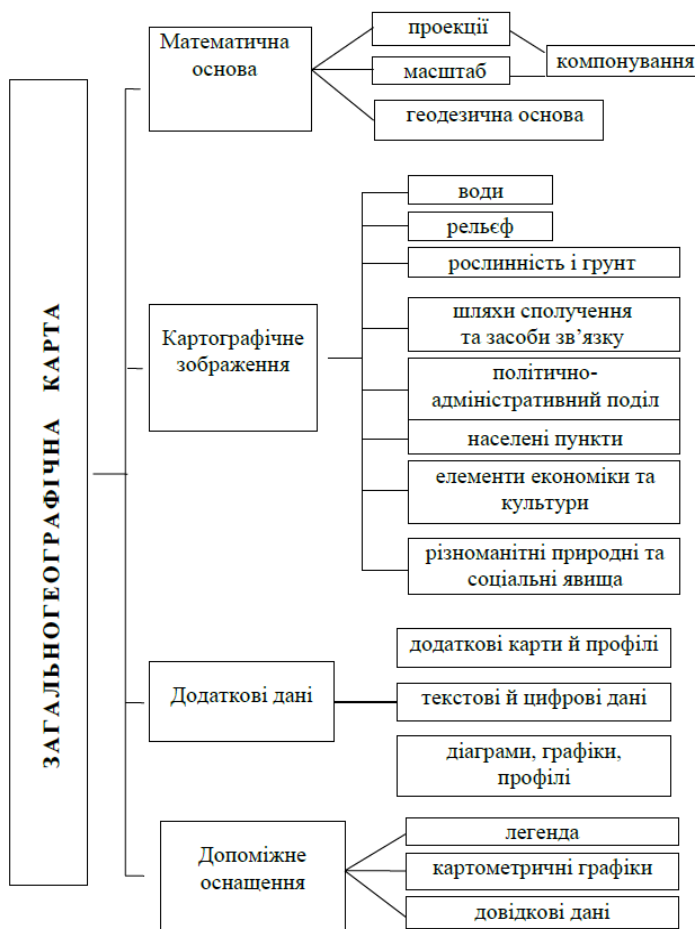


Рис. 2.1. Схема елементів загальногеографічної карти (за О.М. Берлянтом)

Оснащення карти (equipment of map) – графічні елементи і пояснення, які розміщуються на карті для полегшення користування нею. До оснащення карти відносять: координатні сітки, легенду карти; числовий, лінійний (графічний) та іменований масштаби карти; а також шкалу закладень (slope diagram) – графік, що використовується для визначення кутів нахилу схилів за горизонталями на топографічних картах; схему магнітного відхилення (magnetic declination diagram) і схему зближення меридіанів (declination diagram); схеми розташування сусідніх аркушів карти (index adjoining sheets); різні шкали тощо. Сюди також відносяться заголовок карти (map title), вихідні дані (imprint), що включають зведення про видавця, дату і місце видання, тиражі карти, інші текстові пояснення, вміщені за рамкою карти. Іноді всі елементи оснащення карти, що розташовані на полях карти, називають зарамкове оформлення карти (marginal information).

Легенда карти (legend, key) – це зведення використаних на ній умовних знаків і текстових пояснень до них, що розкривають зміст карти. Легенда відображає застосовані показники об'єктів, ступінь узагальнення поданих на карті відомостей. Послідовність розміщення умовних знаків у легенді, їх підпорядкування, підбір зображувальних засобів, що відповідають існуючим науковим класифікаціям об'єктів картографування і правилам, за якими розміщують елементи легенди. Легенди загальногеографічних (особливо топографічних) карт мають вигляд зброшурованих таблиць, які розміщуються на окремих аркушах. На тематичних картах легенди розміщують, як правило, на самому аркуші карти.

Використання умовних знаків дозволяє:

а) сильно зменшувати картографічне зображення, щоб охопити на карті одним поглядом необхідну частину або

навіть всю земну поверхню, відтворюючи при цьому ті об'єкти місцевості (або особливості картографованих явищ);

б) відображати на карті рельєф земної поверхні (наприклад, за допомогою горизонталей), тобто передавати нерівності в плоскому зображенні;

в) не обмежуватися відображенням на карті тільки зовнішнього виду (поверхні) предметів (явищ), а вказувати їх внутрішні, корінні властивості (наприклад, морські карти показують підводний рельєф, осадові відклади морського дна, температури і солоність водних мас і багато іншого, тоді як аерознімки у кращому випадку дадуть певне уявлення про відмінність поверхневих вод і виділять зони малих глибин);

г) показувати поширення явищ, які не сприймаються нашими органами відчуттів (наприклад, магнітне схилення, аномалії сили тяжіння тощо), і робити доступним для огляду недоступні безпосередньому сприйняттю зв'язки і відносини (наприклад, зв'язки між джерелами сировини і підприємствами з їх переробки);

д) виключати малозначущі блоки, зокрема й деталі, властивості одиничних предметів (явищ), і виділяти їх загальні та суттєві ознаки (наприклад, характеризувати населені пункти за чисельністю населення та адміністративним значенням, відмовляючись від передачі їх планування).

Додаткові дані карти (additional elements) – це елементи, тематично пов'язані зі змістом основної карти, які доповнюють або пояснюють його, певним чином збагачуючи. До них відносять: додаткові карти (карти-врізки), профілі, розрізи, графіки, діаграми, фотознімки, рисунки, узагальнюючі кількісні показники, пояснювальні тексти тощо.



Рис. 2.2. Складові елементи картографічного зображення

Додаткові карти мають відмінний від основної карти масштаб. У дрібнішому масштабі зазвичай подають додаткову до змісту основної карти інформацію (наприклад, на фізичній карті може бути подана карта природних зон), або вказують розташування зображеної на карті території відносно оточуючого середовища (наприклад, певна область на карті держави). У збільшеному масштабі додаткові карти дають детальніше зображення ділянки, характеристику якої неможливо подати на основній карті в потрібному обсязі. Додаткова карта може мати однаковий з основною картою масштаб, якщо вона відображає частину основної території об'єкта, яка не вміщується на аркуші встановленого розміру. Приклад знайдемо на картах Канади: східна і західна частини країни подаються у різних масштабах через різну господарську освоєність.

Узагальнюючі діаграми в ролі додаткових даних часто мають таку ж форму, що й умовні знаки карти, завдяки чому непідготовлений читач намагається використати їх як легенду.

У наведеному вище визначенні карти зазначені основні її властивості:

1. Відбір і узагальнення зображуваних об'єктів;
2. Системність;
3. Відображення дійсності – передача елементів і зв'язків між ними, математичні закони побудови – застосування спеціальних картографічних проєкцій, що дозволяє перейти від сферичної поверхні Землі до площини карти;
4. Знаковість зображення – використання особливої мови картографічних символів;
5. Генералізованість відображення ієрархії геосистем.

Карта є математично визначеним зображенням. За математичними законами визначається характер відображення розмірів реальних об'єктів під час картографування. Ступінь зменшення зображення при цьому називається масштабом.

Для створення картографічного зображення використовують картографічні умовні знаки (позначення), які забезпечують наочність, зорове сприйняття змісту поданого на карті. Завдяки умовним знакам стає можливим зображення території будь-якого розміру, без втрати притаманних їй ознак, зі збереженням і тих об'єктів, які через їх малі розміри неможливо відтворити на карті внаслідок зменшення зображення. Картографічні умовні знаки являють собою специфічну мову карти. Карта розглядається як образно – знакова модель, що характеризується високою інформативністю, просторово – часовою подібністю до оригіналу, метричністю, особливою оглядовістю і наочністю, що робить її найважливішим засобом пізнання в науках про Землю та суспільних науках.

Карта є узагальненою моделлю геосистеми або її складових. На одній карті неможливо відобразити всі знання

про предмети, явища чи процеси, які цікавлять людину. Застосовується відбір об'єктів картографування, який супроводжується узагальненням їх характеристик.

Процес відбору та узагальнення об'єктів, що подаються на карті, має назву *картографічної генералізації*. Її проводять з урахуванням того, що подаватиметься на конкретній карті, які характерні риси об'єктів, хто користуватиметься картою (школяр, учений, інші користувачі).

Картографічна модель, як і інші моделі, будується за загальнонауковими принципами подібності, аналогії, системності тощо. Таким чином, карта не є простим відображенням місцевості, а зображенням, що логічно опрацьоване і упорядковане картографом. На карті зазвичай представлені не лише факти, але й наукові поняття, узагальнення, гіпотези тощо.

Карті, як моделі, притаманні такі основні цінні гносеологічні (пізнавальні) властивості.

1. *Просторово-часова подібність* картографічного зображення і самого об'єкту – одна із найважливіших властивостей, що простежується у трьох аспектах:

- геометричній подібності розмірів і форм об'єктів, що характеризуються;

- часова подібність, себто відображення на карті стану і розвитку об'єкта в дану мить часу;

- подібність відносин, зв'язків, підпорядкування об'єктів.

2. *Змістовна (змістова) відповідність* – науково-обґрунтоване відображення головних особливостей дійсності із урахуванням генезису, внутрішньої і зовнішньої структури, ієрархії об'єктів.

3. *Абстрактність* – пояснюється тим, що будь-яка карта є не точним відбитком (копією) об'єкта, не його фотографією, а суб'єктивним відображенням об'єктивної реальності.

4. *Генералізованість* (узагальненість карт, перехід від індивідуальних понять до збірних, узагальнюючих, відбір типових характеристик об'єктів і ліквідація (виключення,

вилучення) дрібних, другорядних деталей надають карті абстрактності. Особливо сильно абстрактність простежується на дрібномасштабних синтетичних картах, на картах – висновках.

5. *Синтетичність і вибірковість* – важливі властивості карти, які дозволяють виділити (виокремити) й окремо подати ті чинники, процеси, аспекти об'єктів, які в реальній дійсності простежуються сумісно. Наприклад, можливий показ тільки ухилу місцевості, чи тільки густоти розчленування рельєфу. З іншого боку, карти можуть забезпечити цілісне зображення явищ і процесів, які в реальних умовах простежується ізольовано. Так, карта типів клімату синтезує параметри температурного режиму, зволоження атмосферного тиску тощо.

6. *Метричність* – суттєва властивість карти, що забезпечується математичними законами побудови, точністю складання і відтворення карти. Наявність масштабу, класифікацій, шкал, градацій дозволяє здійснювати на картах різноманітні виміри кількісних (картометричних) показників і визначати певні якісні характеристики. Зокрема, кількісні характеристики можуть бути отримані як в абсолютних одиницях, відносних показниках так і бальних чи рангових оцінках.

7. *Однозначність* – властивість карти як моделі мати тільки єдине значення в кожній точці в межах прийнятої системи умовних позначень. Однозначність простежується у двох аспектах: просторовій однозначності, яка проявляється в тому, що кожній точці карти з координатами X і Y відповідає лише одне значення Z картографованого параметру. В свою чергу знакова однозначність прослідковується в тому, що кожен умовний знак на карті має тільки одне, точно зафіксоване в легенді значення.

8. *Неперервність* – означає, що картографічне зображення присутнє в усіх точках карти. На карті немає розривів і порожнин (за винятком розривів, обумовлених окремими картографічними проекціями).

9. *Наочність* – здатність для зручного зорового сприйняття просторових форм, розмірів розміщення, зв'язків об'єктів. Ця властивість забезпечується продуманим відбором елементів змісту, доцільною генералізацією, ретельним відбором графічних засобів.

10. *Читабельність (читальність)* – властивість карти, що тісно пов'язана з її наочністю і розуміється як візуальна розпізнавальність елементів і деталей картзображення.

11. *Оглядовість* – здатність картографічного твору представити єдиному погляду (огляду) користувача скільки завгодно широкі великі простори, головні закономірності розміщення і взаємозв'язки об'єктів, основні елементи їх структури.

12. *Інформативність* – одна із особливих властивостей карти. На одиниці площі карти розміщується значна кількість позначень, кількісних характеристик і назв. Так, науково – довідкові карти містять сотні умовних знаків на 1 дм². Знаки на карті можуть поєднуватись і перекриватись, що підвищує в кінцевому результаті інформативність карти проте, на будь-якій карті інформація передається не тільки за допомогою умовних знаків, як таких, але й їх просторовим поєднанням (комбінацією). Розрізняють інформацію, що безпосередньо сприймається читачем при читанні (аналізі) карти, і приховану інформацію, яку можна отримати, виконавши по карті ряд певних вимірів, перетворень, логічних розумових висновків. Ця інформація характеризує приховані (неявні) відношення і зв'язки між об'єктами та зображеннями на карті.

Кожен картографічний твір у процесі його використання виконує *певні функції*. Основні з них:

комунікативна – зберігання і передача просторової інформації;

оперативна – безпосереднє вирішення на карті різних практичних задач (навігація, військова справа, надзвичайні ситуації, екологія, сільське господарство та ін.);

конструктивна – застосування карт для розробки і реалізації господарських і соціальних проектів, тобто

проектування і будівництва різних інженерних споруд;

пізнавальна – використання карт для досліджень у просторі й часі об'єктів та явищ природи і суспільства, придбання нових знань про ці об'єкти і явища;

прогностична – використання карт для передбачення явищ природи і суспільства, їх поширення у просторі й зміни в часі, а також їхніх майбутніх станів (прогноз розвитку ерозії, змиву ґрунтів, підтоплення, заболочування, опустелювання, вирубування лісів тощо, на підставі аналізу різночасних карт на ту саму територію).

У самому визначенні карти вказані основні її *властивості*:

- математичний закон побудови – застосування спеціальних картографічних проекцій, дозволяючи перейти від сферичної поверхні Землі до площини карти;

- знаковість зображення – використання особливої умовної мови картографічних символів;

- генералізованість карти – відбір і узагальнення зображуваних об'єктів;

- системність відображення дійсності – передача елементів і зв'язку між ними, відображення ієрархії геосистем.

Класифікація карт – це система, яка являє собою сукупність карт, упорядкованих за будь-якою обраною ознакою. Класифікація має влаштовувати певні вимоги:

1. и резервністю, тобто здатністю включати в себе нові види карт.

Щоб не загубитися у великій кількості географічних карт, необхідна їх класифікація – розподіл карт на групи (види), керуючись тими чи іншими їх ознаками. Наукова класифікація карт: полегшує вивчення властивостей і закономірностей, властивих окремим видам карт; знаходить відображення в організації картографічного виробництва і сприяє його раціональній постановці; необхідна для

каталогізації карт, їх систематичного розміщення і зберігання; нарешті, що особливо важливо для картосховищ, полегшує пошук потрібних карт і видачу їх споживачам. Класифікація є обов'язковою умовою для впровадження автоматизації в інформаційно-картографічні служби.

Карти можуть відрізнятися (класифікуватися) за низкою ознак: *масштабом, територіальним охопленням, тематикою (предметом змісту), призначенням, математичною основою, епохою, мовою та ін.* Найбільш істотні перші чотири з названих ознак, що визначають зміст і характер географічних карт. Класифікації за іншими ознаками є допоміжні, але можуть використовуватися в конкретних цілях. Наприклад, класифікація за епохами зручна для зберігання історичних карт.

Будь-яка наукова класифікація повинна задовольняти ряд логічних вимог.

По-перше, обов'язкова послідовність переходу від загального поняття (наприклад, класу) до часткових (підкласу, роду і виду). Поступовість розчленування широкого поняття на більш вузькі. Наприклад, всі карти поділяються на *загальногеографічні* та *тематичні*, але було б неправильно поділяти карти на загальногеографічні, тематичні та геологічні, оскільки останні представляють один з родів карт природних явищ, які в свою чергу є класом тематичних карт.

По-друге, на кожному ступені класифікації необхідно застосовувати відповідні критерії поділу. Наприклад, відомий поділ загальногеографічних карт за масштабом на оглядові, оглядово – топографічні і топографічні, але було б нелогічно класифікувати загальногеографічні карти на оглядові, оглядово – топографічні, топографічні та навчальні, так як тут використовуються одночасно дві ознаки: масштаб і призначення. Очевидно, серед

навчальних можна знайти карти будь-яких масштабів, у тому числі оглядові та топографічні. Доцільне використання однієї ознаки (наприклад, предмету змісту) як критерію поділу на всіх щаблях класифікації. Ці вимоги не виключають можливості додаткового внутрішнього поділу і за іншими ознаками, наприклад виділення навчальних карт серед загально – географічних.

За змістом
• Загальногеографічні: позначають усі об'єкти з однаковою деталізацією (<i>фізичні карти, топографічні карти</i>) • Тематичні: зображують 1-2 компоненти природи, населення чи господарства: - фізико-географічні відображають поширення природних об'єктів та явищ (<i>тектонічні, кліматичні, карти ґрунтів, рослинності та ін.</i>); - економіко-географічні відображають поширення суспільних об'єктів та явищ (<i>політичні, карти виробництва, густоти населення та ін.</i>); • Комплексні: поєднують 2-3 теми

Рис. 2.3. Класифікація карт за змістом

По-третє, при розчленуванні широкого поняття на більш вузькі, сума останніх повинна дорівнювати обсягу широкого. Наприклад, підрозділ геологічних карт на дві групи – стратиграфічні і тектонічні – недостатньо, бо ці групи не охоплюють усього різноманіття геологічних карт, до переліку яких входять також карти четвертинних відкладів, гідрогеологічні, корисних копалин та ін.

Групи, виділені на кожному ступені класифікації, повинні чітко відрізнятися між собою, щоб виключити можливість віднесення однієї і тієї ж карти до різних груп. Чим дрібніша класифікація, тим важча реалізація цієї вимоги на практиці.

Картосховища, що збирають усі види картографічних творів, спочатку поділяють їх за формою, виділяючи особливо географічні карти, атласи, рельєфні карти, глобуси тощо. В інформаційно – картографічних установах, які концентрують також текстові джерела, необхідні окремі рубрики для геодезичних каталогів, настанов та інструкцій, лоцій та інших спеціальних описів та статистичних джерел.

Природно, що класифікації видозмінюються і удосконалюються в процесі розвитку картографії. Дуже важливо, щоб вони володіли гнучкістю і допускали розширення в міру появи нових видів і типів картографічних творів без докорінної зміни своєї структури.

2.3. Класифікація карт за масштабом і територією охоплення

Значення класифікації карт за масштабом визначається впливом масштабу на зміст та особливості використання карт. У сучасній картографії розрізняють карти: *великомасштабні* (1 : 200 000 і більше), *середньомасштабні* (дрібніше 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000 включно), *дрібномасштабні* (дрібніше 1 : 1 000 000). Карти загальногеографічної групи називають *топографічними*, *оглядово – топографічними і оглядовими*. Часто крайньою межею топографічних карт є масштаб 1: 100 000. Для топографічних карт використовують також внутрішній поділ на підгрупи: 1: 5 000 і більше (часто названі топографічними планами), дрібніші 1: 5000 до 1:25 000 включно, дрібніше 1:25 000. В інших країнах можна зустріти інші градації меж масштабною класифікації з іншою термінологією, хоча відмінності не принципові.

За масштабом	
● Дрібномасштабні: менші за 1:1 000 000	● Великомасштабні (топографічні): 1:10 000 – 1:200 000
● Середньомасштабні: 1:200 000 – 1:1 000 000	● Плани: більші за 1:5 000

Рис. 2.4. Класифікація карт за масштабним рядом

Зазначений поділ за масштабами зумовлений якісними особливостями виділених груп. Окремі листи карт в *дрібному* масштабі показують країни або їх великі регіони, в *середньому* – області і малі країни, у *великому* – райони або навіть їх частини. Звідси виникають відмінності в характері і детальності відображення дійсності, що істотно для системи нижчого ступеня, оскільки можлива втрата значення зі збільшенням рангу системи. Відзначимо також, що карти середніх і великих масштабів створюють у проекціях з практично постійним масштабом, що зручно для картометричних робіт. Великі масштаби майже не вимагають позамасштабних знаків для площинних об'єктів. Вони застосовуються для знімань та орієнтування на місцевості. Нарешті, топографічні плани практично виключають позамасштабну передачу об'єктів.

Територіальна класифікація розрізняє карти за просторовим охопленням. Відповідно до вимог, що висуваються до логічно обґрунтованої класифікації, при підрозділі карт за територією обов'язкова послідовність переходу від більш загальних понять до часткових. Тому першу рубрику класифікації складають карти, що зображують земну кулю в цілому. Далі окремо класифікуються карти суходолу та Світового океану. Карти суходолу спочатку поділяються за його найбільшими частинам – материками. У середині

материків можна групувати карти двоюко: або за політичним і потім адміністративно-територіальним поділом, або керуючись фізико – географічним районуванням (Рис. 2.5).

За просторовим охопленням	
• Світові: - карти світу; - карти півкуль	• Регіональні: - материків або їхніх частин; - океанів або їхніх частин; - держав або їхніх окремих територій

Рис. 2.5. Класифікація карт за просторовим охопленням

При політико – адміністративному групуванні карти класифікуються спочатку за державами, після чого для кожної держави використовуються внутрішні рубрики відповідно до її адміністративно – територіального поділу першого і, якщо треба, наступних нижчих порядків. Хоча політико – адміністративний устрій схильний до змін, класифікація карт за цією ознакою має велике значення, оскільки переважна частина карт складається для територій, які визначаються неприродними, а політико – адміністративними кордонами. Втім, при групуванні карт окремих держав за адміністративним поділом можливі два ускладнення: включення до адміністративних рубрик територіальних підрозділів економічного значення (наприклад, економічних районів), виділення додаткових рубрик для деяких найбільш важливих фізико – географічних районів. Ці додаткові рубрики використовуються для карт природних умов і ресурсів, створених для таких районів. Карти Світового океану поділяються послідовно по океанах, океанічних басейнах, морях, затоках і протоках. Групування карт по території відповідає на питання, що постійно виникає в науковій і практичній роботі: які карти існують для даної країни або району?

2. 4. Класифікація карт за тематикою

При класифікації карт за тематикою (змістом), перш за все, виокремлюють *загальногеографічні* і *тематичні* карти.

Основні характеристики *загальногеографічних* карт визначаються при інших рівних умовах масштабом карти. Тому вони поділяються залежно від масштабу на *топографічні, оглядово – топографічні та оглядові*.

Для тематичних карт відомо багато класифікацій у теоретичних працях і в практичній роботі картосховищ, інформаційно-картографічних служб і бібліотек. Більшість класифікацій будується на загальних принципах відповідності структурі географічних наук і наук про Землю. Спочатку виділяються *карти природних явищ (фізико – географічні)* і *карти суспільних явищ (соціально – економічні)*. Ці класи карт мають внутрішній поділ на родові і далі видові поняття.



Рис. 2.6. Класифікація карт за тематичним змістом

Для класифікації карт природних явищ розумно використовувати їх групування за компонентами географічного середовища (атмосфера, гідросфера, літосфера, біосфера) або за науками, що вивчають ці компоненти. Таким

чином, виділяються карти атмосферних явищ – метеорологічні і кліматичні, карти гідросфери – океанографічні і гідрологічні, карти геологічні, рельєфу земної поверхні, ґрунтові, ботанічні, зоогеографічні. Особливі види становлять карти фізичних полів Землі (гравіметричні, магнітні та ін.), геохімічні (розподілу і міграції хімічних елементів), а також загальні фізико-географічні карти, зокрема карти ландшафтів, що показують розміщення і структуру природних територіальних комплексів і їх антропогенні зміни, карти природного районування та охорони природи.

Як приклад подальшого поділу карт на видові поняття наведемо геологічні карти. Вони включають стратиграфічні карти (корінних порід), четвертинних відкладів, тектонічні і неотектонічні, літологічні, гідрогеологічні, корисних копалин, сейсмічні та вулканізму та ін.

Карти суспільних явищ (або соціально – економічні) поділяють на карти населення, економічні, соціальної інфраструктури (матеріальних умов соціальної діяльності суспільства) і політико – адміністративні. Втім, карти політичної географії можуть утворити окремий клас. Особливий рід карт суспільних явищ складають карти історичні, що показують різні історичні події та процеси, а також їх причинно-наслідкові зв'язки. Соціально-економічні карти досить різноманітні. Наприклад, до видів економічних карт належать карти природних та економічних ресурсів (інвентаризаційні та оцінкові), промисловості (включаючи енергетику і будівництво), сільського і лісового господарств, транспорту, засобів зв'язку, будівництва, торгівлі і фінансів, загально-економічні. Серед карт соціальної інфраструктури виділяють карти освіти, науки, культури, охорони здоров'я, фізкультури і спорту, туризму, побутового та комунального обслуговування.

Ця класифікація може бути представлена в нижченаведеній схемі, де видовий підрозділ розгорнуто тільки для карт геологічних, рельєфу земної поверхні, населення, економіки та інфраструктури.

Загальногеографічні карти:

1. Топографічні;
2. Оглядово – топографічні;
3. Оглядові.

Тематичні карти

Карти природних явищ:

загальні фізико – географічні – ландшафтні, природного районування, охорони природи та ін.;

геологічні:

1. Стратиграфічні,
2. Четвертинних відкладів, тектонічні і неотектонічні,
3. Літологічні,
4. Гідрогеологічні,
5. Корисних копалин, сейсмічні і вулканізму,
6. Інженерно – геологічні;
7. Геофізичні (фізичних полів Землі: гравіметричні, магнітні та ін.)
8. Геохімічні.

рельєфу земної поверхні:

- гіпсометричні і батиметричні, морфометричні та морфологічні, геоморфологічні (форм, походження і віку рельєфу), інженерно-геоморфологічні; метеорологічні та кліматичні; океанографічні (вод океанів і морів); гідрологічні (поверхневих вод суші); ґрунтові; ботанічні; тваринного світу.

Карти суспільних явищ:

населення:

1. Розміщення населення і розселення,
2. Складу населення за статтю, віком і сімейним станом, його руху – природного і механічного,
3. Соціальні (соціального і професійного складу, зайнятості, трудових ресурсів та ін.),
4. Етнографічні та антропологічні;

економічні:

1. Природних ресурсів – інвентаризаційні та оцінкові;
2. Промисловості, енергетики і будівництва;
3. Агропромислових комплексів, включаючи сільське і лісове господарство;
4. Транспорту;
5. Засобів зв'язку;
6. Торгівлі і фінансів;
7. Загальноекономічні і економічного районування.

соціальної інфраструктури:

1. Освіти;
2. Науки;
3. Культури;
4. Охорони здоров'я;
5. Фізкультури і спорту;
6. Туризму;
7. Побутового та комунального обслуговування.

політичні та адміністративні, історичні:

1. Первіснообщинного ладу;
2. Рабовласницького ладу;
3. Феодального ладу;
4. Капіталістичного ладу;
5. Соціалістичного ладу та імперіалізму.

Іноді цю схему розширюють за рахунок впровадження ще одного класу – *технічних карт*, до яких відносять *карти морські та річкові навігаційні, аеронавігаційні, космічні*

навігаційні, проектні та ін. Але в цьому випадку підставою для групування карт служить не стільки тематика, скільки призначення карт, що зумовлює порушення строгості класифікації (Рис. 2.7).



Рис. 2.7. Класифікація карт за технічним призначенням

Інше можливе ускладнення схеми (застосовується в окремих класифікаціях) полягає у виділенні «міжнаукових» тем, які можуть бути віднесені одночасно до різних рубрик класифікації. Наприклад, карта, яка характеризує кліматичні умови вирощування будь-якої культури (наприклад, соняшнику), може бути віднесена до карт клімату або сільського господарства або виділена в особливу групу агрокліматичних карт.

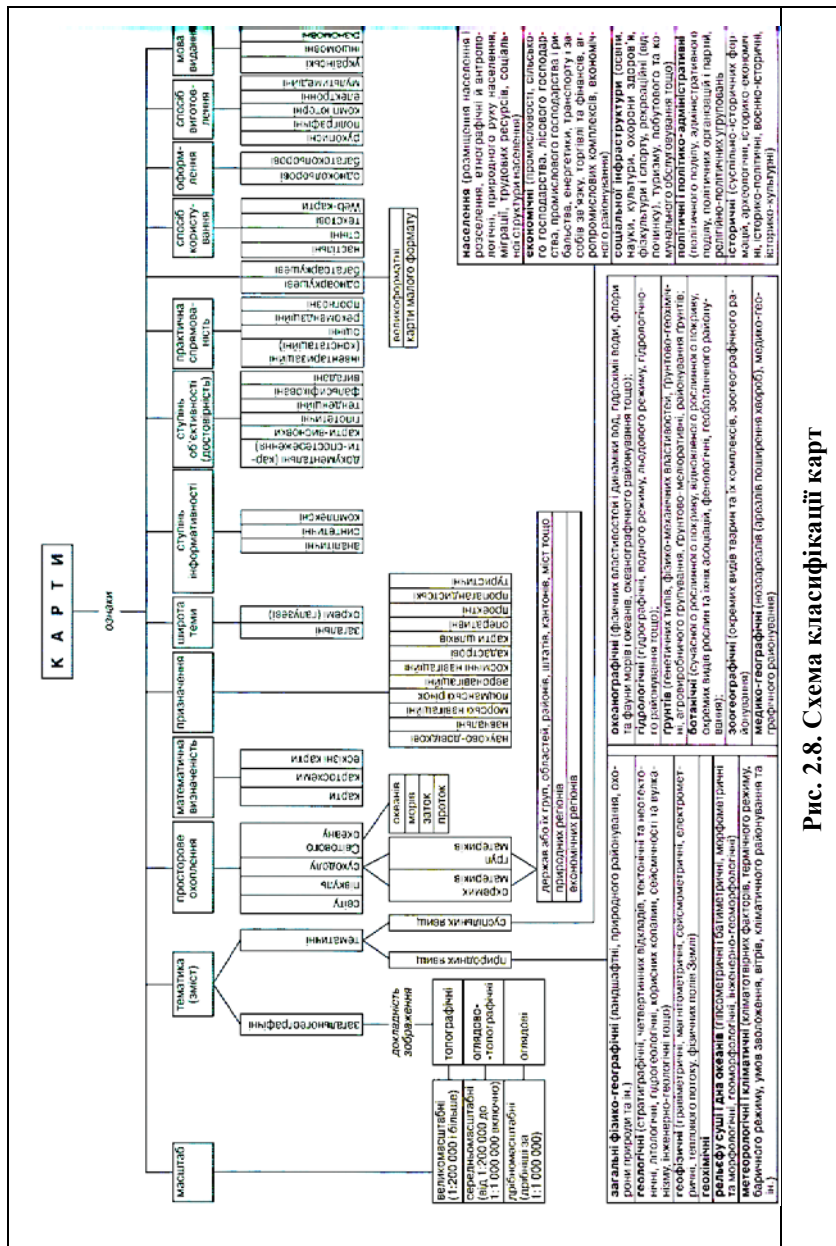
Кількість і різноманіття карт, що характеризують спільно природні і соціально-економічні явища, швидко зростає з посиленням активного впливу людини на навколишнє середовище. Тому висловлюються думки про виділення ще одного проміжного класу карт – природно-технічних карт. Подібні ускладнення ускладнюють практичне використання класифікацій. Тим часом цілком можливо домовитися про однозначне віднесення багатьох

міжнаукових карт до певних галузевих рубрик. Наприклад, геологічні карти утворюють один з основних родів карт природи, проте карти корисних копалин, що використовуються в економіці, слід відносити до економічних карт ресурсів. Критерій віднесення полягає в тому, хто пов'язаний з розробкою конкретних карт – природознавець або економгеограф.

3. Класифікація карт за призначенням. Спільне застосування класифікації

Призначення карт справляє визначальний вплив на їхній масштаб, зміст і способи оформлення. Класифікація карт за призначенням виділяє *спеціальні карти*, призначені для певного кола споживачів і вирішення певних завдань, наприклад карти *навчальні, туристські, навігаційні* тощо. Термін «спеціальні карти» в такому розумінні вживається відносно недавно (з середини 60-х років XX ст.). Раніше він використовувався одночасно для тематичних карт і карт спеціального призначення, мав двоякий сенс, що призводило до плутанини. Очевидно, спеціальними можуть бути і загальногеографічні (наприклад, туристські) і тематичні карти (наприклад, навчальні: кліматичні, рослинності, економічні та ін.).

Поділи карт залежно від їх основного призначення – задоволення потреб економіки країни та управління, освіти, науки і культури, оборони – може дати першу сходинку класифікації. Один із шляхів подальшого поділу карт за призначенням для господарства і культурного будівництва можна представити у такій схемі (Рис. 2.8).



Карти для господарства і управління:

1. Інвентаризації та оцінки природних умов і ресурсів (для конкретних галузей економіки та будівництва);
2. Інвентаризації та оцінки трудових та економічних ресурсів; планування та розміщення продуктивних сил;

проектні (організації території):

1. Будівництва
2. Меліорацій
3. Землеустрою
4. Лісовпорядкування та ін.
5. Оперативно – господарські

навігаційні та дорожні:

1. Морські
2. Річкові та озерні (лоцманські)
3. Аеронавігаційні
4. Космічні
5. Автомобільні та ін.

Карти для освіти, науки і культури:

навчальні:

1. Для початкової школи
2. Для закладів середньої освіти
3. Для вищої школи
4. Для шкіл з вадами зору
5. Для сліпих
6. Науково – довідкові

культурно – освітні:

1. Агітаційно – пропагандистські, краєзнавчі та інші;

туристські:

2. Екскурсійні, спортивні тощо.

Застосування класифікації карт за призначенням виявляється обмеженим з огляду на багатоцільове призначення багатьох карт. Наприклад, *топографічні*

карти одночасно задовольняють різноманітні потреби економіки, оборони та наукових досліджень; *науково-довідкові* служать основою для ресурсних карт і широко використовуються у вищій школі, а також при плануванні, проектуванні, будівництві та управлінні в галузях економіки. Тому класифікація за призначенням практично використовується в її окремих ланках для карт, що мають чітко виражене призначення (наприклад, для *навчальних і туристських карт*), або для внутрішнього підрозділу карт, загальних за тематикою. Наприклад, серед загально-географічних карт великого масштабу доцільно розрізняти поряд із багатоцільовими топографічними картами їх полегшені варіанти, призначені для певного кола споживачів і видозміни топографічних карт, наприклад карти туристські, навчальні топографічні тощо. Разом із тим стає необхідною деталізація окремих ланок класифікації в зв'язку з картографічним забезпеченням окремих проблем, наприклад господарського планування, яке потребує різних карт залежно від етапу планування (довгострокового, середньострокового та короткострокового) і його охоплення (для всієї країни, її великих районів або більш дрібних територіальних підрозділів).

Класифікація за призначенням може бути корисною для планування і організації картографічного виробництва. Класифікації по території і тематиці, взяті окремо, недостатньо диференціюють все різноманіття карт, а класифікація за призначенням не допускає поділу багатоцільових карт, як було показано, що умовна для деяких підрозділів. Тому на практиці зазвичай застосовується спільне використання класифікацій. Класифікація за територіальною ознакою часто вибирається як основна, а карти всередині окремих її рубрик розподіляються за тематикою (змістом) та додатково за

призначенням. Загально-географічні карти класифікуються всередині територіальних рубрик за масштабами з виділенням карт спеціального призначення.

При описі і розміщенні географічних карт у картосховищах доводиться враховувати також їх формат, форму, багатолістє видання, серії різних, але об'єднаних загальною назвою карт (наприклад, карти природи масштабу 1 : 10 000 000). Особливо виділяються інші види картографічних зображень: рельєфні карти, глобуси та інші.

2.6. Типи географічних карт

При групуванні карт за тематикою треба враховувати і типи карт: *за широтою теми, методами наукового дослідження картографованих явищ, ступенем узагальнення, об'єктивності та практичної спрямованості картографічної інформації.*

Карти одного і того ж виду можуть обмежуватися показом окремих сторін явища або містити його повну характеристику. Як приклад назвемо карти окремих метеорологічних елементів: температури, опадів, карти клімату, що враховують сукупність основних метеорологічних елементів, або карти окремих галузей промисловості і промисловості в цілому. Карти вузької тематики прийнято називати тематичними або галузевими (наприклад, тематична кліматична карта), а карти, що дають повну характеристику явища, – загальними (наприклад, загальними кліматичними картами). Термін «галузева карта» частіше застосовують до соціально – економічних карт окремих галузей промисловості, сільського господарства, транспорту, обслуговування. Поняття широти теми і, отже, віднесення карти до тематичних чи загальних є відносним. Карта землеробства, або карти окремих технічних культур є

галузовими по відношенню до карти сільського господарства, але остання може розглядатися як галузева по відношенню до карти господарства в цілому.

Залежно від методу наукового дослідження картографованих явищ розрізняють карти *аналітичні* та *синтетичні*. Аналітичні карти показують окремі сторони або властивості явищ (процесів) відокремлених від цілісних зв'язків з іншими сторонами або властивостями цих явищ. Це карти температур повітря, вітрів, опадів або висотних зон, крутизни схилів, розчленованості, які відтворюють ізольовано деякі риси клімату, рельєфу та ін. Іноді аналітичні карти суміщають дві – три взаємопов'язані сторони явища (наприклад, тиск і вітри), утворюючи перехід до *комплексних карт*.

Навпаки, *синтетичні карти* дають цілісне уявлення про картографовані явища, їх інтегральні характеристики, що враховують компоненти, властивості, внутрішні і зовнішні зв'язки, властиві цим явищам, але без їх конкретного, аналітичного показу на карті. Такими є ландшафтні карти, карти кліматичного районування, на яких виділяються кліматичні області за сукупністю ряду показників (температура, опади, їх річний хід та ін.), карти синтетичної характеристики видів економічного використання територій (у сільському та лісовому господарстві, промисловості, рекреації тощо). Вони формують принципово нові характеристики і знання, яких немає в початкових аналітичних картах (або інших синтезованих джерелах). Синтетичні карти досить різноманітні. Перш за все їх розрізняють за широтою предметного синтезу, який може бути обмежений одним явищем, наприклад кліматом або поширюватися на сукупність взаємопов'язаних явищ, наприклад клімат, рельєф, ґрунти, рослинність та ін., на карті природного

районування території. Цей приклад ілюструє системну суть синтезу, нові шаблі якого використовують попередні елементи. Набувають поширення карти з кількома синтетичними показниками, наприклад загальнооекономічні карти, що поєднують синтетичні характеристики економічного використання території та функціональні типологічні характеристики економічних пунктів і вузлів.

Рис. 2.9. Аналітична карта. Розораність території

У синтетичних картах можна спостерігати також відмінності за способом виконання синтезу. Часто синтетичні карти створюються в результаті узагальнення ряду аналітичних карт за допомогою зведення (дійсного або уявного),

зіставлення, спільного тлумачення та інтерпретації їх змісту. Наприклад, згадані вище аналітичні карти деяких властивостей клімату і рельєфу можуть послужити разом з аналітичними картами інших компонентів навколишнього середовища джерелами для створення карти загальної оцінки природних умов за їх сприятливістю для життя населення, оцінки, яка об'єднує в одній характеристиці вплив сукупності природних факторів, що впливають на умови праці і здоров'я населення. Можливості цього способу розробки синтетичних карт розширюються при використанні електронно-обчислювальної техніки, що дозволяє залучати до синтезу будь – яку доцільну кількість показників, що обробляються методами математичної статистики. Разом з тим є синтетичні карти, які лише закріплюють результати просторового синтезу, одержуваного іншими способами, наприклад при польовому ландшафтному картографуванні.

Для розвитку системного картографування важливий погляд на явища, що картографуються як територіальні системи, що полегшує відображення закономірностей їх розміщення, структури і динаміки. При цьому синтетичні карти можуть виявляти властивості і закономірності систем, які не можна углядіти на аналітичних картах їх елементів навіть при їх сумарному, комплексному відтворенні.

Особливу категорію складають комплексні карти, що показують спільно кілька властивостей явища або кілька взаємопов'язаних явищ, але окремо, кожне в своїх показниках. Це, так би мовити, багатогалузеві карти. До них належать, наприклад, синоптичні карти, здатні фіксувати разом, але в особливих показниках всі основні метеорологічні елементи – тиск, температуру, напрям і швидкість вітру, хмарність, опади та фронти – характеризують в певний момент часу погоду на великих просторах Землі. Топографічні карти, що дають роздільне

[illegible]

На багатьох картах використовують одночасно аналітичні та синтетичні показники. Наприклад, на економічних картах для промисловості часто використовують аналітичний, а для сільського господарства – синтетичний прийоми картографування. Разом з тим вони іноді доповнюють один одного при зображенні одного явища. Синтетична карта може стати переконливіше при включенні в неї деяких аналітичних показників, використаних для синтезу, суть якого пояснюється тільки в легенді. Таке, наприклад, збагачення синтетичної карти кліматичного районування основними метеорологічними характеристиками. Так само буває ефективним доповненням аналітичних карт синтетичним фоном, що дозволяє усвідомити закономірності або

особливості розміщення явищ, що картографуються аналітичними засобами. Приклад – аналітична карта рудних родовищ, показаних на тлі металогенічних формацій. Зрозуміло, комплектування синтетичного і аналітичного змісту доцільно в тій мірі, яка не шкодить читанню карт через їх перевантаження.

Для розуміння комплексних і синтетичних характеристик істотно, що комплексні карти відображають окремо деяку сукупність взаємопов'язаних елементів системи, а синтетичні карти дають її цілісне просторове відображення.

Відмінності карт за *ступенем узагальнення інформації*. Природні елементи на однойменних картах зменшених масштабів, можуть чітко проявлятися і при незмінному масштабі. Гарні ілюстрації легко знайти серед аналітичних карт температур, атмосферного тиску та інших метеорологічних елементів. Деякі з них, що складаються на певні моменти часу за спостереженнями метеорологічних станцій, використовують не загальні дані. На інших картах використовуються сильно узагальнені показники, наприклад середні місячні або навіть річні температури, обчислені за багаторічними даними. Ступінь абстракції (ступінь генералізації) визначається, насамперед, призначенням карти. Якщо для короткотермінових прогнозів погоди необхідні карти конкретних значень метеорологічних елементів для декількох термінів спостережень за кожен добу, то для з'ясування стійких кліматичних закономірностей користуються середніми багаторічними даними по місяцях, сезонах і роках.

Звертаючись до підрозділу карт за ступенем *об'єктивності (достовірності)* інформації, перш за все, слід виділити *документальні карти*, що показують реальні явища (факти, процеси) в результаті безпосереднього обстеження картографованих явищ в натурі, наприклад у вигляді переписів населення, промисловості, сільського господарства та інші. До досліджень, що проводяться для створення документальних

карт, відносять різні знімання – топографічні, гідрографічні, геологічні та ін. Документальні карти, які містять об'єктивні дані про місцевість, природні умови, соціально-економічні явища, здатні відображати реальний світ з необхідними деталями і точністю, наприклад обмежувати похибки в передачі висот рельєфу наперед заданою величиною. Вони містять в собі певний обсяг знань і можуть служити для отримання нових знань. З цією метою такі карти нерідко піддають перескладанню, при якому можливо зберегти у похідних карт властивість документальності (наприклад, в результаті викреслювання горизонталей в ізолінії крутизни схилів).

Разом з тим є багато карт, похідних і оригінальних, які містять висновки засновані не тільки на фактичному матеріалі, але й на уявленнях автора карти про суть картографованих явищ, їх зв'язків і взаємодій. Такі, наприклад, синтетичні карти кліматичного районування, які можуть давати різну картину (наближену або далеку від дійсності) залежно від вибору показників для синтезу, краще чи слабше відображають основні властивості та структуру синтезованого явища.

Природно, що достовірність «карт-висновків» багато в чому залежить від розуміння автором сутності картографованих явищ, від правильності його ідей, суджень і логічного мислення. Саме тому картографові необхідна відповідна наукова підготовка, заснована на діалектико-матеріалістичному розумінні світу. Зокрема, ця передумова має вирішальний вплив на якість *гіпотетичних карт*, які складають за недостатнім фактичним матеріалом на основі припущень про закономірності розміщення і взаємозв'язків явищ.

Прикладом негативного прояву оцінки карт за об'єктивністю знаходяться *тенденційні карти*, упереджені,

підлеглі упередженої думки, і фальсифіковані карти, що включають в свій зміст свідомо спотворені елементи. Наприклад, тенденційність може проявлятися в неправильному показі державних кордонів, що відображають не існуючу реальність, а односторонні політичні домагання країни. До тенденційних належать так звані геополітичні карти, які викривлено інтерпретують дані фізичної і економічної географії для обґрунтування агресивної політики окремих держав. До фальсифікації карт вдаються у військових цілях, вони ретельно маскуються.

Відзначимо також *вигадані карти*, пов'язані з легендарними подіями (наприклад, карта подорожей апостола Павла) або уявними (наприклад, карта маршруту досягнення Північного полюса Р. Пірі в 1909 р.). До вигаданих належать також придумані карти, зрідка зустрічаються в белетристичних творах, переважно в пригодницькій літературі.

Практична спрямованість географічних карт в найзагальнішій формі враховується при класифікації карт за їх призначенням, що виділяє спеціальні карти для задоволення конкретних потреб практики. При цьому доцільно розрізняти карти також за особливостями та ступенем їх практичної спеціалізації, виділяючи інвентаризаційні, оцінкові, рекомендаційні, прогнозні і деякі інші різновиди карт.

Інвентаризаційні карти показують наявність, локалізацію та стан будь-яких географічних явищ, природних, трудових і виробничих ресурсів, що відображаються в класифікаціях і показниках, прийнятих у відповідній галузі практики або відповідають її вимогам (наприклад, на картах стрімкості схилів у шкалах, що відповідають вимогам рільництва, автодорожнього будівництва тощо).

Оцінкові карти характеризують природні умови і ресурси за їх придатністю (складністю) для конкретних видів господарсько-виробничої діяльності (наприклад, для меліорації земель, будівництва доріг і трубопроводів). За сприятливістю для життя людей, або за ступенем економічної ефективності можливого використання ресурсів (наприклад, при будівництві гідроенергетичних станцій).

Рекомендаційні карти, як розвиток оцінкових карт, визначають розміщення заходів, пропонованих для охорони і поліпшення природних умов і раціонального використання ресурсів. Їх головна мета – забезпечення збалансованого природокористування з урахуванням географічних особливостей території (приклад – карти кормових угідь з рекомендаціями щодо їх поліпшення, минулими сезонами використання тими чи іншими видами худоби).

Прогнозні карти мають на меті наукове передбачення явищ, які ще не існують або невідомих. Вони можуть прогнозувати розвиток процесів в часі (наприклад, майбутню синоптичну ситуацію) або передбачати наявність або стан явищ в просторі. Передбачати ще невідомі факти або деякі властивості явищ (наприклад, родовища корисних копалин, лавинонебезпечні райони та ін.). Особливо актуальні прогнозні карти, що показують майбутнє стан або хід природних явищ, наприклад процесів ерозії, в результаті діяльності людей.

Зауважимо, що оцінки і рекомендації завжди припускають передбачення змін картографованих явищ в результаті їх розвитку або використання, що ставить в один ряд оцінкові, рекомендаційні та прогнозні карти.

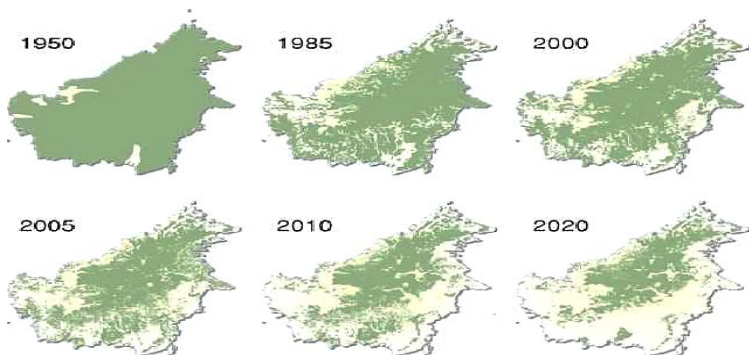


Рис. 2.11. Прогнозна карта. Знеліснення Бразильської Амазонії

2.7. Географічні атласи: визначення та класифікація

Географічним атласом називають систематизовану збірку географічних карт, виконану за загальною програмою як цілісний твір. Атлас не просто набір різних географічних карт, не механічне їх об'єднання у вигляді книги або альбому; він включає в себе систему карт, органічно пов'язаних між собою, що один одного доповнюють, систему, зумовлену призначенням атласу і особливостями його використання.

Часто карти атласу виконують у загальній палітрі, але це не є органічною ознакою атласу. Заради зручності користування окремими картами деякі атласи випускаються розбірними – їх листи укладаються в загальну папку з клапанами або футляр – коробку. Іноді карти атласу видаються і виходять з друку поступово, окремими випусками.

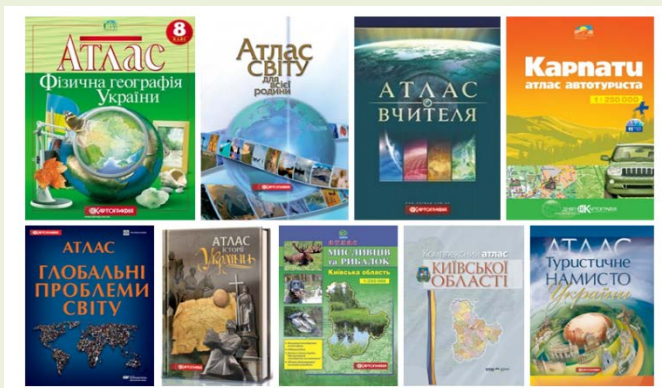


Рис. 2.12. Різновиди картографічних атласів

Автором першого атласу вважають збірки географічних карт давньогрецького вченого Клавдія Птолемея (II ст. н. е.). Географічні атласи набули значного поширення з кінця XV ст. Після того, як Великі географічні відкриття розширили уявлення про Землю, а колоніальні захоплення, розквіт торгівлі і мореплавання викликали величезний попит на географічні карти. Назву «атлас» було використано вперше для збірок карт Меркатором (1595) на честь Атласу – міфічного короля Лівії, який за легендою вперше виготовив небесний глобус. Зауважимо, що в XIX ст. термін «атлас» був поширений і на інші збірники взаємопов'язаних, одноманітно оформлених графічних аркушів – атласи хмар, рослин, анатомічні та ін.

У наш час щорічно виходять у світ тисячі нових атласів, різноманітних за територіальним охопленням, тематикою, призначенням та обсягом. Їх класифікація в загальному будується відповідно до класифікації географічних карт.

За територією, яка відображається на картах атласу, розрізняють: *атласи світу* (або *всесвітні атласи*), що охоплюють всю земну кулю; *атласи окремих континентів або їх великих частин* (наприклад, Атлас Антарктики, Атлас країн ЄС, Атлас Дунайських країн); *атласи окремих держав* (Україна, США, Франції); *регіональні атласи* – частин держав, окремих областей, провінцій і районів; *атласи міст* (наприклад, Атлас Парижа і паризького району, Атлас Львова та Атлас Києва). Аналогічний підрозділ використовується для атласів акваторій – океанів і їх великих частин, морів, проток, великих озер тощо.

За тематикою атласи поділяються на:

загальногеографічні, що складаються в основному з загальногеографічних карт; нерідко ці атласи доповнюються невеликою кількістю тематичних карт, що в цілому не змінює тип атласу; для невеликих країн вони набувають характеру топографічних атласів;

фізико-географічні, що відображають природні явища: вузькогалузеві, що містять однотипні карти (наприклад, Атлас ареалів і ресурсів лікарських рослин, ґрунтові атласи окремих округів США; комплексні галузеві, що містять різні, але взаємодоповнюючі карти будь-якого природного явища (наприклад, Кліматичний атлас Європи з картами окремих метеорологічних елементів); комплексні, що показують ряд взаємозв'язаних природних явищ (наприклад, Морський атлас, т. 2, що характеризує клімат і океанографію Світового океану) або дають різнобічну характеристику природи (наприклад, Фізико – географічний атлас світу);

соціально – економічні з поділом, аналогічним зазначеному для фізико – географічних атласів (наприклад, вузькогалузевий – Атлас автомобільних доріг України, комплексний галузевий – Атлас сільського господарства Української РСР, комплексний – Атлас);

загальні комплексні, що включають карти з фізичної, економічної і політичної географії і дають різнобічну характеристику картографуванню території (наприклад, національні атласи різних країн).

Часто застосовують термін «тематичні атласи», які відносять до галузевих природних і соціально – економічних атласів. Двоступеневе поєднання територіальної і тематичної класифікацій утворює групування атласів за змістом.

Атласи класифікують також за *призначенням* для певного кола споживачів – *навчальні, краєзнавчі, туристичні, дорожні* тощо. Інший аспект цієї класифікації – підрозділ атласів на науково-довідкові, що містять якомога повнішу та науково – обґрунтовану характеристику картографованих явищ, а також *популярні*, які розраховані на масового читача.

Також розрізняють атласи за форматом: *великі або настільні, середні, малі, а серед останніх також кишенькові.*

Особливості атласів як цілісного твору. При оцінці якості будь – якого географічного атласу особливо важлива його цілісність, зумовлена повнотою і внутрішньою єдністю змісту атласу.

Атлас повний, коли в ньому знаходять необхідне і достатнє висвітлення усі питання і теми, що впливають із призначення і задуму атласу. Якщо взяти для прикладу фізико – географічний атлас світу, то з цієї точки зору він повинен, по-перше, містити карти всієї планети, по-друге, характеризувати всі основні компоненти географічного середовища. Прагнення до збільшення кількості заради повноти атласу зумовлює зростання числа карт або при заданому обсязі атласу диктує зменшення масштабу карт. Тим часом карти окремих країн і деякі теми можуть вимагати більших масштабів. Вихід із цього протиріччя знаходять в строгому відборі дійсно необхідних тем і в усуненні малозначущих, у доцільному об'єднанні кількох тем на одній

карті, у виборі мінімальних і в той же час достатніх масштабів, у виключенні необґрунтованих перекриттів (повторних зображень однієї і тієї ж території на різних аркушах) тощо.

Внутрішня єдність атласу трактується як взаємодоповнюваність, узгодженість і зручність зіставлення назв карт; яку забезпечують:

1. Довільний вибір і обмеження кількості використовуваних проекцій і масштабів (зручно, коли останні перебувають між собою в простих співвідношеннях, наприклад кратні один одному);
2. Спільність географічних основ взаємопов'язаних карт;
3. Узгодженість легенд різних карт щодо показників і детальності;
4. Єдність установок генералізації;
5. Взаємопов'язаність способів зображення і системи картографічних знаків, кольорів і шрифтів;
6. Приуроченість змісту до певної дати (або дат і періодів часу);
7. Довільне розміщення (логічна послідовність розташування) тем і карт та звичайно, облік в процесі створення атласу взаємозв'язків між явищами, зображуваними на різних картах атласу.

Вимога єдиного і загального підходу до змісту та оформлення всіх карт атласу призводить до протиріч між інтересами атласу загалом та інтересами його окремих карт, які найкращим чином задовільняються при обліку особливостей конкретної карти та специфіки зображуваної на карті території. Пояснимо вищезазначене на окремо взятих прикладах.

Для зручності порівняння бажаний єдиний масштаб подібних карт атласу (наприклад, оглядових карт окремих держав або провінцій); тим часом окремі карти, більш

складні за змістом, потребують крупнішого масштабу або, навпаки, при простому змісті можуть створюватись у дрібніших масштабах. Тому було б хибно будувати в єдиному масштабі подібні карти різних держав, що призводило б до перевантаження одних карт і порожнечі інших; але відмовляючись від одного масштабу, обмежують їх кількість, а зводили масштаби до простих між собою співвідношень, краще кратних.

Зіставлення рельєфу на різних картах атласу максимально полегшується при використанні одного способу зображення, наприклад гіпсометричного з єдиною шкалою перетину рельєфу. Хоча найкраща передача рельєфу окремих країн вимагає розробки і застосування на відповідних картах самостійних шкал. Практично при зображенні рельєфу на картах різних масштабів використовують ряд шкал, похідних одна від одної, неоднакових за своєю детальністю, але побудованих так, що детальна шкала карт великих масштабів зберігає всі ізогіпси узагальнених шкал і узгоджується з ними в забарвленні висотних ступенів. Такий прийом не перешкоджає порівнянню рельєфу на різномасштабних картах і навіть припустимий на картах одного масштабу, що зображують рельєф різного характеру і складності.

Призначення атласу визначає його основні установки: зміст, низку повідомлених атласом відомостей, тематику карт; структуру – будови розділів атласу і послідовність розміщення карт; обсяг атласу – його формат і кількість аркушів.

Наприклад, у навчальних географічних атласах для середньої школи зміст відповідає навчальним програмам з географії, узгоджений з підручниками і укладає відомості, обов'язкові для вивчення школярами, плюс деякі доповнення, корисні для поглибленої роботи над картою;

структура атласу відображає послідовність викладу матеріалу в підручнику і в молодших класах полегшує поступову підготовку школярів до свідомого читання карт; формат атласу зручний для роботи на шкільній парті, а вартість атласу невелика.

Зміст, структура та обсяг атласів так само різноманітні, як різноманітне їх призначення. Якщо, наприклад, зміст навчального атласу має бути суворо обмеженим, то цінність довідкового атласу зростає відповідно до кількості розкритих ним відомостей.

Атласи надають найбільші можливості для системного картографування територіальних комплексів. З цією метою до атласів включають карти окремих елементів геосистеми, їх взаємозв'язків і динаміки, а також інтегральні карти системи і її основні підрозділи, широко використовуючи різноманіття аналітичних, синтетичних і комплексних способів картографування.

Раніше атласи видавалися переплетеними у вигляді альбомів, але з 30-х років минулого століття стали з'являтися атласи в розбірних палітурках, а потім і в футлярах із незброшурованими листами. Великі атласи нерідко публікуються поступово, окремими випусками або навіть окремими листами, що полегшує поширення атласу і користування великоформатними картами, але ускладнює зберігання; крім того, складання карт зі змістом, що належать до різних дат, може завдавати шкоди єдності атласу. Багато атласів, переважно тематичні та комплексні, включають тексти, таблиці і довідково-статистичні відомості. Тексти можуть містити методичні пояснення до карт (принципи побудови легенди, опис джерел і методів складання, достовірність карти та ін.), що полегшують практичне користування картами, і короткі географічні описи зображених явищ, пояснюють карти, і головне, що

доповнюють їх відсутніми даними, особливо про взаємозв'язки і динаміку явищ (що іноді дозволяє скорочувати в атласі число аналітичних карт). Зрозуміло, тексти повинні бути органічно пов'язані з картами в результаті використання загальних джерел, класифікацій і показників, а також за допомогою посилань на карти. Прив'язки до карти повідомляються в тексті відомостей.

Разом з тим набувають поширення атласи-альбоми переважно науково-популярного характеру, в яких рівноправно поєднуються карти, тексти (включаючи статистику), фотоілюстрації та різного роду графіки.

Для полегшення знаходження необхідних об'єктів атласи супроводжуються покажчиками назв.

Для того щоб атлас виконував функції джерела узгодженої просторової інформації та моделі геосистеми, він повинен відповідати певним умовам, які забезпечують його внутрішню єдність.

Головні з цих умов такі:

1. В атласі потрібно використовувати мінімальну кількість різних картографічних проєкцій – це спростить порівняння карт;
2. Доцільно мати один масштаб для всіх карт, а якщо це не виходить, то масштаби повинні бути кратними – також для полегшення взаємного зіставлення карт;
3. Карти атласу треба складати на єдиних базових географічних засадах;
4. В атласі повинен дотримуватися певний баланс між кількістю аналітичних, комплексних і синтетичних карт;
5. Легенди різних карт, шкали і градації слід взаємно узгодити;

6. Важливо дотримуватися на картах атласу по можливості єдиного рівня генералізації і однакових подробиць зображення явищ;
7. Абсолютно обов'язковим є взаємне узгодження карт різної тематики, усунення випадкових розбіжностей в зображенні контурів – при створенні атласів узгодження карт є основним завданням картографів;
8. Усі дані, які відображаються в атласі, повинні бути віднесені до однієї дати, до єдиного часового інтервалу;
9. Карти повинні мати загальні принципи оформлення, єдиний стиль дизайну.

Ці вимоги не завжди легко здійсненні. Виникають певні суперечності, наприклад обмеження різноманітності масштабів суперечить бажанням подати окремі території більш детально, а прагнення зберегти єдиний підхід до генералізації не завжди узгоджується з рівнем вивченості того чи іншого явища. З цієї ж причини досить складно дотримуватися єдності шкал і градацій, привести всі дані до одного часового зрізу. З'являються протиріччя і при визначенні змісту атласу. З одного боку, бажано висвітлити явище найповніше і дати побільше карт різної тематики, а з іншого – обсяг атласу не безмежний і необхідне його доцільне обмеження.

Зазвичай над створенням атласів працюють великі колективи картографів, географів різного профілю, геологів, екологів та інших вчених. Роботи тривають довго, багато часу витрачається на збір матеріалу, узгодження карт та ін. Проте хороший комплексний атлас служить багато років і навіть через століття не втрачає наукового значення та є фундаментальною збіркою документів про стан географічної системи на певний часовий зріз.

Запитання та завдання

1. Зазначте основні елементи географічної карти та основні вимоги до класифікації карт.
2. Для чого потрібна наукова класифікація карт?
3. Яким логічним умовам повинна відповідати наукова класифікація карт?
4. Опишіть методику класифікації карт природних і суспільних явищ та процесів.
5. Опишіть методику класифікації карт за призначенням.
6. Як розрізняються карти за особливостями та ступенем практичної реалізації?
7. Опишіть поділ географічних атласів за тематикою та форматом.
8. Яким головним умовам повинен відповідати атлас для виконання ним функцій джерела інформації та моделі геосистеми?

ТЕМА 3. МАТЕМАТИЧНА ОСНОВА КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРІВ

3.1. Математична основа картографічних творів: зміст, призначення, складові.

3.2. Поняття про картографічні проекції та спотворення картографічних зображень. Еліпс спотворень.

3.3. Поділ проекцій за методами, способами, прийомами побудови та за видом допоміжної геометричної поверхні.

3.4. Спотворення довжин, кутів, форм, площ на картах. Розподіл і величини спотворень у різних проекціях. Ізоколи.

3.5. Принципи класифікації проекцій. Проекції карт світу, півкуль, материків і частин світу, океанів, окремих держав, України.

3.6. Проекції топографічних карт. Вибір картографічних проекцій. Чинники що впливають на вибір проекцій.

3.1. Математична основа картографічних творів: зміст, призначення, складові.

Картографічне зображення будується на математичній основі. Основними елементами основи в картографічних творах є координатні сітки, масштаб, геодезична основа та картографічна проекція. Вони по різному представлені у різних картмоделях, але в основному вони дуже схожі.

До елементів математичної основи географічної карти слід віднести: *масштаб карти; астрономо-геодезичну основу; картографічну проекцію у вигляді сітки меридіанів і паралелей та інші координатні сітки; компоновку карти; рамку карти; систему розграфки; номенклатуру.*

Математичні властивості у картографічних зображеннях виникають внаслідок:

1. Проектування фізичної поверхні Землі на умовну поверхню земного еліпсоїда;
2. Зменшення отриманої на еліпсоїді проекції до модельних оглядових розмірів;
3. Переходу від кривої поверхні еліпсоїда до площини;
4. Проектування фізичної поверхні Землі на умовну поверхню земного еліпсоїда визначається *геодезичною основою*, зменшення еліпсоїда відносно моделі – *масштабом*.
5. Умовного переходу від еліпсоїда до площини – *картографічною проекцією*.

Як ми бачимо, це три основні елементи математичної основи карти.

Геодезична основа карти – це сукупність геодезичних даних, що необхідні для створення карти. До них відносять *параметри* прийнятої для картографування поверхні, *систему координат* і визначені в цій системі *координати* опорних пунктів.

Опорними пунктами називають точки, що закріплені відповідним знаком на місцевості, для яких визначені геодезичні координати. Вони використовуються при складанні великомасштабних карт для забезпечення правильного географічного положення об'єктів змісту карти.

Фізична поверхня Землі має складну геометричну неправильну форму та будову. В геодезії вона замінюється поверхнею *геоїда*. За поверхню геоїда приймають лінію проведену по поверхні океану у стані спокою, продовжену під материками так, щоб ця рівнева поверхня всюди перетинала вертикальні прямовисні лінії під прямим кутом, тобто була перпендикулярна напрямку дії сили тяжіння.

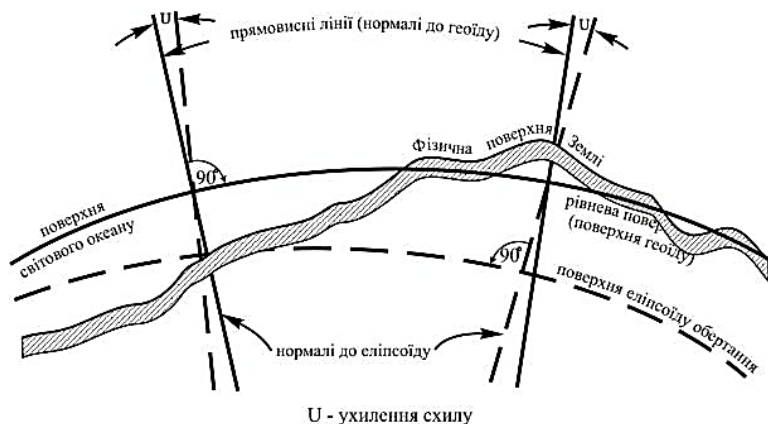


Рис. 3.1. Фізична та теоретичні поверхні Землі

Але нерівномірний розподіл мас в земній корі змінює напрямки дії сили тяжіння і, відповідно, напрямки вертикальних ліній виска. Внаслідок цього поверхня геоїда буде мати складну геометричну форму.

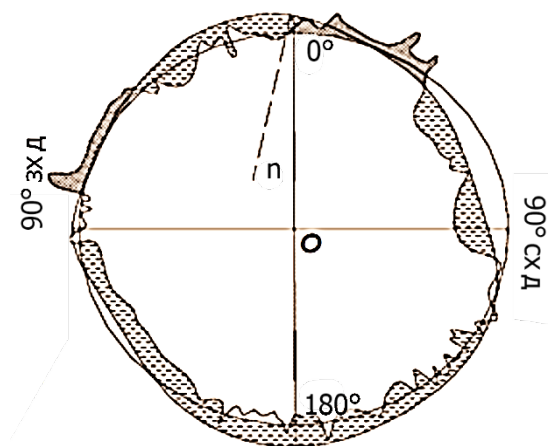


Рис. 3.2. Схема співвідношень поверхні геоїда і поверхні земного еліпсоїда (розріз по екватору).

На практиці у геодезії та картографії за математичну поверхню, замість геоїда, приймається відносно близький йому за формою і розмірами *еліпсоїд обертання*.

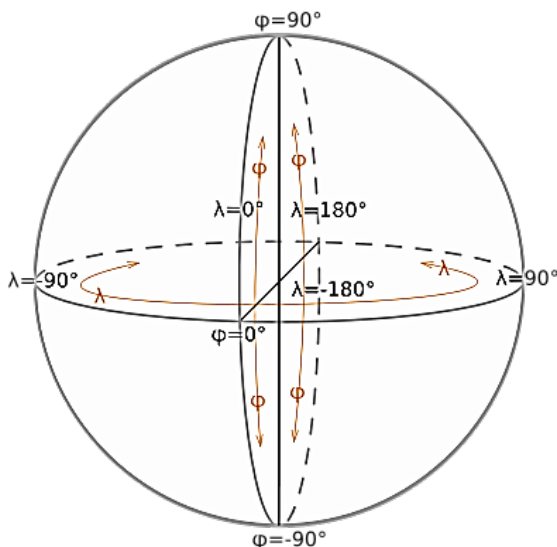


Рис. 3.3. Еліпсоїд обертання.

У картографії та геодезії з 1942 р. за рівневу поверхню Землі взято поверхню еліпсоїда, розміри якого визначені Ф. М. Красовським:

велика піввісь – 6378245 м = a

мала піввісь – 6356863 м = b

$$\text{Стиснення еліпсоїда } \alpha = \frac{a - b}{a} \quad 3.1.1$$

$$\text{стиснення} - \frac{1}{298,3} = \alpha$$

Під час математичної обробки геодезичних вимірів виникають труднощі, зумовлені відхиленням по висоті еліпсоїда від поверхні геоїда. Тому Ф. Красовський та О. Изотов не лише визначили форму і розміри еліпсоїда, а й найточніше зорієнтували його поверхню відносно поверхні геоїда. Ось чому еліпсоїд Ф. Красовського назвали «референц-еліпсоїдом».

Еліпсоїдом обертання (чи сфероїдом – еліпсоїд з малим стисненням) називають тіло, яке утворене обертанням еліпса навколо його малої осі.

Загальний земний еліпсоїд за об'ємом рівний геоїду, центр його збігається із центром тяжіння Землі, площина його екватора збігається з площиною екватора Землі.

Точки перетину малої осі з поверхнею еліпсоїда називають *полюсами*.

Кола, що утворюються внаслідок перетину еліпсоїда площинами перпендикулярними малій осі, називають *паралелями*.

Найдовша паралель утворена площиною, яка перетинає центр еліпсоїда, називається *екватором*. Екватор – це коло з радіусом, рівним великій півосі еліпсоїда.

Відомо, що Земля кулеподібна, тобто вона не має форми ідеальної сфери. Фігура її неправильна, і як будь-яке тіло, що обертається, дещо сплюснута з полюсів. Неправильну фігуру нашої планети, обмежену рівневою поверхнею океану, називають геоїдом. Точно виміряти її форму практично неможливо, але сучасні високотехнологічні виміри зі супутників дозволяють мати про неї відповідне уявлення і навіть описати рівнянням. Найкраще геометричне наближення до реальної фігури Землі дає еліпсоїд обертання – геометричне тіло, що утворюється при обертанні еліпса навколо його малої осі. Це непроста задача: потрібно розрахувати геометрично

правильну фігуру – референц еліпсоїд, який є найбільш наближеним до геоїду, відносно якого будуть проходити всі геодезичні обчислення і розраховуватися всі картографічні проєкції. Багато дослідників, користуючись різними даними і методиками розрахунку, отримують неоднакові результати. Тому історично склалося так, що в різні часи і в різних країнах були прийняті і закріплені різні еліпсоїди, і їх параметри не співпадають. Карти, складені на основі різних еліпсоїдів дещо відрізняються між собою, що створює деякі незручності. Однак для прийняття єдиного міжнародного еліпсоїда потрібно переобчислити координати і перескладати всі карти, а це довга та затратна справа. Неспівпадіння бувають помітними головним чином на великомасштабних картах при обчисленні по ним точних координат об'єктів. Для того, щоб отримати найменші спотворення, використовують спосіб подвійного проєктування: спочатку еліпсоїд проєктують на кулю, а потім на плоску поверхню.

Географічні координати. Положення точки на поверхні земного еліпсоїда (чи кулі) визначається географічними координатами – широтою ϕ і довготою λ .

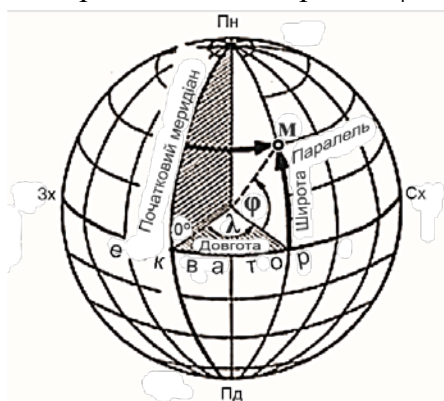


Рис. 3.4. Географічні координати: ϕ – широта; λ – довгота.

Із будь-якої точки на поверхню еліпсоїда можна провести прямовисну лінію, спрямовану досередини еліпсоїда, яка називається *нормаллю*.

При своєму перетині з площиною екватора нормаль утворює кут, який називається *географічною широтою* і позначається φ (В). Рахунок широти йде від екватора, від 0° до 90° , а двогранний кут, складений площинами меридіанів, проведених через дану точку, і початковим (нульовим) меридіаном, називається *географічною довготою* – λ (L). Відлік здійснюється від 0° до 180° на схід (східна довгота) та від 0° до 180° на захід (західна довгота).

У математичній картографії земну поверхню інколи доводиться приймати за поверхню кулі. Положення точок на поверхні земної кулі, як і для земного еліпсоїду, визначається географічними координатами φ і λ .

Положення точок на поверхні земної кулі можна визначити також *полярними сферичними координатами*. Зазначимо, що розрізняють три системи полярних сферичних координат з-поміж яких: *нормальні; поперечні; косі*.

Існують також плоскі полярні координати, які використовуються для побудови проєкцій, в яких паралелі зображуються одноцентровими і різноцентровими колами. Вони визначаються радіусом ρ і кутом δ .

У геодезії та картографії при проведенні вимірювань використовують *координатні сітки* – *картографічну, прямокутну, кілометрову* та інші.

Картографічна сітка – зображення сукупності паралелей та меридіанів на карті.

Прямокутна сітка – координатна сітка в системі плоских прямокутних координат у заданій проєкції.

Кілометрова сітка – координатна сітка, лінії якої проведені на карті через інтервали, що відповідають певній кількості кілометрів.

Точки перетину ліній координат сітки на карті називають *вузловими точками*.

Необхідність координатних сіток визначаються не тільки неможливістю побудови зображення та аналітичними діями по карті, але й наочністю. Без сітки, наприклад, території великих за розміром держав (Австралія, США, Бразилія, Китай) сприймаються суб'єктивно неправильно.

Масштаби. *Масштаб* визначає ступінь зменшення довжин при переході від натури до зображення. Він характеризується відношенням довжини лінії на зображенні до довжини відповідної лінії на місцевості, точніше – до довжини горизонтальної проекції лінії на поверхні еліпсоїда.

а 1:25 000

б В 1 см 250 метрів

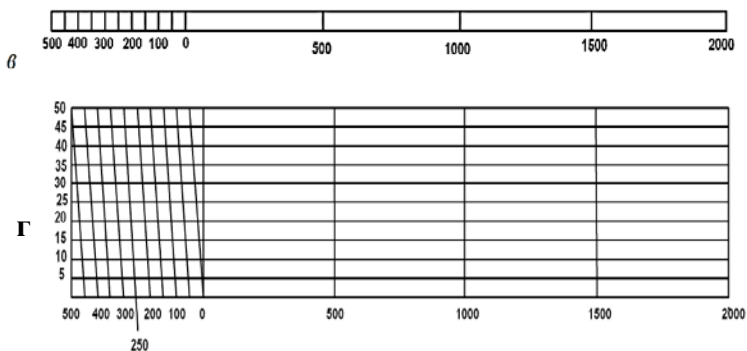


Рис. 3.5. Види масштабів:

а – числовий; **б** – пояснювальний (іменований);
в – лінійний; **г** – поперечний

Масштаб постійний тільки на плані – великомасштабному зображенні невеликої ділянки земної поверхні, де можна не враховувати кривизну Землі.

Масштаб – це одна з найголовніших характеристик карт, від якої залежить повнота і детальність картографічного зображення та точність вимірювання. Як уже згадувалось раніше, масштаб різний у різних точках карти і змінюється залежно від напрямку. На географічних картах він змінюється від місця до місця, навіть в одній точці за різними напрямками, що пов'язано з переходом від сферичної поверхні планети до плоского зображення. Саме тому розрізняють *головний і частковий масштаби карт*.

Головний масштаб показує у скільки разів лінійні розміри на карті зменшені у відношенні до еліпсоїда, чи кулі. Цей масштаб підписують на карті, але необхідно звернути увагу, що він справедливий лише для окремих точок і ліній, де спотворення відсутні. Головний масштаб – дорівнює масштабу моделі земного еліпсоїда, зменшеного в заданому відхилу для зображення на площині.

Частковий масштаб відображає співвідношення розмірів об'єктів на карті і на еліпсоїді (кулі) в даній точці. Він може бути більше, чи менше головного. В загальному випадку, чим менший масштаб картографічного зображення і чим більша територія, тим сильніше виявляються розбіжності між головним і частковим масштабами.

Але на картах, подібно до планів, вказується єдина величина масштабу – *головний (загальний) масштаб*.

Показ одного головного масштабу цілком достатній для топографічних карт, на яких практично значні спотворення відсутні, а також, для карт дрібних масштабів, на яких спотворення довжин не помітні або малопомітні.

На картах, що охоплюють великі території і мають значні відхилення часткових масштабів від головного,

деколи вказують підписом точки чи лінії, де головний масштаб зберігся.

Частковий масштаб – визначається як відношення безкінечно (нескінченно) малого відрізка α σ на карті (площині) до відповідного йому відрізка на поверхні еліпсоїда. Відношення цих величин називається μ . Відношення часткового масштабу до головного дає нам спотворення довжин

$$\mu = \frac{d\sigma}{d\zeta} \quad 3.1.2$$

У будь-якій точці на поверхні еліпсоїда є два взаємно перпендикулярні напрямки (їх називають головним), які в проекції також зображуються взаємно перпендикулярними лініями. Вони збігаються з великою та малою осями еліпса спотворень. Зазначимо, що в еліпсі спотворень найбільший масштаб збігається з великою віссю, а найменший – з напрямом малої.

У картографічних проекціях ми оперуємо моделлю еліпсоїда, який в повному масштабі утворює вісь еліпсоїда.

Загалом, головні напрями спотворень a і b можуть не співпадати із меридіанами і паралелями. В такому випадку масштаби по меридіану і паралелі позначають через m і n .

Поряд із спотвореннями довжин розрізняють спотворення площ, кутів і форм.

Частковий *масштаб площ* p – це відношення безкінечно малої площі dp^1 на карті до відповідної безкінечно малої площі dp на поверхні еліпсоїда.

$$p = \frac{dp^1}{dp} \quad 3.1.3$$

dp^1 – частковий масштаб площ; dp -спотворення площі

За спотворення площі в деякій точці карти приймають це відношення площ.

Спотворення кутів – різниця між кутом, утвореним двома лініями на еліпсоїді, і зображення цього кута на карті. Величина спотворення кутів в даній точці характеризується найбільшим значенням цієї різниці « ω ».

3. 2. Поняття про картографічні проекції та спотворення картографічних зображень. Еліпс спотворень

Картографічна проекція (КП) – математично означене зображення поверхні еліпсоїда або сфери (глобуса) на площину карти. Проекція встановлює відповідність між геодезичними координатами точок (широтою B і довготою L) та їх прямокутними координатами на карті (X і Y). Ця залежність виражається такими рівняннями:

$$x = f_1(B, L); \quad 3.1.4$$

$$y = f_2(B, L). \quad 3.1.5$$

Їх називають рівняннями картографічних проекцій. Вони дозволяють вирахувати прямокутні координати x, y зображуваної точки за географічними координатами B і L .

Теорія картографічних проекцій є змістом математичної картографії. В цьому розділі розробляють методи пошуку нових проекцій для різних територій і різних задач, створюють прийоми і алгоритми аналізу проекцій, оцінку розподілу і величини спотворень. Є коло задач, пов'язаних із використанням цих спотворень при вимірах на картах, переході від однієї проекції до іншої. Сучасні комп'ютерні технології дозволяють розрахувати проекції з такими властивостями. Наслідкова аксіома при виборі будь – яких картографічних проекцій полягає в тому, що сферичну поверхню земної кулі (еліпсоїда, глобуса) неможливо розгорнути на площину карти без спотворень.

Виникають деформації стискування або розтягу, різні за величиною та напрямленням.

Для наочності уявлення про величину і характер деформації, властивих певним проекціям, розглядають безкінечно малі кола, взяті в різних точках на поверхні еліпсоїда.

У теорії картографічних проекцій доведено, що безкінечно мале коло на поверхні еліпсоїда в загальному випадку зображується на площині еліпсом, так званим *еліпсом спотворення*. Це означає, що масштаб зображення залежить не тільки від положення точки, але може змінюватись в даній точці із зміною напрямку.

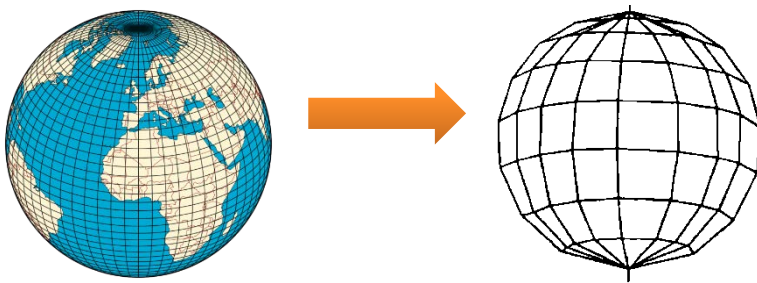


Рис.3.6. Перехід від кривої поверхні еліпсоїда до площини

Поняття про картографічні проекції. Перехід від земної поверхні зі всім її рельєфом до її зображення на карті у математичному відношенні ніби складається із трьох самостійних частин(етапів):

1. Проектування точки земної поверхні за нормальми на умовну поверхню земного еліпсоїда;
2. Зменшення еліпсоїда за заданим масштабом до певної моделі (глобуса);
3. Перехід від моделі еліпсоїда (глобуса) до площини.

Ці частини (етапи) відповідно визначаються геодезичною основою, масштабом і картографічною проекцією, які є елементами математичної основи карти.

Таким чином, *картографічна проекція* – це спосіб зображення поверхні земного еліпсоїду або кулі на площині. При цьому на площину, тобто на карту, передається положення і обриси географічних об'єктів, а також сітка меридіанів і паралелей.

Зображення на карті сітки меридіанів і паралелей називається *картографічною сіткою*. Вона дозволяє визначати на карті географічні координати будь-якої точки і напрямку відносно сторін горизонту.

Перенесення зображення з моделі еліпсоїда на площину (карту) зумовлюється зручністю використання географічних площин зображень при детальних дослідженнях географічних об'єктів. Але відомо, що поверхню еліпсоїда (моделі) просто так розгорнути в площину неможливо. При буквальному розгорненні сфери в площину утворюються розриви.

Припустимо, що розрізали поверхню глобуса (а його приймемо за модель) по меридіанах, так, що в окремих частинах, внаслідок незначних розмірів, можна буде практично знехтувати кулястістю. Якщо розмістити ці частини впритул одна до одної по екватору, то в інших місцях утворяться розриви, які будуть збільшуватися по мірі віддалення від екватора до полюсів. Для подолання цих розривів і збереження неперервності необхідно змінити довжини лінії, їх напрямки і розміри площ.

Наведені вище приклади зображення моделі еліпсоїда (глобуса) на площині показують, що спотворення елементів у будь-яких випадках матимуть місце, але розподіл їх буде різний.

При створенні карти спеціалісти картографи вибирають картографічну проекцію, узгоджуючи отримувані в ній на карті спотворення з тими завданнями, для виконання яких необхідна карта. Спеціалісти, які використовують карту в своїй роботі, в тому числі викладачі географії в школі, повинні знати характер і величину цих спотворень в різних місцях карти.

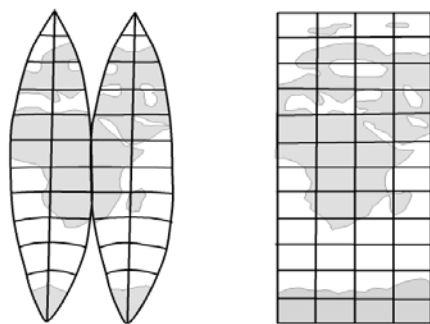


Рис. 3.7. Спотворення, що виникають при переході від глобуса до карти.

Перехід від поверхні моделі еліпсоїда (глобуса) до площини може визначатися різними способами.

В античні часи це робилося чисто геометричним шляхом. У застосовуваних тоді перспективних проекціях будь-яка точка поверхні кулі (еліпсоїда) переносилася із загальної для всіх «точки зору» по прямому «промені зору» на площину, частіше за все дотичну до поверхні кулі. Залежно від положення «точки зору» відносно земної кулі (в його центрі, на його поверхні, поза ним, в безкінечній віддалі) характер отриманого зображення в математичному відношенні суттєво відрізняється.

У кінці античних часів для переходу від земної поверхні до площини почали як допоміжну застосовувати

поверхню циліндра чи конуса, що розгортається.

Цей шлях почав широко використовуватись починаючи з XV ст. Але пізніше перехід від поверхні еліпсоїда (кулі) дедалі частіше стали здійснювати за допомогою рівнянь, які визначають зв'язок між координатами відповідних точок на поверхні еліпсоїда (кулі) і точок на карті. Ми їх в попередньому параграфі записали як:

$$x = f1(\varphi, \lambda)$$

$$y = f2(\varphi, \lambda)$$

У певних випадках перехід від поверхні еліпсоїда до площини визначається якимись особливими умовами. Наприклад, так звана *глобулярна* проекція була побудована в XVII ст. як проекція для карти східної і західної півкуль, виходячи з таких умов:

1) екватор і середній меридіан півкулі повинні зображуватися як взаємно перпендикулярні прямі, рівні довжині меридіану чи половині довжини екватора в масштабі карти, а всі решта меридіани і паралелі – як дуги кіл. При цьому два крайніх меридіани півкуль разом повинні являти собою одне коло з центром у центрі півкуль, утворюючи два полюси при перетині із середнім меридіаном;

2) решта меридіанів сходяться в точках полюсів і перетинають екватор на рівних один від одного відстанях, зберігаючи тим самим на ньому один і той же масштаб;

3) усі паралелі повинні ділити на рівні частини середній і два крайніх меридіани півкулі.

Ця картографічна сітка для карти півкуль і сітка в квадратній проекції для світової карти можуть бути легко побудовані за допомогою лінійки, олівця та циркуля.

Сьогодні, на основі вимог, які висуваються до карт, картографічні проекції почали розробляти, виходячи із

заздалегідь заданої величини спотворень чи форми паралелей і меридіанів, які визначаються попереднім ескізом сітки. В результаті математичної обробки цих вихідних даних при використанні ЕОМ вираховуються прямокутні координати вузлових точок (точок перетину меридіанів і паралелей), а по них вибирають картографічну проекцію, узгоджуючи отримувані в ній на карті спотворення з тими завданнями, для виконання яких необхідна карта.

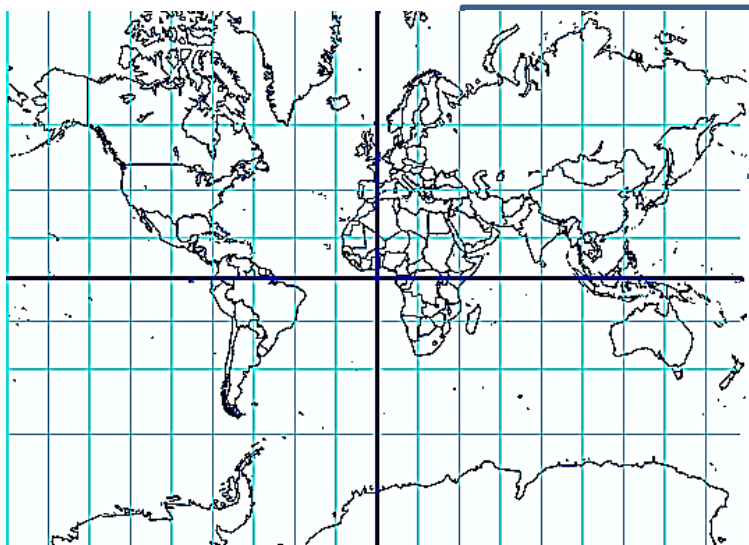
Таким чином, на основі вчення про спотворення зображень на географічних картах, види, величину, характер яких ми будемо аналізувати в наступній лекції, всі відомі і ті що, можливо, будуть розроблені в майбутньому картографічні проекції, можна диференціювати на основі три групи.

Першим принципом класифікації КП є розподіл картографічних проекцій залежно від *характеру спотворень*. Згідно із цим принципом проекції поділяють на:

- рівнокутні (комформні);
- рівновеликі (еквівалентні);
- довільні.

Комформні (рівнокутні) КП – на картах, що в них побудовані, зберігаються кути, масштаб довжин в одній точці по всіх напрямках і форми безкінечно малих фігур (Рис. 3.8). Еліпси спотворень зображаються колами різних радіусів.

Рівновеликі – КП, де на картах, що в них побудовані, всюди зберігається єдиний масштаб площ і, таким чином, взаємовідношення площ фігур передається правильно. Площі еліпсів спотворень однакові. Збільшення масштабу довжин на одній осі компенсується зменшення масштабу довжин по іншій, що викликає сильне спотворення форм (Рис. 3.9).



Довільні – на картах, що в них побудовані, спотворюються і кути, і площі.

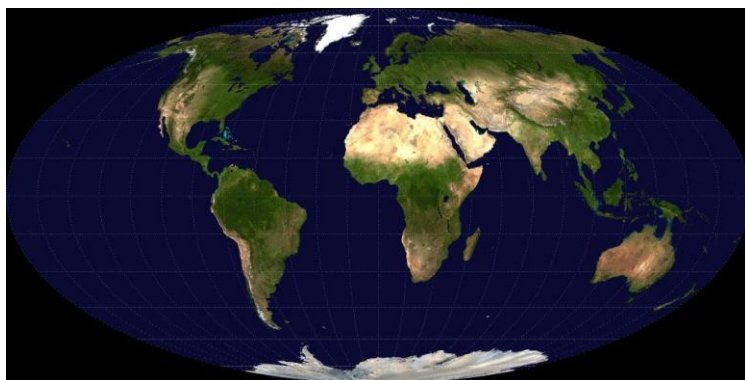


Рис. 3.9. Рівновеликі (еквівалентні)

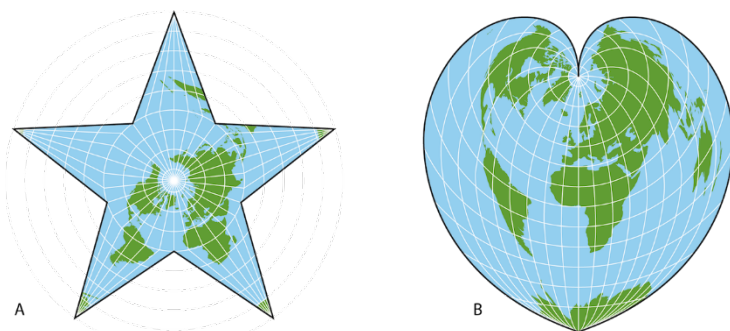


Рис. 3.10. Довільні: А – класична карта Берггауза, В – Проекція Стабія-Вернера

Серед довільних КП виділяють *рівнопроміжні* – це окремий випадок довільних, при якому зберігається на картах масштаб довжин по одному із головних напрямів, а величина спотворень кутів дорівнює величині спотворень площ.

Висновки: Не існує і не може існувати КП, які б правильно передавали співвідношення всіх довжин, тобто таких, які б зберігали єдиний (однаковий) масштаб довжин у всіх місцях карти і по всіх напрямках. Тільки на глобусі, як моделі еліпсоїда, масштаб довжин зберігається однаковим по всіх лініях, незалежно від їх місця і напрямку.

Не існує і проекцій, які б передавали форми (окрім зображень на глобусі) кінечної величини. Відповідно, обриси океанів, материків, островів та ін. на карті завжди в тій чи іншій мірі спотворені.

У загальному випадку менше вони спотворюються тоді, коли зберігаються форми безкінечно малих фігур, тобто в рівнокутних проекціях. Таким чином, можливість змінювати на картах величину спотворень довжин і спотворень форм обмежена. В протилежність цьому межі варіацій на картах спотворень кутів і спотворень площ, по сумі, не обмежені: від

кожного з цих двох видів спотворень окремо карта може бути звільнена повністю, якщо її побудувати відповідно в рівнокутній чи у рівновеликій проекціях.

Аналіз еліпсів спотворень (їхньої конфігурації і величини відповідно до певних проекцій) визначається по таблицях.

Слід зауважити, що зазначені вище три групи проекцій, за своєю суттю не рівнозначні, насамперед за тією ознакою, що покладена в основу їх поділу. Дійсно і рівнокутні і рівновеликі проекції за характером спотворень цілком визначені і співвідношення спотворень кутів та спотворень площ у кожній із цих двох груп однозначний. Наприклад, якщо для рівнокутних справедливе твердження

$\omega = 0$ – спотворення кутів немає

$a = v = m = n = \mu = \text{const}$

- умови рівнокутності

$m \cdot n = \rho = \mu^2$ – масштаб площ

то для рівновеликих

$\rho = m \cdot n = \text{const} = 1$

- умови рівновеликості

Група ж довільних проекцій практично охоплює КП з дуже різко варіантними характеристиками спотворень, і за співвідношенням спотворень кутів та площ до неї потрапляють і проекції, що знаходиться дуже близько до рівнокутних і проекції, які ближче до рівновеликих. Більше того, у довільних проекціях співвідношення спотворення площ і спотворення кутів може бути різним не тільки на різних картах, але і в межах однієї і тієї ж карти.

3.3. Поділ проєкцій за методами, способами, прийомами побудови та видом допоміжної геометричної поверхні

Історія розробки математичних методів переходу від сферичного відтворення земної поверхні до площинного сягає давніх часів. Так, у Греції з VI ст. до н.е. для побудови карт зоряного неба почали застосовувати *метод перспективи*, відповідно до якого Землю приймали за кулю, а всі точки її поверхні переносили на дотичну або січну площину променями з однієї точки. На основі цього методу розроблено низку азимутальних проєкцій.

У II ст. до н.е. Клавдій Птолемей та Маріан Тірський запропонували при створенні карт використовувати допоміжні геометричні фігури, поверхню яких можна розгорнути в площину, бічні поверхні конуса або циліндра чи площину. Такий метод побудови проєкцій називається *геометричним*.

У XVIII ст. для переходу від поверхні еліпсоїда до площини поряд із геометричним методом почали застосовувати *аналітичний метод*, суть якого полягає у встановленні аналітичної залежності між географічними координатами земного еліпсоїда та прямокутними координатами цих самих точок на площині.

Таким чином, нині картографічні проєкції за методами побудови можна класифікувати у дві групи:

1. *Геометричні* – в яких зображення (у тому числі і картографічну сітку) можна побудувати, застосовуючи при цьому, як допоміжну, певну геометричну фігуру.
2. *Умовні* – в яких зображення будується безпосередньо на площині, шляхом математичних розрахунків місця знаходження всіх вузлових точок за відповідно наперед поставлених умовах (наприклад, за певною заданою властивістю та визначеною формою меридіанів і паралелей).

За способом отримання картографічні проєкції розрізняють: перспективні, похідні, складені.

Перспективні КП за методом побудови вочевидь слід віднести до геометричних, а похідні і складені будуються на основі (у більшості випадків) умовного методу. Проте можуть бути відхилення як в один, так і в інший бік.

Похідні КП. Суть полягає в тому, що їх отримують способом перетворення одної чи декількох раніше відомих проєкцій шляхом комбінування і узагальнення їх рівнянь, введенням у рівняння додаткових постійних, зміною їх рівнянь мінімізацією за якимось критерієм спотворень у них, аналітичними перетвореннями їх рівнянь тощо.

Складені КП, у яких окремі частини картографічної сітки побудовані в різних проєкціях чи в одній проєкції, але з різними параметрами – постійними величинами, що входять до рівняння картографічної проєкції.

Перспективні отримують перетворенням шляхом проєктуванням точок поверхні, частіше за все кулі, на площину, поверхню циліндра або конуса. Відповідно отримують перспективні азимутальні, циліндричні і конічні. Практичне застосування мають дві перших.

Залежно від того, де розташований центр проєктування (точка ока чи точка перспективи), отримують проєкції:

- *гномонічні* – проєктування із центра кулі (моделі еліпсоїда);
- *стереографічні* – проєктування із поверхні (моделі еліпсоїда);
- *зовнішні* – точка зору за межами кулі на кінцевій відстані від неї;
- *ортографічні* – проєктування із безкінечності паралельними прямими променями.

Якщо куля проектується із середини (гномонічні або центральні), отримують проекції із негативним зображенням.

Саме тому гномонічні (центральні) проекції розроблялись спочатку та й застосовуються сьогодні для відображення зоряного неба.

Найчастіше перспективні проекції застосовуються в азимутальних КП. Тому іноді картографи і поділяють азимутальні проекції на перетворені і перспективні, тобто умовні.

При перенесенні картографічного зображення для деяких КП можуть застосовуватись різні прийоми. Так, одні й ті ж проекції іноді можна будувати як *аналітичним шляхом* (шляхом математичних розрахунків координат вузлових точок, а потім проведення через них ліній координатної сітки), так і *графічним шляхом* – переносити зображення за допомогою лінійки, циркуля, транспортира і олівця. Відповідно КП і поділяють на *аналітичні* і *графічні*. Сьогодні в основному використовується *аналітичний прийом*, що дозволяє процес створення проекцій автоматизувати.

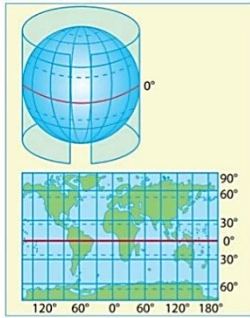
За видами допоміжної геометричної поверхні розрізняють проекції: азимутальні, циліндричні, конічні, поліконічні.

Азимутальні КП – в яких поверхня еліпсоїда переноситься на дотичну до нього чи січну площину.

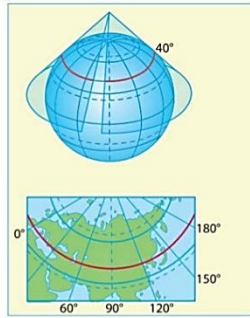
Циліндричні КП – в них поверхня еліпсоїда переноситься на бічну поверхню циліндра, після чого останній розрізається по утворюючій і розгортається в площину. Поверхня циліндра відносно еліпсоїда може бути дотичною або січною.

Конічні КП – в яких поверхня еліпсоїда переноситься на бічну поверхню конуса дотичну до неї, а потім останній розрізається по утворюючій і розгортається в площину.

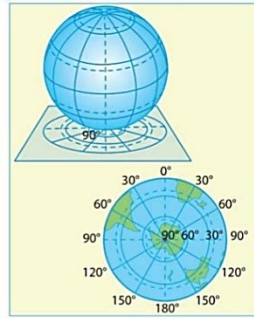
Як бачимо, у всіх трьох випадках допоміжна поверхня може бути дотичною та січною, що також урізноманітнює можливості КП.



Циліндрична проекція.
Допоміжна фігура – циліндр

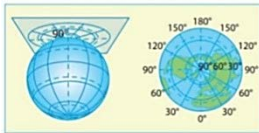


Конічна проекція.
Допоміжна фігура – конус

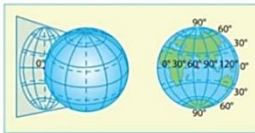


Азимутальна проекція.
Допоміжна фігура – площина

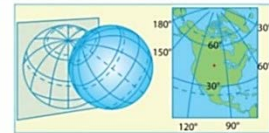
Азимутальні проекції за орієнтуванням допоміжної геометричної поверхні



Пряма азимутальна проекція.
Площина перпендикулярна до осі глобуса (вісь циліндра або конуса збігається з віссю глобуса)



Поперечна азимутальна проекція. Площина паралельна осі глобуса (вісь циліндра або конуса перпендикулярна до осі глобуса)



Коса азимутальна проекція. Площина (вісь циліндра або конуса) розташована під гострим кутом до осі глобуса

Рис. 3.11. Картографічні проекції за видом допоміжної геометричної фігури

Виділяють і четвертий клас КП – *поліконічні*. В них спочатку поверхня еліпсоїда переноситься на бічні поверхні декількох дотичних до неї конусів, а потім кожна із них розрізається по утворюючій і розгортається в площину. Отримані розгортки певним чином об'єднуються на площині.

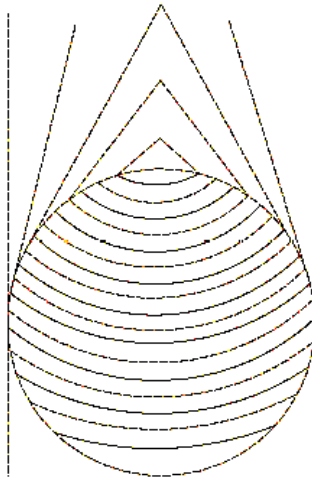


Рис. 3.12. Схема побудови в поліконічній проекції.

Решту проекцій К.О. Саліщев відносить до класу *умовних*.

Деякі картографи пропонують окремо виділяти клас проекцій, в якому по мірі зменшення масштабу значення географічних вимог до вибору проекцій зростає. Натомість, для великого і середнього масштабів на перший план виступає математичний фактор. Карти цих масштабів використовуються в інженерних і оборонних цілях, внаслідок чого вимірювання по них повинні відзначатися простотою і давати високоточні результати. А це можливо лише при практично невідчутних спотвореннях. Так, при відображенні значних територій будь-яка проекція дає великі спотворення. Вихід із цього протиріччя був знайдений у першій половині XIX ст. У 1892 р. австрійський географ Пенк для створення міжнародної карти у масштабі 1: 1000000 запропонував видозмінену поліконічну проекцію.

На засіданнях Міжнародного конгресу в Лондоні у 1909 р. були прийняті основні положення для складання карт у цій КП. Вся поверхня земної кулі ділиться на сферичній проекції паралелями через 4° по широті та меридіанами через 6° по довготі. Кожна трапеція еліпсоїда зображується на окремому аркуші. Меридіани – прямі лінії, паралелі – дуги ексцентричних кіл. Головний масштаб зберігається на паралелях і меридіанах дотику, що оконтурюють аркуш. Спотворення довжин, кутів і площ незначні, вони менші графічної точності. Так, середній меридіан коротший від крайніх на 0,1 мм. Тому аркуші мільйонної карти можна розглядати як такі що не мають спотворень.

Саме цю видозмінену поліконічну проекцію слід називати *багатоаркушевою*, хоча можна її віднести і до умовних або похідних.

Існують так звані *багатогранні* проекції, у яких, так само як і в попередніх, поверхня еліпсоїда ділиться меридіанами на сферичні трапеції (чи градусні соти). Якщо побудувати дотичні площини до середніх точок (хоча можна і січні) сферичних трапецій еліпсоїда, то отримаємо багатогранник.

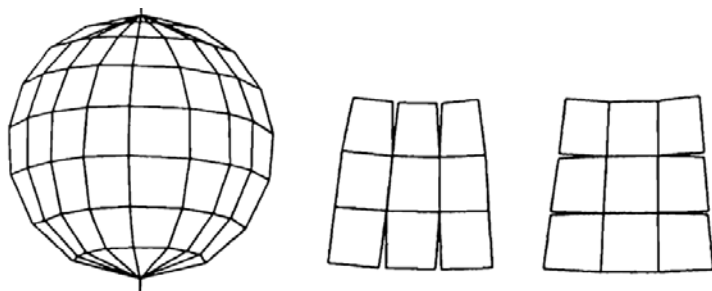


Рис. 3.13. Багатогранна проекція

За необхідності можна навколо еліпсоїда побудувати і вписаний, і описаний (обидва дотичні), і січний багатогранники. Потім, зображення з поверхні моделі еліпсоїда переноситься на цей багатогранник шляхом розрахунків. На кожній грані відобразиться невелика частина моделі еліпсоїда. Багатогранник можна розрізати по ребрах на окремі його грані, і тоді отримаємо відображення моделі еліпсоїда на багатьох аркушах карти. Спотворення на таких картах будуть тим менші, чим менші були взяті вічка географічної сітки еліпсоїда. Із окремих аркушів можна склеїти збірну карту для суміжних аркушів. При складанні великої кількості аркушів між ними утворюються проsvіти, тому що і багатогранник, як і еліпсоїд, не може бути розгорнутий у площину без розривів.

Як вважають відомі картографи, ці проекції правильніше буде називати багатогранними побудовами, оскільки в цілому для кожної грані (аркуша) окремо застосовується якась проекція.

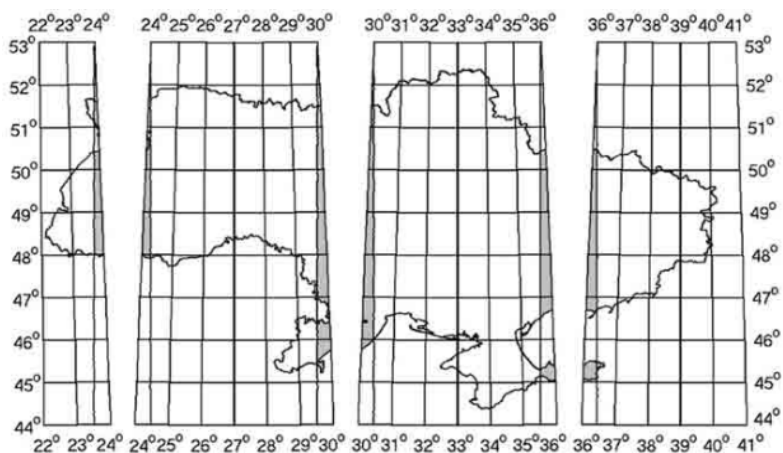


Рис. 3.14. Поперечно-циліндрична проекція Гаусса – Крюгера

Після Першої світової війни для топографічних карт багатьох країн почали використовувати поперечну циліндричну проекцію Гаусса (пізніше Гаусса – Крюгера), нерідко неправильно ще її називають – поперечною циліндричною Марка Тора. Суть її полягає в тому, що поверхню еліпсоїда розділяють на сферичні двокутники (фюзю або геодезичні знаки), кожен з яких зображується на площині самостійно. Таким чином, «багатогранні побудови» були зазначенні як «багатосмушкові» (чи то багаторядні). Вона створює розриви на краях зони, але дозволяє з'єднати в одне ціле аркуші в середині всієї зони і вважати масштаб в межах зони практично постійним.

Багатоаркушеві побудови можна віднести за методом побудови до геометричних, з одного боку, бо вони на застосуванні при розрахунках допоміжних геометричних поверхонь. А з іншого боку, перед картографами ставилась чітка мета при їх розробці, а отже цілком можна віднести і до умовних. Тому раціональним буде їх виділення як особливої групи.

Класифікація геометричних проекцій згідно з орієнтуванням допоміжної поверхні. Усі проекції геометричної побудови та деякі інші можна диференціювати за принципом орієнтування допоміжної поверхні відносно полярної осі еліпсоїда або площини екватора. На цій основі виділяють:

нормальні (прямі, полярні) – вісь допоміжної поверхні збігається з віссю земного еліпсоїда, в азимутальних проекціях – площина перпендикулярна полярній осі;

поперечні (екваторіальні) – вісь допоміжної поверхні лежить в площині екватора земного еліпсоїда і перпендикулярна до полярної осі. В азимутальних проекціях – площина перпендикулярна до нормалі, що лежить в екваторіальній площині;

косі (горизонтальні) – вісь допоміжної поверхні співпадає з нормаллю, що знаходяться між полярною віссю і площиною екватора земного еліпсоїда. В азимутальних проекціях площина перпендикулярна до цієї нормалі.

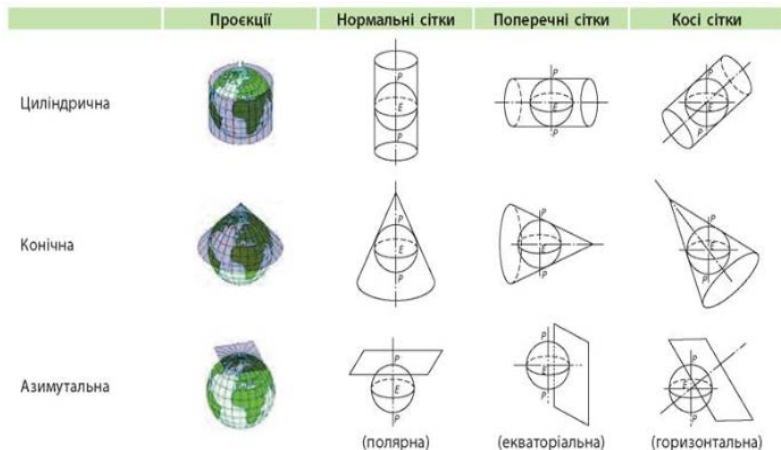


Рис. 3.15. Картографічні проекції за орієнтуванням допоміжної фігур

Класифікація проекцій за видом меридіанів і паралелей сітки. У косих і поперечних проекціях картографічні сітки відрізняються від сіток нормальних проекцій. При нормальному (прямому, полярному) орієнтуванні допоміжні поверхні дотикаються до еліпсоїда по якійсь паралелі (або в певній точці) чи січуть його. На цих паралелях зберігається головний масштаб довжини, і тому їх називають *головними паралелями*.

Лінії, що утворюють картографічну сітку, можуть мати різний характер кривизни, тобто бути прямими, кривими, колами. У деяких випадках дугами концентричних чи ексцентричних кіл. Згідно з видом меридіанів і паралелей нормальної сітки виділяють такі проекції:

азимутальні – паралелі концентричні кола, меридіани прямі лінії що виходять і одного центру паралелей під кутами рівними різниці довгот.

конічні – паралелі дуги концентричних кіл, меридіани – прямі, що розходяться із одного центру паралелей, під кутами пропорційними різниці їх довгот;

циліндричні – меридіани – рівностоячі паралельні прямі, паралелі, перпендикулярні до них прямі;

псевдоазимутальні – паралелі концентричні кола, меридіани криві, що сходяться в точці полюса, а середній меридіан прямий;

псевдоконічні – паралелі дуги концентричних кіл, середній меридіан прямий, а решту меридіани – криві;

псевдоциліндричні – паралелі паралельні прямі, середній меридіан прямий і перпендикулярний прямим, решту меридіани криві або прямі, нахилені до паралелей;

поліконічні – паралелі дуги ексцентричних кіл з радіусами тим більшими, чим менша їх ширина; середній меридіан – прямий, на якому розташовані центри всіх паралелей, решту меридіанів криві;

поліазимутальні – паралелі ексцентричні кола (еліпси) меридіани криві і сходяться в одній точці, а середній меридіан прямий.

Крім перерахованих, існують проекції, в яких паралелі зображуються лініями змінної кривизни. Деколи окремо виділяють кругові проекції, в яких меридіани і паралелі зображуються колами чи їх дугами, але їх розглядають як частковий випадок поліконічних проекцій.

Нагадаємо, що всі ці класи будуть характерні для нормальних сіток. Для косих і поперечних сіток зображення меридіанів і паралелей можуть бути найрізноманітнішими.

Диференціацію проєкцій можна проводити також залежно від територіального охоплення картою території, для якої вона створюється чи використовується. Так, слід виділяти проєкції карт світу, півкуль, полярних областей, океанів, проєкції материків тощо.

Крім цього, кожна картографічна проєкція – це науковий твір, який має конкретного автора. Тому іноді кажуть: проєкція Урмаєва; проєкція Меркатора; проєкція Гаусса – Крюгера.

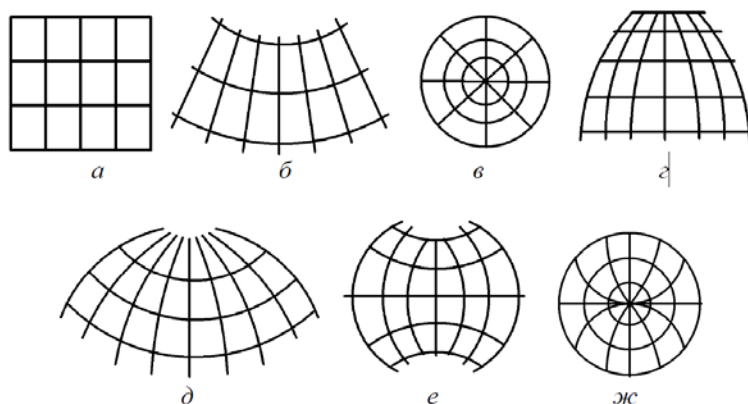


Рис. 3.16. Вид сітки паралелей і меридіанів в різних картографічних проєкціях: а – циліндрична; б – конічна; в – азимутальна; г – псевдоциліндрична; д – псевдоконічна; е – поліконічна; ж – псевдоазимутальна.

4.4. Спотворення довжин, кутів, форм, площ на картах. Розподіл і величини спотворень у різних проекціях. Ізоколи

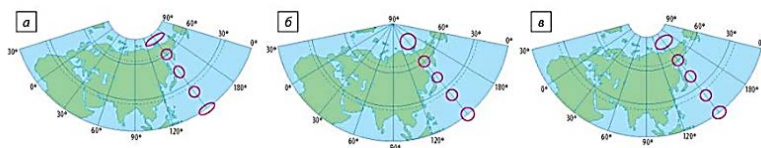
Види спотворень. У картографічних проекціях можуть бути такі види спотворень:

- 1) спотворення довжин – внаслідок цього масштаб карти непостійний в різних точках і по різних напрямках, а довжини ліній і відстаней спотворені;
- 2) спотворення площ – масштаб площ в різних точках різний, що є прямим наслідком спотворень довжин і змінює розміри об'єктів;
- 3) спотворення кутів – кути між напрямками на карті спотворені відносно тих же кутів на місцевості;
- 4) спотворення форм – фігури на карті деформовані й не подібні фігурі на місцевості, що безпосередньо пов'язано зі спотворенням кутів.

Для будь-яких картографічних проекцій характерні спотворення. Це одна із властивостей проекцій. Але проекції розрізняються за характером спотворень (рівнокутні, рівновеликі, довільні), за величиною спотворень і за розподілом спотворень.

Рівновеликі проекції зберігають площі без спотворень. Такі проекції зручні для виміру площ проекцій, але вони дуже спотворюють кути і форми, що вкрай помітно для великих територій. *Рівнокутна проекція* залишає без спотворень кути і форми контурів, зображених на карті (раніше такі проекції називали конформними). Проста окружність в таких проекціях залишається простою окружністю, але форми її сильно змінюються. Такі проекції зручні для виявлення напрямків і прокладення маршруту за заданим азимутом тому їх завжди використовують на навігаційних картах. *Рівнопроміжні проекції* – довільні

проекції, в яких масштаб довжин, по одному з головних напрямків постійний і, зазвичай дорівнює головному масштабу карти. Відповідно розрізняють проекції рівнопроміжні за меридіанами – в них без спотворень зберігається масштаб по меридіанах, і рівнопроміжні за паралелями – в них без спотворень залишається масштаб по паралелях. У таких проекціях присутні спотворення площ і кутів, але ці спотворення рівновеликі. *Довільні проекції* – всі інші види проекцій, в яких у тих чи інших співвідношеннях спотворюються і площі, і кути, і форми. При їх проектуванні прагнуть знайти найбільш вигідне для кожного конкретного випадку розподіл спотворень, отримуючи ніби то компроміси.



**Рис. 3.17. Приклади спотворень кола на різних проекціях:
а) рівнокутна; б) рівновелика; в) рівнопроміжна**

У будь-якій проекції є окремі точки або лінії (інколи система ліній), в яких відсутні спотворення окремих чи всіх видів. Це точки і лінії нульових спотворень. Спотворення зростають по мірі віддалення від точок чи ліній нульових спотворень. Чим більшу територію ми картографуємо, тим більше зростають спотворення.

Для оцінки геометричних переваг лінії чи іншої проекції використовують показники спотворень площ ρ і кутів ω , які визначають при розрахунку проекції. Щоб отримати наочну картину створень певного характеру для

певної проєкції, їх розраховують для кожної *вузлової точки* і проводять ізолінії.

Ізолінії, що сполучають точки однакових спотворень одного виду, називають *ізоколами*.

Виділяють такі види спотворень:

Спотворення довжини – виражається в тому, що масштаб довжини на карті змінюється при переході від однієї точки до іншої, а також при зміні напрямку в даній точці.

Внаслідок цього співвідношення лінійних розмірів географічних об'єктів передаються зі спотвореннями.

Спотворення площ – виражається в тому, що масштаб площ в різних частинах карти різний і порушуються співвідношення площ різних географічних об'єктів.

Спотворення кутів – полягає в тому, що кути між напрямками на карті не дорівнюють відповідним кутам на поверхні моделі, відповідно, не дорівнюють відповідним кутам на місцевості. Кути між лініями обрисів географічних об'єктів спотворені. Це призводить до порушення форм самих об'єктів.

Спотворення форм – полягає в тому, що фігури об'єктів на карті не подібні до фігур відповідних географічних об'єктів на місцевості.

Усі види спотворень на карті зв'язані один з одним, і зміна одного з них призводить до зміни інших.

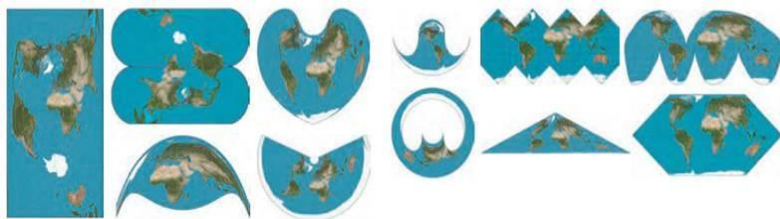


Рис. 3.18. Приклади різних видів картографічних проєкцій та спотворень

Оцінка розмірів спотворень та їх визначень.

Для чого потрібно знати розподіл спотворень по карті? При наявності картографічної сітки, величина спотворень може бути визначена на будь-якій ділянці карти аналітичним шляхом. Це можливе навіть тоді, коли проекція карти не вказана.

Головний масштаб – це відношення, що показує в скільки раз зменшені лінійні розміри при переході від земного еліпсоїду до моделі, позначимо

$$\frac{1}{M},$$

де M – це число, яке показує ступінь зменшення лінійних розмірів на карті.

Крім головного масштабу, є часткові масштаби – масштаби, які виражають відношення довжини безкінечно малого відрізка на карті до довжини на поверхні еліпсоїда:

частковий масштаб по меридіану $\frac{1}{M_1}$;

частковий масштаб по паралелі $\frac{1}{M_2}$;

обчислюють їх за допомогою простих формул

$$\frac{1}{M_1} = \frac{l_1}{L_1}; \quad \frac{1}{M_2} = \frac{l_2}{L_2} \quad (3.4.1)$$

де l_1, l_2 – довжини відрізків дуг меридіану і паралелі виміряних на карті;

L_1, L_2 – довжини відрізків дуг меридіанів і паралелі на еліпсоїді, визначених по таблицях.

m і n визначаємо за формулами:

$$m = \frac{M}{M_1} \quad (3.4.2)$$

$$n = \frac{M}{M_2} \quad (3.4.3)$$

де M – знаменник головного масштабу;

M_1 (M_2) – знаменник часткового масштабу по меридіану.

У такому вигляді можна вважати, що:

m – це ступінь зміни масштабу довжини меридіану;

n – це ступінь зміни масштабу довжин по паралелі.

Можна вирахувати m і n іншим шляхом:

- спочатку слід вираховувати якими повинні бути довжини певних відрізків дуг меридіана і паралелі на моделі, користуючись головним масштабом:

$$lm = \frac{L_1}{M}, \quad (3.4.4)$$

$$ln = \frac{L_2}{M}, \quad (3.4.5)$$

де, lm = довжині відрізка дуги меридіана моделі ;

ln = довжині відрізка дуги паралелі по моделі.

Потім вираховуємо відношення:

$$m = \frac{l_1}{l_m}, \quad (3.4.6)$$

$$n = \frac{l_2}{l_n}, \quad (3.4.7)$$

Так отримується ступінь зміни чи спотворення довжин шляхом порівняння відрізків дуг на карті (l_1 , l_2) з тими ж відрізками дуг на моделі (lm ; ln).

Такий спосіб знаходження m і n виробляє навички порівняння будь-яких фігур на карті не з їх натуральним виглядом на еліпсоїді, а із зменшеними розмірами цих фігур

на моделі, де немає спотворень. Зіставляючи карту з моделлю, легше сприймати всі види спотворень.

У цьому випадку можна вважати, що головний масштаб узятий за одиницю $\frac{1}{M}=1$, і тоді m і n потрібно називати так:

m – частковий масштаб довжини по меридіану в частках головного – за вимогами стандартів (відносне спотворення довжин по меридіану);

n – частковий масштаб на паралелі в частках головного – відносно спотворення довжин по паралелі.

Дуже важливо вміти вираховувати m і n , бо лише через них можна починати безпосередньо по карті дослідження властивостей будь – якої картографічної проекції.

Для вираження спотворення довжин застосовують і ще як показник – відхилення відносного спотворення довжин від одиниці $m - 1$ і $n - 1$ і вираховують його у відсотках вказуючи знаки. Знаки «плюс» і «мінус» вказують, в який бік, спотворюється довжина лінії, взятої на карті у порівнянні її з тією ж лінією на моделі еліпсоїда.

Крім напрямків по меридіану і паралелі, існують й інші напрямки, відповідно, інші масштаби довжини.

Частковий масштаб довжин в долях головного чи відносне спотворення довжин у будь – якому напрямі позначається μ , але вираховується складними шляхами. Так неможливо на карті визначити натуральну величину окремо взятої лінії.

Спотворення довжин у невеликому районі або точці частіше за все характеризують незалежно від напрямку, користуючись значеннями:

a – найбільше значення масштабу довжин у частках головного за вимогами стандартів, найбільше відносне спотворення довжин;

v – найменше значення масштабу довжин у частках головного за вимогами стандартів, найменше відносне спотворення довжин.

Для них виведені нескладні формули. В ці формули входить і нова величина – *масштаб площ*.

На картах дрібного масштабу в місцях, що мають спотворення площ, фігурує *частковий масштаб площ* – відношення безкінечно малої площі, на карті до відповідної безкінечно малої площі на поверхні еліпсоїда. Але в такому вигляді масштаб не вираховується.

Частковий масштаб площ, як і масштаб довжин, переважно виражається у частках головного і є показником відносного спотворення площ, позначається p .

Відносне спотворення площ показує відхилення часткового масштабу площ від квадрата головного масштабу, виражене в частках одиниці, до якої прирівнюється головний масштаб. Тобто, p – відношення площі на карті до площі на зменшеній моделі еліпсоїда.

Деколи спотворення площ визначається як різниця $p - 1$, вирахована в %

Масштаб площ вираховується за формулою.

$$p = m \cdot n \cdot \cos \varepsilon, \quad (3.4.8)$$

де, p – частковий масштаб площ, у частках головного за вимогами стандарту, відносне спотворення площ;

ε – спотворення кута між меридіаном і паралеллю на карті чи відхилення його від прямокутна.

Існують такі формули розрахунків найбільшого і найменшого значень масштабів довжин.

$$a + v = \sqrt{m^2 + n^2 + 2} \cdot p, \quad (3.4.9)$$

$$a - v = \sqrt{m^2 + n^2 + 2} \cdot p. \quad (3.4.10)$$

Спотворення кутів – це різниця між новим кутом на карті і відповідним йому кутом на зменшеній моделі або на поверхні еліпсоїда.

Масштаб моделі в даному випадку не має значення, оскільки різна довжина сторін кута не впливає на його величину. Але особливу роль тут відіграє напрямок сторін кута. Залежно від цього напрямку кути можуть спотворюватися із різним знаком у більшій чи меншій мірі або взагалі не спотворюватись. Ось чому як показник спотворення кутів прийнято найбільше спотворення кутів у даній точці позначається ω . Вираховується за формулою

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b}. \quad (3.4.11)$$

Виражається в градусах.

Для визначення спотворення форм виходять із такого: чим більша різниця між найбільшим і найменшим масштабом довжин, розташованих завжди взаємно перпендикулярно, тим більше спотворення форми. Якщо ці масштаби між собою рівні спотворення форм відсутнє і показник спотворення форм рівний 1. Отже, спотворення форм K може бути обчислено за формулою

$$K = \frac{a}{b}. \quad (3.4.12)$$

Описані вище показники і міри всіх видів спотворень застосовуються головне для обчислення спотворень у певних, частіше за все вузлових, точках картографічної сітки. При цьому зовсім не потрібно знати, яка це проекція.

Якщо вирахувати за формулами розміри спотворень вузлових точок певну кількість градусів конкретно взятої проєкції, то можна потім провести між цими точками ізоколи –

лінії з однаковими спотвореннями. За ізоколами значно простіше і швидше, разом з тим достатньо точно, можна визначити шляхом інтерполяції спотворення, що нас цікавлять, причому не тільки окремих точок, але й більш великих об'єктів.

При цьому, щоб користуватися картами, на яких проведено ізоколи, потрібно знати саму проекцію, так бо як для кожної окремої проекції характерні тільки свої карти з ізоколами.

Обчислені за формулами розміри спотворень для вузлових точок будь-якої проекції можна укласти у вигляді таблиці спотворень цієї проекції. Таким чином, існує декілька способів знаходження розмірів спотворень у всіх точках: аналітичний, за ізоколами і за допомогою таблиць.

Створення довжини ліній (μ) – це відношення окремого (часткового) масштабу до головного,

$$\mu = \frac{\alpha\sigma}{\alpha\zeta}. \quad (3.4.13)$$

Виділяють найбільше і найменше спотворення довжини ліній a і b – це відношення максимального і мінімального значення часткових масштабів до головного.

μ – це *частковий масштаб* довжин, що в будь-якому напрямі змінюється, по виражений в частках головного.

Спотворення довжин полягає в тому, що масштаб на карті змінюється, причому зі змінною місця і зі змінною напрямку.

Бувають випадки, коли головні напрями (a і b), збігаються із напрямками паралелі і меридіанів ($a = m$, $b = n$ або $a = n$, $b = m$), тоді спотворення довжин ліній на карті визначають за формулами.

$$a + b = \sqrt{m^2 + 2\rho + n^2}, \quad (3.4.14)$$

$$a - b = \sqrt{m^2 - 2\rho + n^2}. \quad (3.4.15)$$

Усі види спотворень на карті взаємозв'язані один із одним і зміна одного з них приводить до зміни іншого, картографічних проекцій, на яких спотворення були б відсутні, не існує.

До основних показників спотворень, які приймаються в розрахунках, належать:

a , b – масштаб довжини за головними напрямками (найбільший і найменший) в частках головної, a – 1 найбільше і найменше відносно спотворення довжин найбільший і найменший частковий масштаб довжин;

m і n – масштаб по меридіану і паралелі (часткові) відносні спотворення довжин по меридіану і паралелі;

ρ – масштаб площ (в частках головного);

$\rho - 1$ відносно спотворення площ (міра спотворення площ);

ω – міра спотворення кутів, максимальне спотворення кутів на карті;

K – зміна форми.

3. 5. Принципи класифікації проекцій.

Проекції карт світу, півкуль, материків і частин світу, океанів, окремих держав, України

Допоміжними поверхнями при переході від еліпсоїда або кулі до карти можуть бути площина, циліндр, конус, серія конусів і деякі інші геометричні фігури.

Циліндричні проекції – проектування кулі (еліпсоїда) на поверхню відносно січної та дотичної циліндра, а потім його бокова поверхня розвертається на площину. Якщо вісь циліндра збігається з віссю обертання Землі, а його поверхня торкається кулі по екватору, то проекція називається *нормальною (циліндричною)*. Тоді меридіани

нормальної сітки зображуються у вигляді рівностоячих паралельних прямих, а паралелі у вигляді прямих, перпендикулярних до них. У таких проекціях найменше спотворень відбувається в тропічних і приєкваторіальних областях.

Якщо вісь циліндра розташована в площині екватора, то це *поперечна циліндрична проекція*. Циліндр доторкається до кулі по меридіану, спотворень вздовж нього немає, і як наслідок, в такій проекції найбільш вигідно зображувати території, витягнуті з півночі на південь. У випадках, коли вісь допоміжного циліндра розташована під кутом до площі екватора, проекція називається косою циліндричною. Вона зручна для витягнутих територій, які орієнтуються на північний захід або північний схід.

Конічна проекція створюється, коли поверхня кулі проектується на поверхню відносно січної та дотичної циліндра, після чого вона ніби розрізається і розвертається в площину. Як і в попередньому випадку, розрізняють *нормальну (пряму) конічну проекцію*, коли вісь конуса збігається з віссю обертання Землі, поперечну конічну – вісь конуса лежить в площині екватора і *косу конічну* вісь конуса нахилена до площини екватора.

У нормальній конічній проекції меридіани є прямими, що розходяться з точки полюса, а паралелі – дуги концентричних кіл. Уявний конус торкається земної кулі, або перерізає її в районі середніх широт, тому в такій проекції найбільш вигідно зображувати такі території як Канада, США, Китай, витягнуті із заходу на схід в середніх широтах.

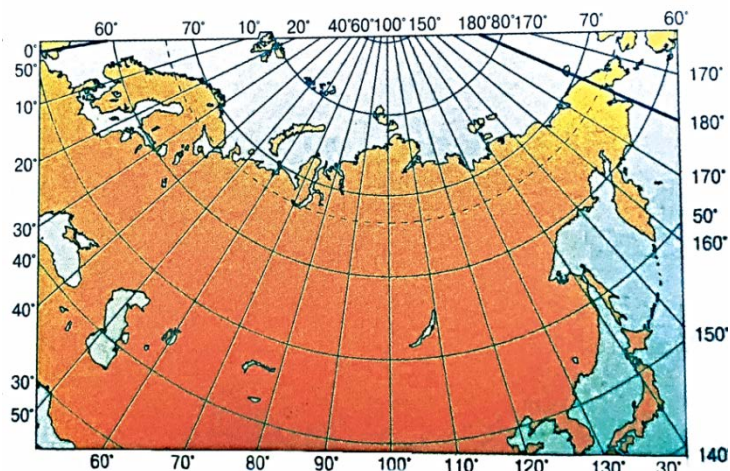


Рис. 3.19. Нормальна рівнопроміжна конічна проекція

Азимутальні проекції – поверхня земної кулі переноситься на площину відносно січної та дотичної циліндра. Якщо площина перпендикулярна до осі обертання Землі, то це *нормальна (полярна) азимутальна проекція*. Паралелі в ній представлені концентричними колами, а меридіани – радіусами цих кіл. У такій проекції завжди картографують нашу та іншу планети.

Якщо площина проекції перпендикулярна до площини екватора, то це *поперечна (екваторіальна) азимутальна проекція*. Вона завжди використовується на картах півкуль. А якщо проектування відбулося відносно січної та похилої площини, яка знаходиться під прямим кутом до площини екватора, то це *коса азимутальна проекція*.

Умовні проекції – проекції, для яких не можна підібрати простих геометричних аналогів. Їх будують, виходячи, з яких – небудь заданих умов, наприклад, бажаного виду географічної сітки, того чи іншого розподілу

на карті спотворень, заданого виду сітки та ін. До умовних належать псевдоциліндричні, псевдоконічні, псевдоазимутальні та інші проекції, отримані шляхом перетворення одної чи декількох проекцій.

Псевдоциліндричні проекції – проекції, в яких паралелі – прямі лінії (як на нормальних циліндричних проекціях), середній меридіаноперпендикулярний до них – пряма, інші меридіани – криві, які збільшують свою кривизну по мірі віддалення від середнього меридіана. Частіше за все ці проекції застосовують для карт світу та Тихого океану.

Псевдоконічні проекції – вид проекції, в яких усі паралелі зображуються дугами концентричних кіл (як в нормальних конічних картах), середній меридіан – пряма лінія, а інші меридіани – криві, причому їхня кривизна зростає з віддаленням від середнього меридіана.

Поліконічні проекції отримують в результаті проектування кулі (циліндра) на множину конусів. У нормальних поліконічних проекціях паралелі представлені дугами ексцентричних кіл, а меридіани – криві, симетричні відносно прямого середнього меридіана. Найчастіше ці проекції застосовують для карт світу.

Псевдоазимутальні проекції – видозмінені азимутальні проекції. В полярних псевдоазимутальних проекціях паралелі є концентричними колами, а меридіани – криві лінії, симетричні відносно одного чи двох прямих меридіанів. Поперечні або косі псевдоазимутальні проекції мають спільну овальну форму і, зазвичай, застосовуються для карт Атлантичного океану чи Атлантичного океану разом із Північним Льодовиковим.

Багатогранні проекції отримують шляхом проектування кулі (циліндра) на поверхню відносно січної чи похилої багатогранника. Зазвичай кожна грань – це рівнобічна трапеція, хоча можливі й інші варіанти (шестикутник, квадрат, ромб).

Різновидом багатогранної проекції є *багатосмугова проекція*, причому смуги «нарізаються» і по меридіанах, і по паралелях. Такі проекції вигідні тим, що спотворення в рамках кожної грані незначні, тому їх завжди використовують для багатокарткових карт.

Карти світу, переважно, складають в циліндричних, псевдоциліндричних та поліконічних проекціях. Для зменшення спотворень часто використовують січні циліндри, а псевдоциліндричні проекції іноді викладаються з розривами на океанах.

Карти півкуль завжди будують в азимутальних проекціях. Для західної і східної півкуль, переважно, використовують поперечні (екваторіальні), для північної та південної півкуль – нормальні (полярні), а в інших випадках (наприклад, для материкової і океанічної півкуль) – косі азимутальні проекції.

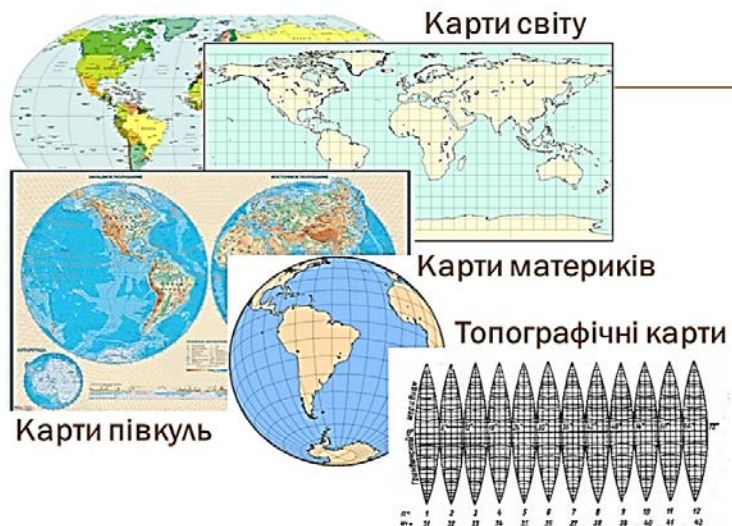


Рис. 3.19. Використання проекцій за територіальним охопленням

Карти материків: Євразії, Північної та Південної Америки, Австралії частіше за все будують у рівновеликих косих азимутальних проекціях, для Африки беруть поперечні, а для Антарктиди – нормальні азимутальні проекції.

Карти окремих країн, адміністративних областей, провінцій, штатів виконують у косих рівнокутних і рівновеликих конічних чи азимутальних проекціях. Проте багато залежить від конфігурації території та її положення на земній кулі.

3. 6. Проекції топографічних карт.

Вибір картографічних проекцій.

Чинники, що впливають на вибір проекцій

Топографічні карти створюють у поперечно-циліндричній проекції Гаусса – Крюгера, а у США і багатьох західних країнах – в універсальній поперечно циліндричній проекції Меркатора. Ці проекції близькі за своїми властивостями. Так перша та друга є багатосмуговими.

На вибір проекцій впливають багато чинників, які можна згрупувати так:

- 1) географічні особливості території, що картографується, її розташування на земній кулі, розміри і конфігурація;
- 2) призначення, масштаб і тематика карти;
- 3) умови і способи використання карти, задачі, які будуть розв'язуватися по ній, умови до точності результатів вимірів;
- 4) особливості самої проекції – спотворення довжин,

площ і кутів та їхній розподіл по території, форма меридіанів та паралелей, їхня симетричність, зображення полюсів, кривизна ліній найкоротшої відстані.

Фактори, що впливають на вибір проекції.

При виборі проекції карти, в якій повинно вестися картографування певного регіону, враховується ряд умов. Їх можна об'єднати в три основних групи.

I група складається із факторів, що характеризують об'єкт картографування: географічне положення території, розміри території, форму меж регіону (конфігурація), ступінь зображення суміжних територій.

II група враховує фактори, які характеризують карту, що створюється, способи і умови її використання.

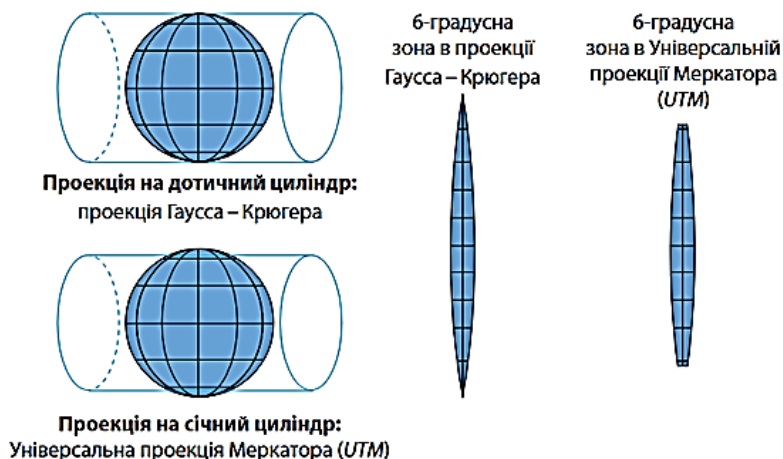


Рис. 3.21. Проекції топографічних карт

До цієї групи відносять:

- призначення карти; спеціалізація; масштаб і її формат; зміст карти;
- завдання, які будуть виконуватись за допомогою карти; вимоги до точності виконання завдань;
- способи використання карти та аналізу картографічної інформації;
- умови роботи з картою (окремо або в комплекті з іншими, або в склейці).

До III групи належать фактори, які характеризують картографічну проекцію:

- ☐ характер спотворень у проекції; величини максимальних спотворень довжин; величини кутів; величини площ; характер розподілу спотворень по карті.
- ☐ кривизна зображення ліній найкоротшої відстані, локсодромії, інших специфічних ліній;
- ☐ ступінь правильності передання форми території;
- ☐ кривизна зображення ліній картографічної сітки, вимоги їх ортогональності, забезпечення заданих величин відхилень від прямого кута між зображенням меридіанів і паралелей, їх рівноподіленості;
- ☐ характер зображення полюсів;
- ☐ умови симетричності сітки відносно середнього меридіану і екватора, умови їх зображення (розміри зображення екватора відносно середнього меридіану і полюсів, якщо вони зображуються лініями);
- ☐ умови зорового сприйняття зображення; наявність ефекту сферичності тощо.

У більшості випадків вибір картографічних проекцій здійснюється в два етапи. На першому етапі встановлюється сукупність проекцій, із яких доцільний вибір, на другому – визначають необхідну проекцію.

Усі фактори I групи необхідно розглянути як строго задані, їх врахування передбачає вибір таких проекцій, в яких центральні точки і центральні лінії знаходяться в центрі

території, що картографується, крім цього, центральні лінії розташовані в напрямку найбільшої протяжності даної території. Тому слід вибирати: циліндричні проекції для територій, розташованих симетрично відносно екватора чи поблизу нього, а також для територій, витягнутих по довготі:

- ✓ конічні проекції – для територій, розташованих в середніх широтах;
- ✓ азимутальні проекції – для зображення полярних областей;
- ✓ поперечні, косі циліндричні проекції – для територій, витягнутих вздовж меридіанів або вертикалів;
- ✓ поперечні, косі азимутальні – для показу територій, обриси яких близькі до кіл.

Таким чином, врахування факторів цієї групи дозволяє визначити доцільну сукупність проекцій.

Друга група факторів – основна при визначенні значимості факторів території групи, тобто які з них в даному конкретному випадку є суттєві, а якими можна знехтувати.

При виборі проекцій необхідно виходити з їх характеристики і величини спотворень.

Слід зауважити, що залежно від третьої групи факторів, а саме від способу використаних проекцій, допускаються певні спотворення. Для шкільних оглядових карт спотворення допускаються до таких величин – ω – 10 – 12°, а, в – 10 – 12%

При складанні нових карт часто вибір проекції уже зроблений. Так, всі топографічні і оглядово – топографічні карти видаються в суворо визначених проекціях дії кожної країни.

Запитання та завдання

1. Зазначте основні елементи картографічних творів та коротко охарактеризуйте їх.
2. Охарактеризуйте основні відмінності (за характером спотворень) між рівнокутними, рівновеликими та довільними картографічними проєкціями.
3. Яким чином класифікуються картографічні проєкції за методами побудови, способом отримання та видами допоміжної геометричної поверхні?
4. Розкрийте характерні спотворення у рівнокутних, рівновеликих та довільних картографічних проєкціях.
5. Опишіть принципи класифікації картографічних проєкцій.
6. У яких проєкціях будуються карти світу, півкуль, материків та океанів?
7. Які фактори впливають на вибір проєкцій?

ТЕМА 4. КАРТОГРАФІЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ КАРТ

4.1. Об'єкти картографування й умовні знаки картографічних творів

- 4.1.1. Картографічна семіотика і мова карти.
- 4.1.2. Об'єкти картографування: характерні риси, просторовий розподіл.
- 4.1.3. Шкали показників.
- 4.1.4. Поняття про картографічні умовні знаки, їх функції та ознаки класифікації.

4.2. Способи картографічного відображення об'єктів і явищ

- 4.2.1. Графічні засоби зображення об'єктів і явищ на картографічних творах.
- 4.2.2. Характерні риси картографічних способів зображення об'єктів і явищ на картах та інших картографічних творах.

4.1. Об'єкти картографування й умовні знаки картографічних творів

4.1.1. Картографічна семіотика і мова карти

Використання умовних знаків — те головне, що відрізняє карту від багатьох інших графічних моделей таких, наприклад, як аеро- і космічні знімки, художні панорами і пейзажі. Водночас умовні знаки так чи інакше обов'язкові практично для будь-яких геозображень.

Знаки на карті — це елементи зображення, які сприймаються зором і умовно відображають об'єкти, процеси та явища навколишнього світу, моделюючи їх просторове розташування, якісні і кількісні характеристики, структуру, динаміку, взаємозв'язки тощо. На стику картографії і семіотики (лінгвістична наука, що досліджує

властивості знаків і знакових систем) сформувався особливий розділ – картографічна семіотика, у рамках якої розробляється спільна теорія систем картографічних знаків як мови карти.

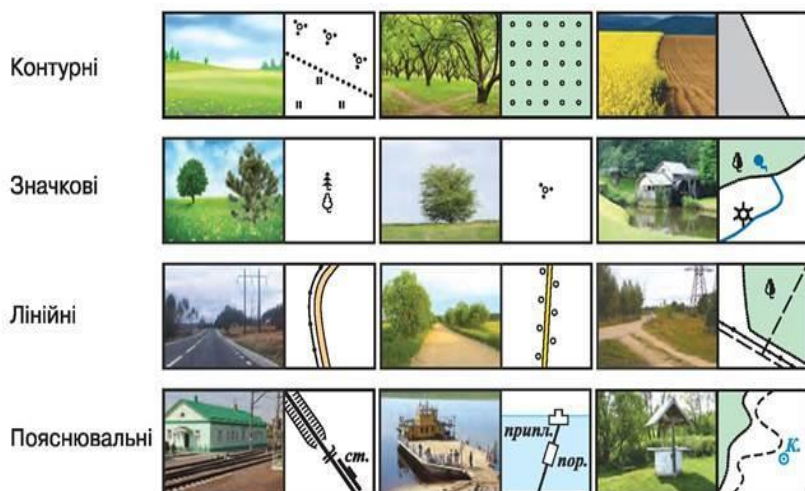


Рис. 4.1. Види умовних позначень

Знання про умовні знаки і їх системи утворюють окремий розділ картографії – *картографічну семіотику*.

Картосеміотика як інтегрована галузь знань сформувалась і розвивається на стику картографії та семіотики. Остання досліджує властивості знаків і знакових систем загалом.

Головним змістом картосеміотики є дослідження проблем, що стосуються походження, класифікації, властивостей і функцій картографічних знаків та способів картографічного зображення. Оскільки, семіотика містить розділи: синтактику, семантику та прагматику, відповідно ці розділи наявні і в картосеміотиці.

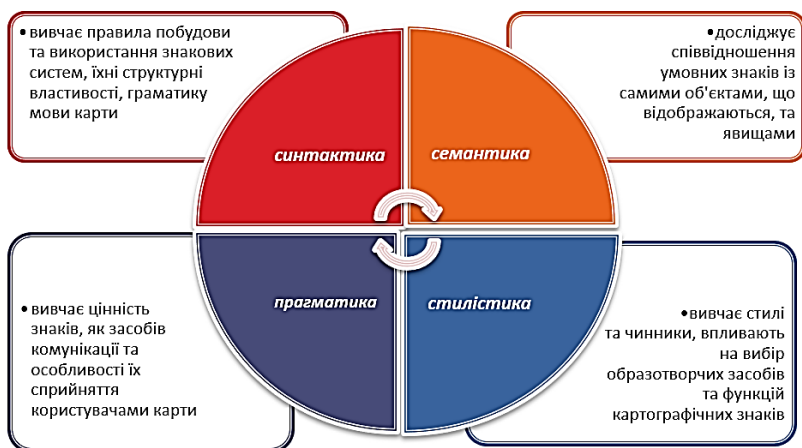


Рис. 4.2. Розділи картосеміотики

Картографічна синтактика – вивчає правила побудови та використання знакових систем, їхні структурні властивості, граматику мови карти; *картографічна семантика* досліджує співвідношення умовних знаків із самими відображуваними об'єктами та явищами; *картографічна прагматика* – вивчає інформаційну цінність знаків як засобів комунікації та особливості їх сприйняття користувачами карти.

Іноді у складі картографічної семіотики виділяють *картографічну стилістику*, що вивчає стилі та чинники, які визначають вибір образотворчих засобів відповідно до призначення та функцій картографічних знаків.

Знаки, що відображають на карті об'єкти і явища довкілля, у своїй сукупності утворюють системи (знакові системи). Загалом всі знаки, що застосовуються для відображення об'єктів і явищ на картографічних творах, разом із способами та правилами їх побудови, використання

і читання утворюють специфічну *мову карти*. Вважається, що мова карти є видатним досягненням людини, а отже, важливою складовою культури людства. Мова карти ніколи не залишалась статичною, а весь час розвивалась разом із розвитком науки і технологій, із розвитком суспільних відносин. Саме мова карти на всіх етапах існування людської цивілізації відігравала важливу роль у збереженні та передачі інформації в просторі і часі. Мова карти ніби складається із двох підсистем:

- перша представляє просторове розміщення об'єктів, їх форму, орієнтацію, взаєморозташування;
- друга характеризує змістовну сутність зображуваних явищ і процесів, їх внутрішню структуру, якісні і кількісні характеристики.

Виділяють дві основні функції мови карти:

- ✓ *комунікативну* – передача певного обсягу інформації від картографа до користувача (читача);
- ✓ *пізнавальну* – отримання нових знань про картографований об'єкт.

Наукові розробки в галузі мови картографічних творів призвели до формування особливої *мовної концепції* в теорії картографії, згідно з якою картографічне зображення розглядається як особливий вид тексту. Представники цього напрямку вважають, що розробка мови карти і дослідження її властивостей та функцій становить суть картографії як науки. Головне твердження прихильників мовної концепції картографії: мова карти – це форма існування картографії.

4.1.2. Об'єкти картографування: характерні риси, просторовий розподіл

Першочерговим завданням картографії є відображення на картографічних творах об'єктів і явищ, що нас оточували у минулому, оточують на цю мить чи можуть проявити себе за певних умов у майбутньому. Власне таке відображення є одним з аспектів моделювання. При цьому важливе осмислення сутності модельованих об'єктів, їх просторового розподілу та властивостей. Саме це зумовлює доцільність і обґрунтованість вибору оптимальних засобів і способів їх відображення.

Усі об'єкти реального світу (власне об'єкти, явища і процеси) представлені найрізноманітнішими формами, розміщенням, властивостями і змістом. Проте при певному абстрагуванні їх можна звести до декількох типів, а саме точкових, лінійних, площинних (полігональних), поверхонь (у т. ч. об'ємних фігур). Якщо врахувати їх вимірність, то кажуть, що їх можна вважати нуль-, одно-, дво-, три- та чотиривимірними моделями.

Зауважимо, що картографічні твори можуть містити не лише просторову інформацію про об'єкти, але і їх непросторові характеристики або взагалі непросторові явища (наприклад, вірування, ідеї). Це реалізується шляхом надання останнім просторових координат.

Просторові об'єкти (елементи) реального світу можна розділити на чотири типи, які легко ідентифікуються, а саме:

- ☐ точки – точкові об'єкти;
- ☐ лінії – лінійні об'єкти;
- ☐ області – площинні об'єкти;
- ☐ поверхні – об'ємні об'єкти.

Ці чотири типи об'єктів у сукупності та відтворюють більшість природних і соціальних явищ, які вивчає географія. Загальна схема картографічного подання зазначених типів просторових об'єктів (або подавання їх як картографічних об'єктів) наведена на рис. 4.3.

З позицій філософії всі об'єкти відносно просторового прояву можуть бути *дискретними* (кінчними) і *континуальними* (неперервними). Відповідно, ці властивості враховують при відображенні їх на картах.

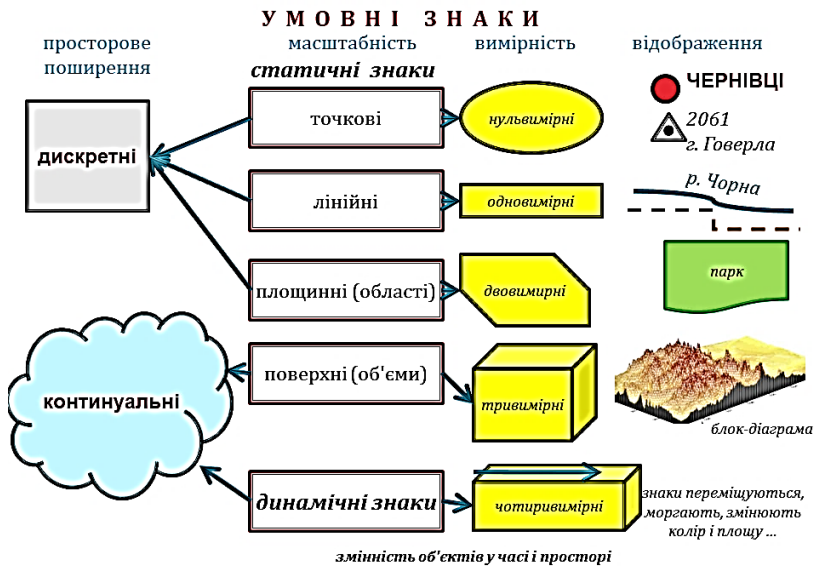


Рис. 4.3. Типи просторових об'єктів

Точкові об'єкти (дерева, міста, джерела тощо), розмір яких не виражають у масштабі карти, називають *дискретними* і вважають *нульвимірними* (представлені

однією парою координат X та Y). Таким чином, при аналізі умовно вважається, що дискретний точковий об'єкт не має протяжності (довжини або ширини), але може бути позначений координатами свого місцезнаходження. Ідентифікація та подавання точкових об'єктів зазвичай залежать від мірила їх спостереження та відображення.

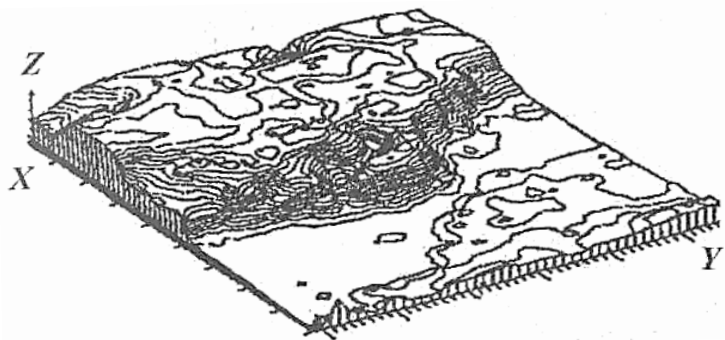
Лінійні об'єкти – просторові об'єкти, які визначаються набором послідовних пар плоских координат. При цьому пряма відтворюється двома парами таких координат і та ін. Основний вимір лінійних об'єктів – довжина. Лінії найчастіше є узагальненою формою відображення особливостей геооб'єктів (наприклад, осями доріг, річок, кордонів тощо). Тому лінії подаються як неперервні одновимірні просторові об'єкти у прямокутному координатному просторі. Мірило, з яким спостерігаються або відтворюються такі об'єкти, зумовлює поріг, при перетині якого можна вважати їх тими, що не мають ширини. Для лінійних об'єктів, на відміну від точкових, можна оперувати з їх просторовим розміром шляхом вимірювання довжин ліній, а також визначати форму та орієнтацію останніх.

Об'єкти карти, які відтворюються серією пар плоских координат у такий спосіб, що мають і довжину, і ширину, тобто є двовимірними просторовими об'єктами, називаються *областями (полігонами)* або *площинними об'єктами*. При визначенні місцезнаходження області її границею є лінія, що починається та закінчується в одній і тій самій точці. Зрозуміло, що, крім форми та орієнтації, можна віднайти і величину площі, яку займає область.

Поверхні або об'єми. Додавання до площинних об'єктів нового, третього, виміру (Z), наприклад висоти, перетворює їх на поверхні або об'ємні об'єкти (рис. 4.4.). Вони кількісно описуються за допомогою визначення

місцезнаходження, форми, орієнтації, площі з урахуванням третього виміру, а отже, з можливістю визначення і їх об'єму.

Поверхні, значення третього виміру яких визначені в усіх точках координатних областей цих поверхонь, називають неперервними, на відміну від дискретних поверхонь, які можуть являти собою окремі угруповання щойно зазначених точок. Обидва типи поверхонь досить часто відображаються ізолініями значень третього виміру, лише за якими, зрозуміло, не можна судити про неперервність або дискретність поверхонь. Крім того, слід мати на увазі, що третім виміром поверхонь зовсім не обов'язково є висотна позначка, ним може бути будь-який інший кількісний атрибут об'єкта, що характеризує, наприклад, інтенсивність певного явища або процесу тощо.



**Рис. 4.4. Поверхні або об'ємні об'єкти (на прикладі комп'ютерної моделі території Києва з перетинами горизонталей)
(за О.Ю. Дмитруком)**

На картографічних творах відображають не лише самі об'єкти, але й моделюють взаємозв'язки між ними (відношення). Аналіз таких відношень носить назву *просторового аналізу*.

Найхарактернішим видом просторового аналізу є *аналіз близькості*, в процесі якого, зокрема, виділяють буферні зони, зони впливу тощо.

Об'єкти, що займають певний простір, характеризуються не тільки структурою, але і певним *просторовим розподілом* (*патерном, рисунком*), що обумовлюється відповідними внутрішніми чи зовнішніми чинниками. Наприклад, дерева в садах чи лісопосадках розміщуються рядами і рівновіддалено одне від одного, тоді як в лісах вони характеризуються певною мірою випадковим (нерівномірним) розташуванням. У першому випадку розподіл називають *регулярним (рівномірним)*, а у другому – *нерегулярним (нерівномірним)*. Інші об'єкти лише на перший погляд розміщені нерівномірно (наприклад, населені пункти), проте при просторовому аналізі з'ясовується, що вони розміщуються вздовж річок чи доріг. Іноді об'єкти можуть утворювати певні *угруповання (кластери)*, (рис. 4.5.) , як от міські агломерації тощо.

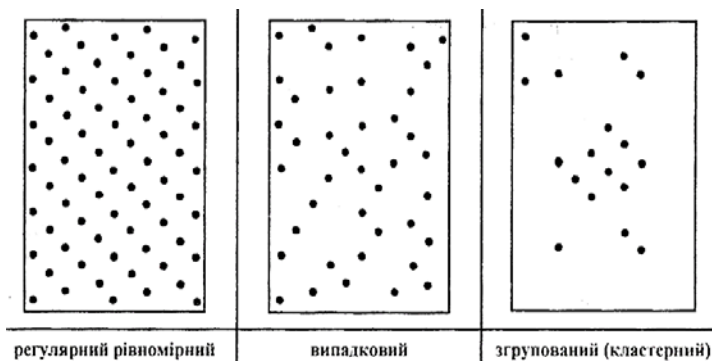


Рис. 4.5. Приклади типів розподілів картографованих об'єктів

Для характеристики розподілу дискретних об'єктів використовують *показники щільності* (кількість об'єктів на одиницю площі).

Іноді об'єкти у своєму розміщенні проникають на інші території, що називається дифузією (поширення дачних ділянок у передмісті або, навпаки, поширення міських забудівель на сільську територію тощо). Важливою характеристикою просторових відношень є наявність географічних зв'язків. Тісні зв'язки виявляються у просторово – корельованих розподілах (наприклад, чисельність населення зіставляється з віковою структурою, ціни на земельні ділянки – з якісними характеристиками ґрунтового покриву тощо).

Об'єкти картографування можуть бути *конкретними* (населений пункт), *абстрактними* (водозабезпеченість міст), *передбачуваними* (запроектована мережа заповідників, проєктовані об'єкти промисловості) тощо.

Ознаки, за якими на карті подано об'єкт картографування або його складові, у картографії називають *показниками картографування*. Вони бувають *якісними* (типи ґрунтів) і *кількісними* (приріст населення). Кількісні показники поділяють на *абсолютні* (отримані під час вимірів чи підрахунків) і *відносні*, які є результатом певних обчислень. Кажуть, що відносні можуть бути представлені *щільностями* і *пропорціями*. У першому випадку визначають кількість певного об'єкта на одиницю площі (густота розчленування рельєфу), у другому – вираховують частку об'єкта від цілого (відсоток працездатного населення від загальної його кількості). Серед них виділяють:

- ❖ *індивідуальні* показники для кожного окремого об'єкта (населеного пункту, господарства);
- ❖ *сумарні*, які об'єднують однорідні показники кількох об'єктів (кількість підприємств у населеному пункті);
- ❖ *структурні*, які відображають поділ об'єкта на частини за певними ознаками (поділ промисловості на галузі).

Усі показники бувають *аналітичними (елементарними)*, отриманими під час безпосереднього вивчення об'єкта (температура повітря, кількість населення) і *синтетичними (узагальнюючими)*, які є результатом урахування кількох показників (наприклад, районування території за економічними показниками, виділення певних зон при оцінюванні земельних ділянок).

Показники можуть бути *порівнянними і непорівнянними*. Так, при порівнянні кількості виробленої продукції можна використати показники у грошових одиницях і у видах виробів (трактори, автомобілі, зерно тощо). У першому випадку взято порівнянні показники, а у другому – непорівнянні.

Розрізняють *моментні* показники (на конкретний момент часу) та *інтервальні* (наприклад, пересічна температура за певний проміжок часу).

Показники можуть бути *прямими, непрямими, основними, додатковими* тощо.

Для певної карти відбирають показники, які найкраще відповідають її призначенню і темі. Об'єкти, які характеризують показники, називають *одиницями картографування*.

Загалом всі об'єкти характеризуються *просторовим (просторово – часовим) положенням (позиційністю) і змістовною інформацією (атрибутивністю)*. Відповідно і всі картографічні об'єкти, тобто умовні знаки, які відображають реальні об'єкти і явища, моделюють ці їх властивості. У першому випадку мова йде про *позиційну (метричну) інформацію*, а у другому – про *змістову (атрибутивну) інформацію*.

4.1.3. Шкали показників

При пізнанні об'єктів реального світу людина їх систематизує за певними ознаками, тобто класифікує. При цьому враховуються їхні найрізноманітніші параметри і характеристики. Усталені підходи до вимірювання й оцінки параметрів об'єктів, які передують класифікації, мають назву «*шкали вимірювання*». У картографії і геоінформатиці виділяють декілька шкал вимірювань, що дозволяють не тільки описувати, але й досліджувати об'єкти, – тобто отримувати нові дані про них.

Розрізняються чотири види (рівні) шкал вимірювань, а саме:

- 1) *номінальна* шкала (або шкала *найменувань*);
- 2) *порядкова* (або *рангова*) шкала;
- 3) *інтервальна* шкала;
- 4) *шкала відношень*.

	- Трипільської культури (ранній етап)
	- Трипільської культури (середній етап)
	- Культури болград-алдені
	- Культури баден
	- Культури лендель
	- Скелянської культури
	- Стогівської культури
	- Раннього енеоліту Криму
	- Пам'яток неолітичної киево-черкаської культури
	- Пам'яток неолітичної лизогубівської культури
	- Пам'яток неолітичної культури ямково-гребінцевої кераміки

Рис. 4.6. Номінальна шкала

Номінальна шкала відображає різноманітність об'єктів за їх назвами. У цьому випадку порівнюються якості об'єктів.

Порядкова шкала виражає порівняння об'єктів за їх якістю або можливістю використання з певною метою.

Інтервальна або ступінчаста шкала – використовується для точніших кількісних оцінок і вимірювань; порівняння проводиться подібно до порядкової шкали, але з більшою точністю, при цьому об'єкти розподіляються на групи, кожна з яких має певне значення або належить до певного інтервалу (ступені).

На картах зі значками, локалізованими діаграмами і картодіаграмами, використовують *абсолютні і відносні шкали*, які можуть бути *неперервними і ступінчастими*.

В абсолютних шкалах розмір значка прямо пропорційний величині відображуваного об'єкта. Власне всі зазначенні шкали відображають порівняння величини атрибутів об'єктів із певним початком відліку. Відносні (умовні) шкали відображають кількісні відмінності в умовній співрозмірності, яка переважно задається певною математичною умовою. І абсолютні, і відносні шкали можуть бути неперервними і ступінчастими. При цьому ступінчаста шкала може бути рівномірною і нерівномірною.

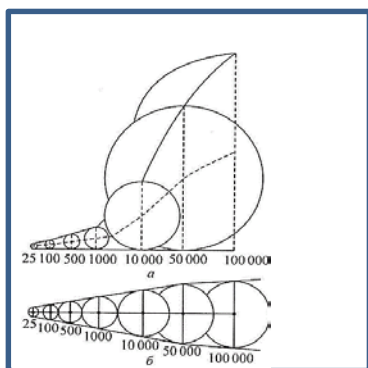


Рис . 4.7.
Неперервні шкали:
а – абсолютна; б –
відносна

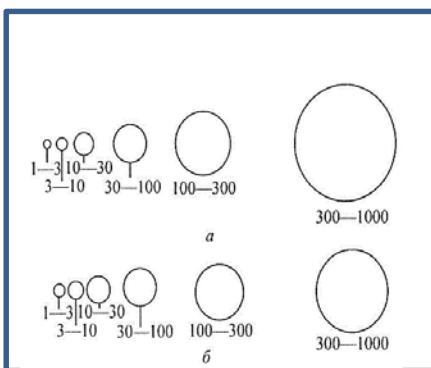


Рис . 4.8.
Інтервальні
шкали(ступінчасті):
а – абсолютна; б – відносна

Вибір кількості інтервалів та їх величини певним чином обґрунтовується.

4.1.4. Поняття про картографічні умовні знаки їх функції та ознаки класифікації

Картографічні умовні знаки – це графічні символи, за допомогою яких на карті позначають вигляд об'єктів навколишнього світу, їхнє розташування і вигляд, форму, розміри, якісні та кількісні характеристики. Але графічний символ стає умовним знаком лише тоді, коли йому надають певного змістового значення.

Історично умовні знаки розвивалися з перспективних малюнків об'єктів місцевості: височин, річок, лісів, доріг, населених пунктів. Картографи минулого намагалися передати цими малюнками індивідуальні особливості кожного об'єкта, наприклад зовнішній вигляд храмів в містах, породи дерев тощо. Але поступово такі малюнки втрачали свою індивідуальність, усі міста почали позначатися одними значками, села – іншими, для основних доріг стали застосовувати лінії одного малюнка, для другорядних – іншого. Іноді позначення на картах повністю втрачали зовнішню схожість із зображуваним об'єктом, скажімо, міста позначалися кружечком. Знаки набували чимраз більшу умовність і абстрактність.

Вище було зазначено, що знаковість – одна з найважливіших властивостей, яка відрізняють карту від багатьох інших зображень, передусім від аеро- і космічних знімків. У свою чергу використання умовних знаків дозволяє:

- ♦ показувати реальні та абстрактні об'єкти (висоту снігового покриву, індекс континентальності клімату);
- ♦ зображувати об'єкти, не видимі людині і навіть не

сприймані органами чуття (палеорельєф давніх материків, гравітаційні і магнітні поля та ін.);

- ◆ передавати внутрішні характеристики та структуру об'єктів (обсяг та структуру промислового виробництва, склад населення тощо);

- ◆ відображати взаємні відношення об'єктів: порядок та ієрархію, пропорційність, відмінність;

- ◆ показувати динаміку явищ і процесів (зміна стоку в річкових басейнах помісячно);

- ◆ сильно зменшувати зображення (на дрібномасштабній карті замість показу окремих будинків і кварталів можна позначити увесь населений пункт).

Загалом можна стверджувати, що система умовних знаків дає можливість показати одночасно різні об'єкти, їх стан, особливості розміщення і взаємозв'язки між ними та змодельовати *просторовий образ* відображуваної на карті геосистеми або її частини.

Як уже зазначалося, картографічні знаки при відображенні об'єктів виконують дві основні функції:

- ❖ вказують вид об'єктів (криниця, дорога, тощо) і деякі їх кількісні та якісні характеристики (наприклад, глибину криниці, вид покриття дороги), тобто розкривають їх атрибутивні властивості;
- ❖ визначають просторове положення, планові розміри і форми цих об'єктів, тобто «модельюють їх простір» або як кажуть представляють позиційні (метричні) характеристики об'єктів.

Умовні позначення, вживані на картах, поділяють на три основні групи:

- *позамасштабні (точкові)*, які використовуються для об'єктів, локалізованих у пунктах, наприклад нафтові родовища чи міста на дрібномасштабних картах.

Позамасштабність знаків проявляється в тому, що їх розміри (якщо їх показувати в масштабі карти) завжди значно перевершують справжні розміри об'єктів на місцевості;

- *лінійні*, використовувані для відображення лінійних об'єктів: річок, доріг, меж, тектонічних розломів тощо. Вони масштабні по довжині, але немасштабні по ширині;
- *площинні (площові, площадкові, фонові)*, вживані для об'єктів, що зберігають на карті свої розміри та контури, наприклад для лісових масивів, озер, ґрунтових ареалів та ін. Такі знаки зазвичай складаються з контура та його заповнення, вони завжди масштабні і дозволяють точно визначити площу об'єктів.

До недавнього часу всі знаки були *статичними*, проте з розвитком електронних технологій з'явилися і *динамічні*. Це знаки, що рухаються, змінюються, використовувані в комп'ютерних картографічних анімаціях. Вони також можуть бути точковими, лінійними або площадковими (фоновими).

Умовні знаки, по можливості, повинні бути простими, економічними за займаною ними площею на карті. Водночас, знаки (умовні) повинні чітко відрізнятися один від одного і легко розпізнаватися.

Кожен знак застосовується для групи різноманітних, але однорідних в якому-небудь відношенні об'єктів, наприклад, для зображення районних центрів, двоколійних залізниць тощо. Таким чином, кожному знаку властиве певне узагальнення, внаслідок чого зміст знака набуває форму поняття. Для користування картою необхідно засвоїти значення картографічних знаків, їх зміст, тобто відношення до зображуваних ними предметів, явищ і процесів.

Нерідко знаки відображають зміни явищ у часі (зростання площі або населення, міст, розливи рік), переміщення, тобто *динамічні* характеристики.

Що стосується *сукупності знаків (систем)*, то вони виконують ширші функції. Системи знаків показують поєднання і взаємозв'язок об'єктів, формують просторове уявлення про явища, дозволяють встановити особливості і закономірності їх розміщення і в такий спосіб дають нові знання поверх суми інформації, що міститься в окремих знаках карти.

Особливу категорію утворюють знаки для характеристики явищ, відомих у сумарних величинах (чисельність населення, площ лісів, тощо) або відносних показниках (щільність населення), приурочених до комірки якоїсь територіальної сітки – адміністративного поділу, регулярної сітки прямокутних координат тощо. Вони не ставлять за мету показ реальної локалізації конкретних об'єктів.

Основні правила, яким відповідають умовні знаки або їх системи:

- ☐ кожен знак на карті має лише одне значення;
- ☐ однорідні групи об'єктів подають однотипними позначеннями, а внутрішньогрупові відмінності – додатковими до основного знаку елементами.

4.2. Способи картографічного відображення об'єктів і явищ

4.2.1. Графічні засоби зображення об'єктів і явищ на картографічних творах

Кількість та різноманітність знаків, вживаних при створенні картографічних творів, практично нескінченна як нескінченна і різноманітність об'єктів, які вони відображають. Проте всі вони утворені так чи інакше певними графічними символами. У свою чергу, графічні символи формують різноманітними зображувальними (графічними) засобами. Іноді їх ще називають графічними змінними.

Графічні змінні – елементарні графічні засоби, використовувані для побудови картографічних знаків та знакових систем. Це форма, розмір, орієнтування, колір, насиченість кольору і внутрішня структура знаку. Уявлення про графічні змінні розробив у 1960 роках французький семіолог та картограф Ж. Бертен стосовно статичних паперових карт. Якщо ж мати на увазі комп'ютерні картографічні анімації, то слід додати *динамічні* графічні змінні.

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

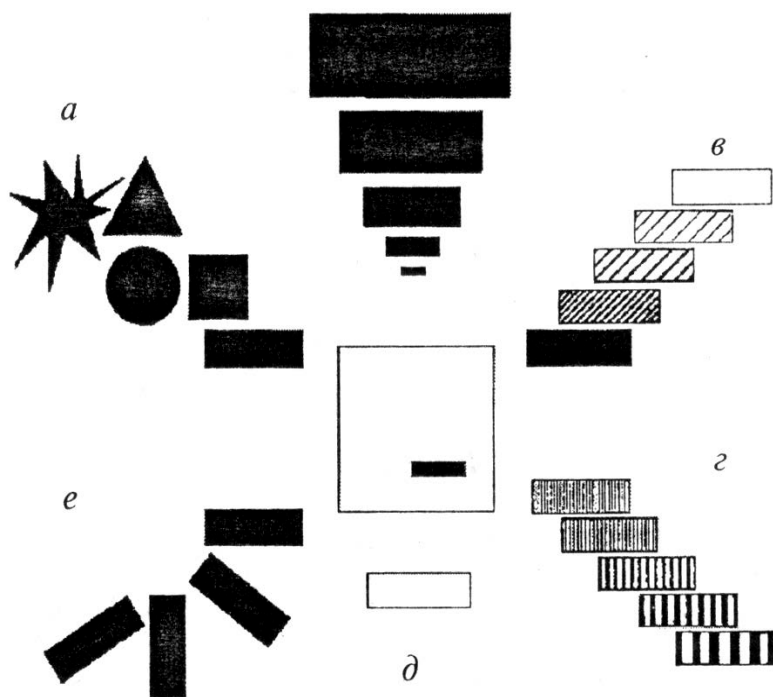


Рис. 4.9. Графічні змінні за Ж. Бертеном:
а) форма; б) розмір; в) насиченість кольору (світлота);
г) внутрішня структура; д) колір; е) орієнтування

Найпростіші з графічних змінних – форма, розмір, орієнтування, лінії, штрихи, колір.

З них складаються графічні символи, різні за складністю рисунка та особливостями використання:

- ❖ *значкові*, які є фігурними або геометричними знаками компактної форми, ширина й довжина яких однакові або майже не відрізняються; їх використовують для зображення на карті об'єктів точкової локалізації;

- ❖ *лінійні*, тобто витягнуті в довжину графічні символи з відносно малою товщиною, серед яких розрізняють лінії, стрічки, смуги, стрілки (вектори); ними зображують на карті об'єкти лінійної локалізації;
- ❖ *заповнювальні* – для виділення на карті великих за площею територій або їх частин; ними є рівномірне фарбування виділених частин території, штрихування, тобто суцільне заповнення певних ділянок здебільшого паралельними лініями або штрихами; розміщення в межах ділянок за встановленими правилами однакових графічних елементів тощо;
- ❖ *буквені й цифрові* – у вигляді однієї чи кількох літер, повних або скорочених слів, чисел для позначення об'єктів.

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

Колір (основний зображувальний засіб) використовують для формування графічних символів усіх згаданих вище груп. Він має такі характеристики: кольоровий тон (червоний, жовтий, блакитний тощо), насиченість тону (наприклад, рожевий, червоний, темно – червоний), світлота тону, зорове сприйняття його яскравості (зокрема, жовтий колір сприймається світлішим за червоний).

В оптиці кольором називають здатність спостережуваного об'єкта спричиняти різноманітні зорові відчуття в залежності від довжини хвиль відбитого і випромінюваного

поверхнею об'єкту проміння у вигляді електромагнітних хвиль довжиною від 0,33 до 0,75 мк (мікрон).

Розрізняють три основні властивості кольору:

- кольоровий тон, себто систематизацію за забарвленням (жовтий, синій...);
- насиченість – інтенсивність випромінювання певної тональності (наявність сірого кольору в ньому);
- яскравість (світлоту) кольору – світло-рожевий, темно-рожевий.

Кольоровий тон – головний зображуючий засіб для передання якісних характеристик картографованих об'єктів. Переваги кольору перед іншими зображуючими засобами пояснюється, перш за все, значною наочністю кольорового зображення. Забарвлення площ на карті в першу чергу приваблює і надовго затримує увагу користувача. Другою позитивною особливістю кольорового тону є його економічність з погляду навантаження карти. Забарвлюючи площі на карті, ми її по суті не завантажуюмо, оскільки використання прозорих фарб дозволяє розрізняти решту навантаження так само практично виразно, як і на чистому папері. Говорячи це, ми маємо на увазі використання кольорового тону (орту чи тип) як самостійного засобу. В разі використання обмежуючих (граничних) ліній, зображення звичайно буде більш (іноді надто) завантаженим.

Таким чином, використання кольорового тону займає особливе і дуже важливе місце серед засобів картографування. Більшість географічних карт за основне завдання вважають передання кольоровим тоном саме *якісних характеристик об'єктів*. Кількісні характеристики практично не відтворюються цим засобом, а якщо і зустрічаються, то це не виправдано.

Так, на ландшафтній карті типи таксонів, або на ґрунтовій – типи ґрунтових відмін зображуються різним

кольоровим тлом. Причому підбір кольорового тону, при переданні якісних ознак картографованих явищ, як і загалом підбір відповідних зображуючих засобів, носить символічний (умовний) характер. Проте ступінь символічності може бути різним.

Виокремлюють два види символічності:

- ✓ підбір певного тону на карті згідно з істинним забарвленням об'єкта в природі;
- ✓ асоціація кольору з відчуттями людини.

У першому випадку, барви карти більш-менш точно передають кольорові тони і насиченості видимих природних об'єктів. Відповідно до цього підходу, водойми зафарбовують блакитним, ліси – зеленим тощо.

Цей вид символічності знайшов значне застосування на різноманітних картах. Проте і йому притаманний ряд недоліків. Так, зображаючи зимові пейзажі помірного поясу (і північних теж), неможливо диференціювати їх за кольором, літом, практично всюди – чи на луках, чи в лісі, чи в тундрі – переважають зелені кольори. Натомість, такий колір, як червоний, що найбільше привертає увагу, практично не займає значні площі, відповідно його ми й не можемо використовувати. Іншим недоліком є зміна барв залежно від сезонної (чи іншої) динаміки об'єкта. Так, весною поля чорного кольору, при переході на літо – зеленого, ближче до осені – золотистого, восени знову чорні, взимку білі.

Варто зауважити, що не всі явища і процеси ми згідно з цим кольору можемо забарвити (наприклад, постає питання, в які кольори зафарбувати кліматичні, суспільно – політичні, геофізичні явища та ін.). У цьому випадку доцільне використання другого асоціативного принципу підбору кольорового тла. Він базується на особливостях сприйняття спостерігачем різноманітних кольорових тонів

зображення, що виражаються в асоціації кожного типу із позитивними і негативними відчуттями. В мистецтві та і в картографії це призвело до введення відносно тону таких категорій як «теплі» і «холодні» тони.

Так уже психологічно людина побудована і сприймає кольори, що деякі з них асоціюються з певними позитивними емоціями. Тому їх назвали «теплыми», інша, навпаки – з негативними, тобто «холодними». Окрім цього, виділяють групу «нейтральних» тонів, які незначно впливають на підсвідомість. Межі між цими категоріями звичайно дуже розмиті, суб'єктивні. Проте загальна картина для більшої частини людей стабільна і має таку послідовність: червоний, оранжевий, жовтий, зелений, коричневий, блакитний, синій, фіолетовий, чорний. Перших три теплі, далі – нейтральні, блакитний, синій і фіолетовий холодні. Символічний вид забарвлення в картографії обов'язково повинен врахувати асоціативні властивості людини. Яскраво це можна спостерігати на кліматичних картах.

Як вже згадувалось, існують спроби використання тільки одного кольорового тону для характеристики кількісних показників. Проте такий прийом слід вважати абсолютно невдалим, адже повністю губиться наочність. Ніякий логічний зв'язок не може довести, припустимо, що зелений колір повинен відповідати 90% якогось явища, а червоний 20%. Хоча винятком з цього правила є міжнародний (інтернаціональний) прийом використання кольорового тону для відображення висот місцевості шляхом зображення інтервалів між ізогіпсами різними тонами зі змінною інтенсивністю. Широке використання цього засобу в цьому випадку пояснюється тим, що зміна кольорових тонів здійснюється згідно з вертикальною зональністю. За найбільш поширеною схемою перехід від

зелених до жовтих тонів приурочений до абсолютної висоти в 200 м, тобто до загальноприйнятої межі між низовинами і височинами (чи передгір'ям), від жовтого до коричневого тону (на висоті 1000 м) – межа передгір'їв і середньо – гірських ландшафтів та ін. Таким чином, при використанні цього прийому, поділ площі карти кольоровим фоном відбувається по суті за якісними ознаками вертикальної диференціації.

Пластичність ж у зображенні рельєфу (чим і досягається значна наочність) у цьому випадку досягається за рахунок зміни кольорової інтенсивності (світлота і насиченість), в межах кожного тону. А це є вже прийомом відображення кількісних параметрів рельєфу. Як ми бачимо, в цьому випадку поєднання кольорової насиченості і світлоти з тональністю зображення є універсальним засобом, при якому можливе досягнення таких, певною мірою, протилежних властивостей зображення, як метричність і наочність (та пластичність). Широко використовується в картографії для зображення чисто кількісних характеристик об'єктів і асоціативного сприйняття зміни інтенсивності кольору, тобто насиченості і світлоти. Проте при цьому слід обов'язково враховувати асоціативне сприйняття кожного тону, підбираючи його для показу інтенсивності кількісних параметрів об'єктів.

Передавання кількісних характеристик картографованого явища шляхом зміни кольорової інтенсивності може здійснюватись за ступінчастою і неперервною шкалами.

При використанні неперервної шкали (зокрема, шляхом відмивки, «відтінення») досягається максимальна наочність зображення, проте спостерігається практично повна відсутність метричності. Технічно різна інтенсивність при цьому може досягатися двома шляхами:

1) багаторазовим пофарбуванням ділянок залежно від зростання і кількісних показників;

2) нанесенням штрихових елементів і чергування їх поверхні та проміжків між ними залежно від кількості параметрів.

Перший спосіб в основному використовується при створенні авторських оригіналів, а другий – при тиражуванні карт. Недоліки унеможливлення метричних вимірів частково ліквідуються застосуванням ступінчастої шкали, де зміна інтенсивності йде за ступенями, яким конкретно відповідають певні кількісні параметри. Проте кількісні виміри можуть бути точними, якщо вони збігаються із межами ступенів, а якщо вони локалізовані між ними, то доводиться величини інтерполювати й отримувати певною мірою наближені виміри. Яскравий приклад використання такого прийому спостерігається у зображенні гіпсометрот на картах.

Зазначимо, що при використанні кольорової інтенсивності спостерігається і ряд недоліків, зокрема: 1) надмірне навантаження карти одним засобом і відповідно менші можливості використання інших; 2) значна технологічна працездатність у нанесенні зображення.

Незважаючи на великі можливості створення найрізноманітніших за графічним виконанням умовних знаків, на картах застосовують досить сталий їх набір, простих за формою, легких для зорового сприйняття та запам'ятовування, зручних для креслення. Це можливо тому, що знаки однієї форми на різних картах можуть мати різне значення, яке розкривається в легенді до кожної з них.

Створюючи знаки для будь-якої карти, картограф може вільно поєднувати будь-які графічні змінні. Закони картографічної семіотики та художній смак автора карти дозволяють підбирати самі різні стилі та поєднання,

конструювати яскраві, добре помітні та такі, що запам'ятовуються знаки. Але водночас така свобода вибору ускладнює уніфікацію та стандартизацію умовних позначень, а це – дуже важлива проблема в картографії. Наприклад, населені пункти можна позначати, кружечками різного кольору та розміру, квадратами, зірочками, стилізованими малюнками будиночків або якими-небудь іншими значками. Якщо математичні або хімічні символи зрозумілі фахівцям без пояснень, то будь-яка карта повинна супроводжуватися легендою, що пояснює значення кожного знаку.

Нині стандартні умовні позначення прийняті й офіційно закріплені лише для топографічних, морських та аеронавігаційних карт. У тематичній картографії уніфіковані системи кольорів та індексів застосовують тільки на геологічних і частково на ґрунтових картах, робляться спроби розробити уніфіковані легенди геоморфологічних карт.

Таким чином, під *графічними засобами в картографії* слід розуміти комбінування способів і прийомів технічної і художньої графіки (оформлення), що дозволяє здійснити вибраний спосіб (метод) картографування і спрямованість на передання змісту складуваної (створюваної) карти.

4.2.2. Характерні риси картографічних способів зображення об'єктів і явищ на картах та інших картографічних творах

Системи умовних позначень, вживані для передачі об'єктів та явищ, що розрізняються характером просторової локалізації та розміщення, називаються *способами картографічного зображення*.

Розпізнати способи зображення можна, якщо розуміти сутність об'єкта картографування (Рис. 4.10).

Кожен зі способів картографічного зображення має

свої обмеження і переваги, тому найліпше відображає певні групи об'єктів. Завдання картографа – подати дані на карті як найяскравіше, щоб образ явища був зрозумілий для читача.

Спосіб локалізованих значків (далі – *спосіб значків*) відображає об'єкти точкової локалізації (наприклад, населені пункти). Значно рідше застосовують цей спосіб для відображення об'єктів природи. У способі локалізованих значків використовують значкові зображувальні засоби, а також буквені, наочні позначення (пиктограми). У свою чергу значки поділяються на: абстрактні, наочні, буквені та структурні.

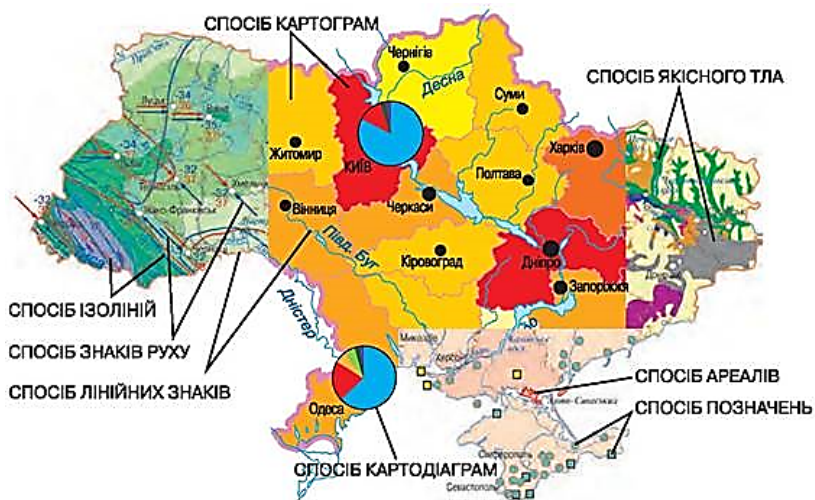


Рис. 4.10. Способи картографічного зображення

Абстрактні значки здебільшого мають правильну геометричну форму, тому їх називають геометричними значками. Вони не передають характерних ознак об'єкта картографування, тому їх легко застосовувати на картах

будь-якого змісту.

Наочні значки, навпаки, передають певні ознаки об'єкта картографування, що дає змогу розуміти їх і без пояснень. Такі значки поділяють на художні, вигляд яких передає знайомі форми об'єктів (автомобіля, риби тощо), і символічні, коли між значком і об'єктом є асоціативний зв'язок (наприклад, знак у вигляді чашки позначає місцезнаходження кав'ярні).

Буквені значки формують літерами певного алфавіту. Здебільшого роль значків виконують одна-дві літери, якими прийнято скорочено позначати певні об'єкти.

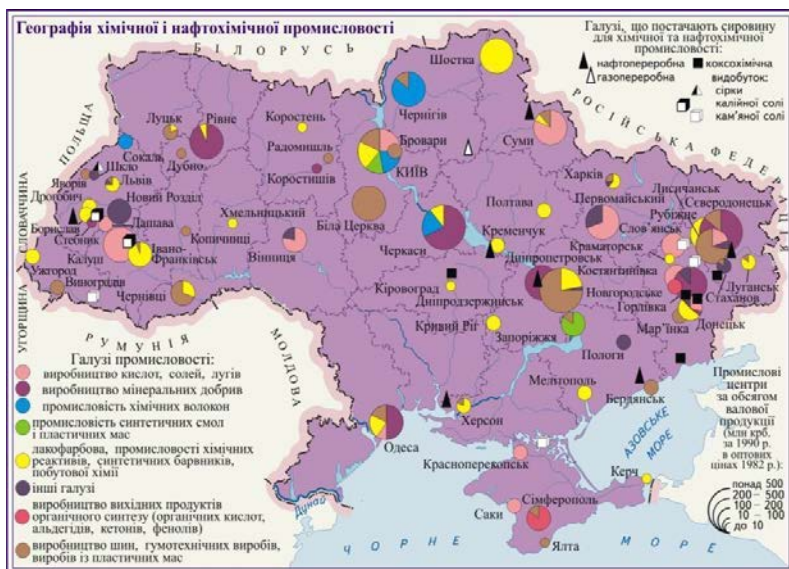


Рис. 4.11. Спосіб значків (локалізованих, роздільних, структурних, наростаючих)

Значки мають не лише різну форму. Однакові за формою, вони можуть відрізнятися за розміром, кольором, внутрішнім рисунком тощо. Використання цих

властивостей умовних знаків допомагає збагатити їх змістове навантаження, одним значком передати кілька відмінностей об'єкта: якісних, кількісних, змін у часі тощо.

Якісні й кількісні ознаки об'єктів одночасно передають *структурними* значками, тобто такими, площа яких поділена на кілька частин. Значками можна подати зміни або динаміку об'єктів (наприклад, зростання з часом кількісного показника певного виробництва у населених пунктах). Такі значки мають назву *наростаючих*. Вони складаються з кількох фігур однакової форми, але різних за розміром, які ніби виглядають одна з-за одної.

Спосіб лінійних знаків. Лінійні знаки застосовують для зображення на карті реальних або абстрактних лінійних об'єктів, таких як:

- ✓ ширина, що не відображається в масштабі карти (більшість річок, канали, шляхи сполучення тощо);
- ✓ ті що практично не мають ширини (кордони, межі політико-адміністративного поділу, вододільні й берегові лінії, межі природного районування тощо);
- ✓ лінії, що підкреслюють основні напрямки об'єктів зі складною будовою (осі хребтів, антикліналей тощо).

Головний зображувальний засіб – лінія, яка добре показує на карті місцезнаходження об'єкта, своєрідність його форми (звивистість річок, берегів; прямолінійність автострад тощо). Змінюючи рисунок лінії (вона може бути суцільною, пунктирною, одинарною, подвійною тощо), її ширину, колір, показують якісні відмінності об'єктів (клас шляхів сполучення, типи берегів тощо), ієрархічну підпорядкованість (кордони держави, межі областей тощо). Кількісні відмінності можна відобразити зміною товщин ліній (головні та інші канали тощо), додатковими до основного знаку графічними елементами (кількість колій

залізниці тощо), іншими засобами. Лінійними знаками можна показати зміну положення об'єкта з часом (лінія фронту на різні дати тощо).

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

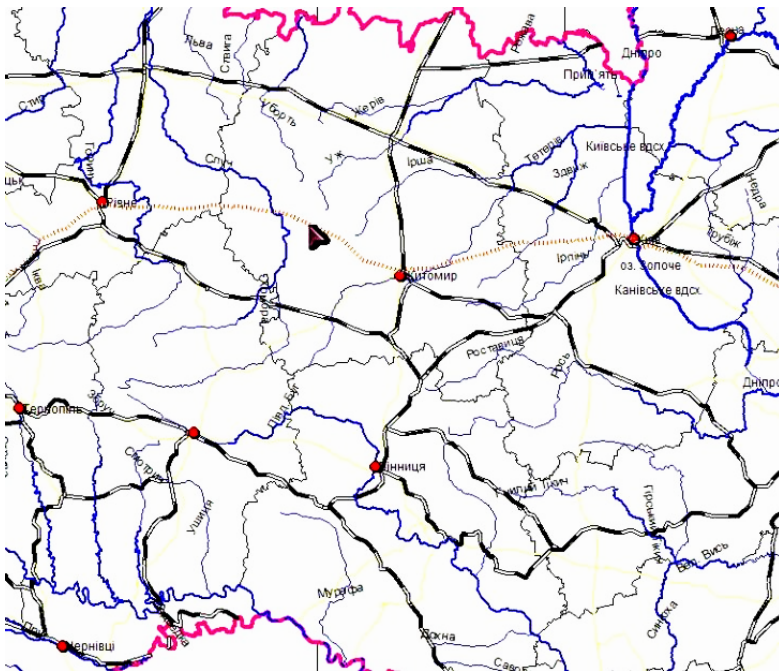


Рис. 4.12. Спосіб лінійних знаків

Кути нахилу території Чернівецько-Сторожинської височини

Умовні позначення:
 Заселені:
 — Гідротехнічні
 — Шлях
 — Сітка
 — Гідротехнічні
 — Топографічний
 — Життєво-економічний
 — Річка

Кути нахилу території
 0° - 2°
 2° - 4°
 4° - 6°
 6° - 9°
 9° - 15°
 15° - 20°
 20° - більше

2 600 1 300 0 2 600 Meters

Цей спосіб застосовують для характеристики об'єктів суцільного поширення на всій земній кулі (ландшафт, природні зони, кліматичні пояси тощо) або на значних її площах (зона лісів тощо). Він придатний для відображення

об'єктів розосередженого, але масового поширення (населення).

Поділ території відповідає межам складових частин об'єкта за природними, соціально-економічними або політико-адміністративними ознаками на основі існуючих наукових класифікацій, а також спеціально розроблених для конкретної карти.

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

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

Спосіб ізоліній. Це спосіб відображення на карті об'єктів безперервного поширення з використанням кривих ліній, які з'єднують точки з однаковим значенням певного кількісного показника. Спосіб застосовують для картографування явищ й об'єктів на поверхні Землі, в її надрах і в атмосфері, а також на обмежених за певними ознаками територіях. Ізолінії (від грец. – рівний, однаковий)

– загальна назва кривих, які відображають відмінності об'єктів картографування. Рельєф зображають ізогіпсами, або горизонталями, магнітне схилення – ізогонами, кількість опадів – ізогієтами, глибину морів – ізобатами, температуру повітря – ізотермами тощо. Ознакою способу є те, що характеристику об'єкта подають не окремою ізолінією, а їх сукупністю, системою, яка характеризує як реальні об'єкти (рельєф), так і абстрактні (густоту населення). Раніше ізолініями відображували статичні показники об'єктів (як рельєф), а згодом почали відображати й часові зміни і динаміку об'єктів. Приклади: річна зміна магнітного схилення, тривалість безморозного періоду, час настання різних явищ тощо.

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

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

Раніше технічного посилення насиченості кольору досягали, поступовим нанесенням кількох шарів фарби. Такий спосіб оформлення ізоліній має назву способу пошарового фарбування. Він дає змогу отримувати кількісні значення для будь-яких точок, розташованих між

ізолініями (за інтерполяцією значень показників між ними). Для зображення безперервності й поступовості зміни показника об'єкта легенду карти будують у вигляді шкали.

Спосіб псевдоізоліній. Псевдоізолінії, тобто ізолінії, що відображають розподіл дискретних об'єктів. Такі, наприклад, псевдоізолінії щільності населення, розміщення якого, звичайно ж, не утворює суцільного поля, псевдоізолінії розораності або залісненої і тому подібне. Їх завжди проводять на основі інтерполяції яких-небудь розрахункових статистичних показників щільності, інтенсивності розподілу об'єктів, отриманих в осередках регулярної або нерегулярної сітки.

На вигляд псевдоізолінії нічим не відрізняються від ізоліній, вони часто доповнюються пошаровим забарвленням.

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

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

Ареали можуть мати чіткі межі, що, наприклад, збігаються з природними межами (гірськими вододілами, тектонічними розломами тощо), і нечіткі, або приблизні (такими, наприклад, є межі площі, заселеної певними морськими тваринами). Нечіткість меж може бути пов'язана з незнанням дійсних меж поширення об'єкта, з їх

невизначеністю в природі або неможливістю подати в масштабі зображення, що зумовлює їх схематичне подання. Схематизація може бути й навмисною – для отримання простішого і виразнішого зображення.

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

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

Зовнішня ознака способу ареалів – не суцільна (вибіркова) характеристика території, поданої на карті. Іноді територію за межами ареалу зафарбують слабонасиченою фарбою для покращення естетичного вигляду зображення, завдяки чому карта з ареалами може нагадувати карту з якісним фоном. У такому разі у визначенні способу допомагають знання особливостей поширення об'єкта. Для прикладу можна порівняти карту лісів України і карту її рослинності з шкільних атласів. Зрозуміло, що ліси не поширюються на всій території країни, тому подані способом ареалів. Рослинність у різних формах проявляється на всій території, і для її характеристики застосовують спосіб якісного фону. Крім того, територія на карті поза ареалами не має змістового навантаження (для неї відсутнє пояснення в легенді).

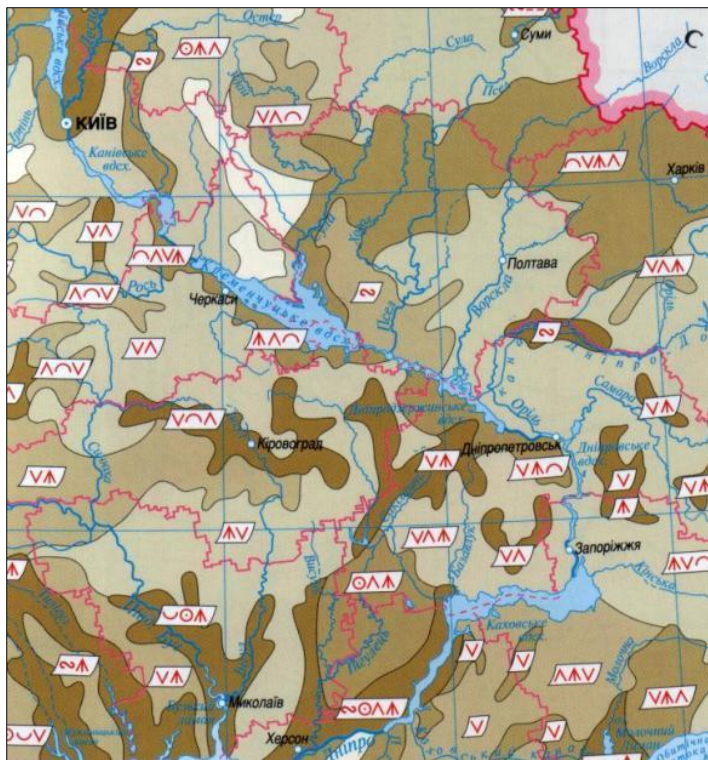


Рис. 4.14. Геологічна карта із застосуванням способу ареалів

Найчастіше ареали позначають значковими зображувальними засобами у вигляді стилізованих рисунків. За формою такі позначення подібні до локалізованих значків, але, на відміну від них, характеризують не точкові об'єкти, а об'єкти, які розміщені на площі розосереджено або межі яких важко встановити чи передати в масштабі карти (наприклад, позначення районів садівництва на загальноекономічних картах або районів поширення тварин певного виду на зоогеографічній карті). Важливо, що стилізований рисунок риби є локалізованим значком, якщо ним позначено рибопереробний завод, і ареалом у разі

відображення району рибного промислу. Якщо ареал знаходиться в межах картографованої території лише частково, його позначення може бути подібним до лінійного знаку (наприклад, площа лісів на карті України обмежена тільки південною межею).

Використання різних зображувальних засобів дає змогу передати на карті сукупність різних за змістом ареалів навіть тоді, коли вони перекривають один одного (наприклад, ареали поширення рослин).

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

Найпоширенішим зображувальним засобом цього способу є точковий (точка малого діаметра, вона подібна до крапки, тому спосіб іноді помилково називають крапковим, але, на відміну від крапки, точка має чітку геометричну форму й розміри). Для карт використовують інші мініатюрні побудови: прямокутники, риси тощо.

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

Вага точки найчастіше виражена в абсолютних одиницях, рідше – у відносних (наприклад, у відсотках). Зрозуміло, що коли вага точки становить 1 %, то сума точок

дорівнює 100 %. У разі різкої зміни густоти об'єкта на одній карті іноді застосовують точки різної ваги, що на окремих ділянках карти призводить до злиття точок встановленої спочатку ваги. Важливо те, що окрема точка не є відображенням конкретного об'єкта, об'єкт картографування зображують сукупністю точок, які заповнюють площу його поширення. Наприклад, на точковій карті населення жодна з точок не пов'язана з конкретним населеним пунктом, хоча форма точки може бути подібна до умовного знаку населеного пункту. Ще одна ознака способу – дуже спрощена географічна основа, іноді без знаків населених пунктів та їх назв, що утруднюють розміщення точок під час створення карт.

Спосіб локалізованих діаграм. Характеризує об'єкти або явища картографування суцільного чи лінійного поширення за допомогою графіків або діаграм, які розміщують на карті в місцях визначення параметрів цих об'єктів чи явищ. Графіки відображають зміни показника по часових періодах (декадах, місяцях, сезонах, десятиріччях). Діаграми у вигляді так званих трояндових (троянд-діаграми) передають разом з іншими показниками й характеристику напрямків, за якими об'єкт або явище переміщується чи поширений (тектонічні розломи різної довжини). Діаграми легко поєднують кілька показників об'єкта.

Способом локалізованих діаграм на карті подають результати вивчення таких природних явищ, як річний хід температури повітря і тиску, кількість опадів за місяцями або їх сезонні зміни, напрямок і силу вітру тощо. Це явища суцільного поширення. Локалізовані діаграми конкретизують їх характеристику в окремих точках, де явища вивчають (населених пунктах, метеостанціях, гідрологічних постах тощо). Прикладом явищ лінійного поширення є річка, морська течія, для яких визначають витрати води,

величину стоку, швидкість тощо. Спосіб використовують для характеристики явищ розосередженого поширення (наприклад, орієнтування основних форм рельєфу на морфометричних картах). На карті завжди відмічають пункти, до яких віднесені графіки, хоча ясно, що локалізовані діаграми характеризують не лише ці пункти, але і прилеглу територію.

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

Знаки руху передають переміщення різних за формою і розмірами об'єктів: точкових (корабель), лінійних (лінія фронту), таких, що займають певну площу (лавове поле). За характером розміщення це можуть бути об'єкти суцільного поширення на площі (повітряні маси) або розосередженого (тваринний світ). Знаки руху дають змогу передати не лише шлях або напрямок переміщень, а й спосіб, швидкість, потужність і структуру об'єкта, який рухається.

Розрізняють два види знаків руху. Одні з них – *стрілки* – різняться за формою, довжиною, товщиною, внутрішньою структурою, кольором. Найпростіший приклад: червоні стрілки – напрямом теплих течій, сині – холодних. Біля знаків руху можна розмістити пояснювальні підписи (наприклад, назву експедиції, яку відображено). Інший вид знаків руху – *стрічки і смуги* – відображають величину вантажних або пасажирських потоків – кількість перевезень відображається зміною ширини стрічки, тому такі стрічки називають масштабними. Поступове або ступінчасте зменшення ширини

такого знаку є своєрідним вектором руху. Діленням його на вузьчі стрічки, ширина яких пов'язана з величиною складових об'єкта, передають на картах структуру потоків. Структуровані стрічки називають також *енюрами*. Поєднання стрічок і стрілок дає змогу показати величину і склад транспортних потоків у протилежних напрямках. Спосіб відображає як абсолютні, так і відносні показники.

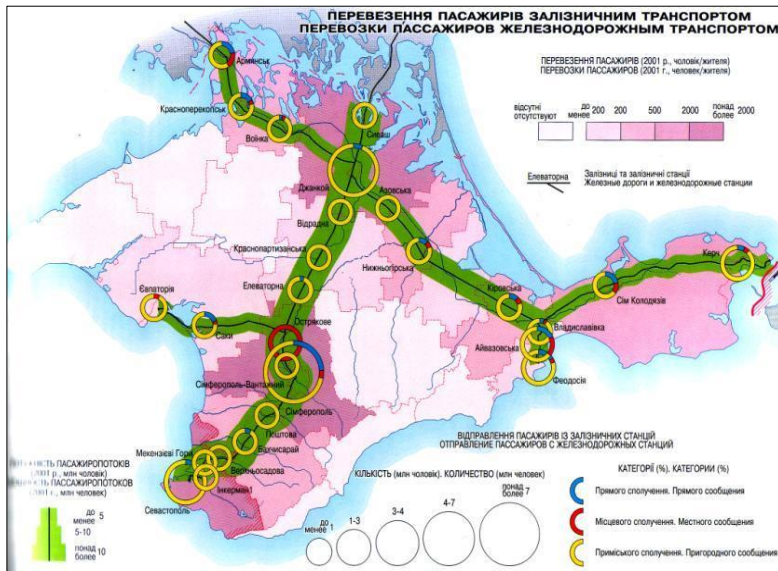


Рис. 4.15. Картографічний спосіб знаків руху

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

Знаками руху шляхи переміщення можна передавати точно або схематично. Знаки точної передачі розміщують за реальними напрямками переміщення об'єктів, а знаки

схематичної передачі довільно з'єднують початкову і кінцеву точки переміщення. Такий спосіб дає змогу узагальнити зображення, акцентувати увагу на пунктах, між якими здійснюється зв'язок.

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

Картодіаграмою називають не лише спосіб зображення, а й саму карту, укладену цим способом. Вибір способу пов'язаний з бажанням наочно відобразити статистичні дані певних об'єктів.

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

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

Загальну характеристику об'єкта можна подати і визначеною кількістю рівнозначних плоских фігур, які складають загальну фігуру – це «віденський спосіб». Таку

фігуру можна скласти з частин, різних за кількісним значенням, а відтак, і за розміром – це спосіб розмінної монети. Так само можна ділити куби або стовпчики.

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

Кожна картодіаграмна фігура подає узагальнену характеристику певної кількості об'єктів, розташованих у межах одиниць територіального поділу, тому на карті обов'язково мають бути межі такого поділу. Бажано, щоб фігура була в центральній частині регіону. Ще одна ознака способу – спрощена географічна основа, завдяки чому увага концентрується на діаграмах.

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

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

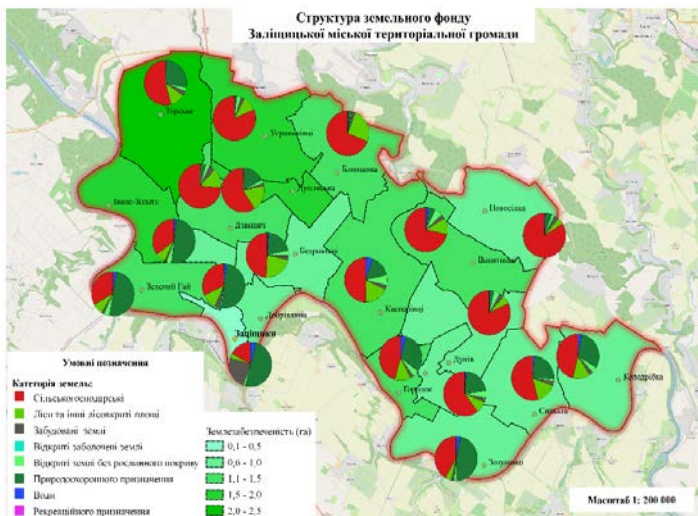


Рис. 4.16. Структура земельного фонду. Спосіб картограм

Картограми, як і картодіаграми, створюють за статистичними даними, тому обидва способи часто називають *статистичними*. На відміну від картодіаграм, для картограм використовують лише відносні показники, наприклад середню густоту населення (тобто кількість населення на одиницю площі), відсоток населення, виділений за віковою, професійною та іншими ознаками, відсоток площі, зайнятої певними сільськогосподарськими угіддями тощо.

Картограма точніше характеризує об'єкт зі зменшенням одиниць територіального поділу. Застосовують узагальнену, або згладжену, картограму. На ній зняті межі між суміжними одиницями поділу території (наприклад, між районами), якщо вони мають однакові кількісні показники. Картограма, як правило, має *інтервальну шкалу*, в якій інтенсивність кольору або щільність штрихування закономірно змінюються відповідно до зростання або зменшення значення показника, що картографується.

Запитання та завдання

1. Зазначте, на які складові поділяється карта. Які із загальногеографічних елементів відображають на карті?
2. У чому полягає сутність картографічної семіотики?
3. На які основні типи поділяються просторові об'єкти реального світу? Коротко охарактеризуйте кожен з них.
4. Охарактеризуйте показники картографування об'єктів на картах.
5. У картографії виокремлюють чотири види шкал вимірювання. Назвіть та коротко опишіть їх.
6. Дайте визначення терміну «картографічні умовні знаки».
7. У чому полягає використання умовних знаків у картографії?
8. Які функції виконують картографічні знаки при відображенні об'єктів на карті?
9. Охарактеризуйте основні групи умовних позначень, які використовуються на картах.
10. Як поділяються графічні символи за складністю рисунка та областями використання?
11. Опишіть основні характеристики кольору як зображувального засобу в картографії.
12. Що лежить в основі виділення окремих видів символічності при зображенні об'єктів на картах?
13. Розкрийте особливості передачі певних ознак картографування об'єктів способом значків.
14. У яких випадках у картографуванні застосовують спосіб лінійних значків?
15. У чому полягають відмінності способів якісного та кількісного фону?
16. Охарактеризуйте спосіб ареалів у картографуванні.
17. У чому відмінності використання при картографуванні способів лінійних знаків та знаків руху?
18. За якими ознаками відрізняються діаграмні фігури у картографуванні?
19. Перелічіть суттєві відмінності способу картограм від способу картодіаграм.

ТЕМА 5. СПОСОБИ ЗОБРАЖЕННЯ РЕЛЬЄФУ

5.1. Способи зображення рельєфу.

5.2. Цифрові моделі рельєфу. Сумісне застосування різних способів зображення. Розробка шкал.

5.1. Способи зображення рельєфу

Рельєф – головний елемент ландшафту. Він визначає характер та конфігурацію гідрографічної мережі, розподіл рослинності і ґрунтового покриву, мікроклімат і екологічні умови, розташування доріг і населених пунктів.

На старовинних картах рельєф зображувався у вигляді окремих височин, хребтів, гір. Для більшої виразності гори покривалися тінями – цей спосіб іноді називали *картинним зображенням рельєфу*. Для нього не було потрібне знання абсолютних або відносних висот, крутизна схилів. Способи зображення рельєфу розглядають окремо, тому що рельєф є складним об'єктом, який потребує різноманітніших, ніж інші об'єкти, прийомів і способів картографічного зображення. Ними намагаються, перш за все, унаочнити об'ємність (тривимірність) форм рельєфу. Деякими способами передається безпосередня характеристика рельєфу (безперервність його поширення, різноманітність окремих форм за обрисами, розмірами, крутизною схилів, орієнтуванням тощо), іншими – результати тематичного вивчення рельєфу (ступінь розчленування, геоморфологічне районування тощо).

Окремі способи можна застосовувати як для безпосередньої, так і для тематичної характеристики рельєфу. Різні підходи й до зображення рельєфу на загальногеографічних і тематичних картах. Розглянемо детальніше найчастіше вживані способи зображення рельєфу на картах.

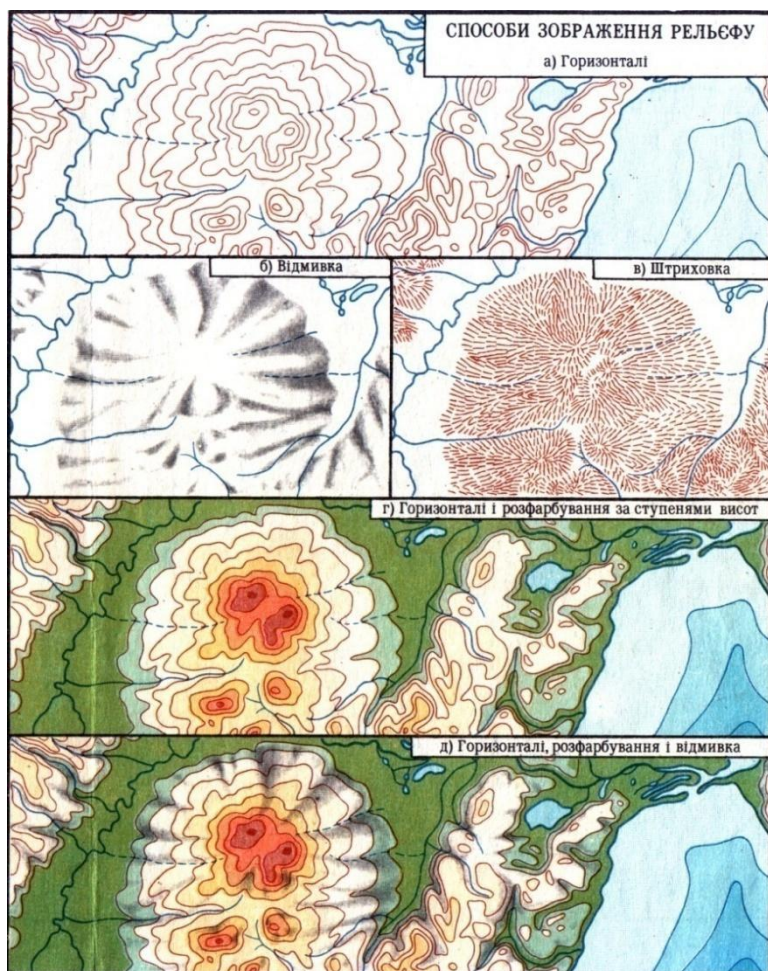


Рис. 5.1. Способи зображення рельєфу

Спосіб штрихів. Цікаво, що для нанесення штрихів на карті спочатку проводили горизонталі, вони служили канвою для побудови ліній схилів, далі по них викреслювали штрихи. Інший принцип використовували

при зображенні рельєфу за допомогою тіньових штрихів, які наносили за принципом бічного освітлення. Способи штрихів дуже добре передають пластику рельєфу, його морфологію, але не дозволяють визначати абсолютні та відносні висоти. Крім того, гравірування або малювання штрихів дуже трудомісткі, а друкування карт вимагає високої техніки відтворення.

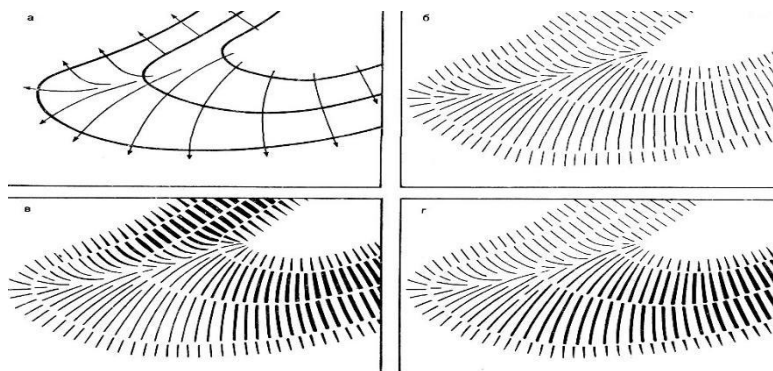


Рис. 5.2. Схема виконання штрихового рисунка рельєфу

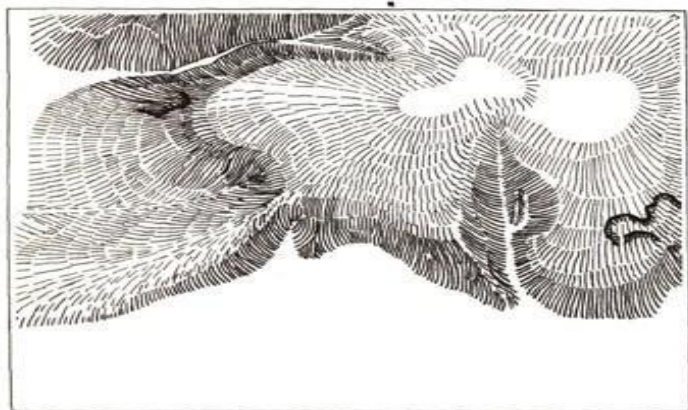


Рис. 5.3. Зображення рельєфу способом штрихування

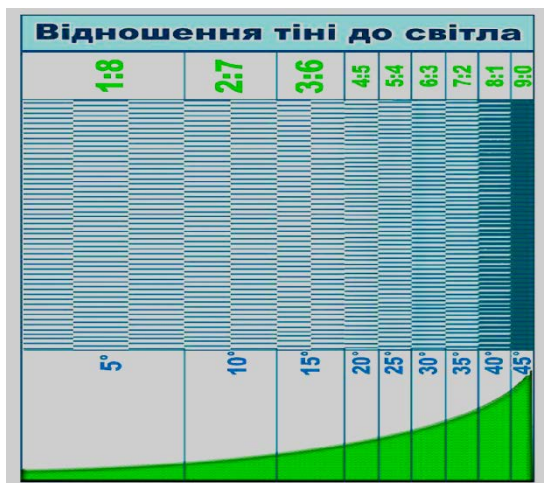


Рис. 5.4. Шкала штрихів

Найбільшу виразність зображенню надають способи тіньової пластики, коли форми рельєфу ніби покриваються тінями. Пізніше на зміну йому прийшов простіший спосіб відмивання, тобто створення півтонового зображення при заданому освітленні місцевості. Найбільшу виразність і об'ємність дають способи світлотіньової пластики, яка забезпечує плавний перехід від світлого до темного.

Спосіб тіньової пластики (shadow plastics method) – зображення на картах форм рельєфу відтінюванням їх схилів. Наочна передача зовнішнього обліку форм земної поверхні, що створює ефект опуклості (об'ємності), найкраще досягається способами тіньової пластики: штрихами, відмиванням, фотографуванням рельєфної моделі (так одержують фоторельєф), а також перспективним зображенням. Тіньова пластика відбиває ступінь затінення певних частин рельєфу, що залежить від напрямку його освітлення. Затінення буде різним при прямовисному і бічному (косому) освітленні.

Серед способів тіньової пластики – штриховий спосіб відображення рельєфу та відмивання рельєфу. Штриховий спосіб зображення рельєфу ґрунтується на сприйнятті тіней, що створюють уявлення опуклих і увігнутих форм рельєфу. Штриховий спосіб зводиться до нанесення на карту коротких ліній різної товщини залежно від стрімкості схилу. Штрихи відіграють роль тіні, просвіт між ними – елемент світла. Розрізняють штрихи *стрімкості* і *тіньові* штрихи. Шкала перших будується за принципом "чим крутіше, тим темніше" з урахуванням прямовисного освітлення рельєфу. Шкала інших характеризує затінення схилів залежно від їхньої експозиції щодо косого освітлення рельєфу.

Відмивання рельєфу – це створення напівтонового зображення при заданому напрямку освітлення місцевості. Відмивання рельєфу широко застосовується на дрібномасштабних фізичних та топографічних картах.

Спосіб перспективного зображення або фізіографічний – це один зі способів подання на картах інформації про рельєф місцевості. Цей спосіб походить з далекої давнини, коли для відображення гірських хребтів, окремих гір та значних пагорбів на карті малювався рисунок відповідно гір або хребтів. Цей спосіб наочний, але не дозволяє якісно визначати висоти рельєфу. Сьогодні він застосовується здебільшого для відображення рельєфу на туристичних картах та картах-ілюстраціях, що включаються до популярних видань.

Спосіб гіпсометричного забарвлення – спосіб картографічного зображення рельєфу земної поверхні та дна морів і океанів, який полягає в поширеному зафарбуванні висотних ступенів відповідними для них кольорами або відтінками. Зазвичай цей спосіб використовується для підвищення наочності даних про

рельєф на дрібномасштабних картах та в атласах. Часто застосовується спільно зі способом ізоліній. Для відображення рельєфу вводиться шкала кольорів, наприклад, «що вище, то темніше», «що вище, то світліше» або «чим вище, тим тепліші та насиченіші кольори». Спосіб гіпсометричного забарвлення дуже широко використовується на різноманітних картах для передачі даних про глибини. В цьому випадку використовують різноманітні відтінки синього кольору – "чим глибше, тим темніше".

Подання рельєфу за допомогою способу відмивання. Широке застосування в ХХ ст. фотографії дозволило використовувати при друці карт оригінали напівтонового зображення рельєфу, виконані способом відмивання. Сама назва способу говорить про те, що світлотінь на папері створюється шляхом розмиву туші пензлем. Термін "відмивання" став у вітчизняній картографії загальним для позначення способу тіньової пластики.

Відмивання (shading, hill shading) – пластичне напівтонове зображення рельєфу шляхом накладення тіней темно – сірого, сіро – синього, коричневого тонів. Сутність цього способу зображення рельєфу аналогічна способу штрихів (крутизни і тіньових), з тією тільки різницею, що замість штрихів при візуалізації рівня затемненості схилу відбувається накладання тіні за допомогою фарб різних відтінків. Коричнева або чорна (сіра) фарба наноситься на затінені схили так, щоб на стрімких схилах тіні лежали густіше, а пологі схили виглядали світлішими.

Поверхня Землі зазвичай зображується коричневим кольором: чим більша висота рельєфу, тим темніший колір. Глибини моря показують блакитним кольором: чим більше глибина, тим густіший колір (від блакитного до темно-синього).

Відмивання може виконуватись за допомогою:

- бокового освітлення (oblique shading), сутність якого полягає в тому, що джерело світла знаходиться в лівому верхньому куті карти (північно – західне освітлення);
- прямовисного освітлення (vertical shading), коли світло падає зверху;
- комбінованого освітлення (combined shading), коли місцевість начебто освітлена з різних сторін.



Рис. 5.5. Приклад зображення альпійського рельєфу



**Рис. 5.6. Відображення рельєфу відмиванням при косому північно-західному освітленні
(з національного Атласу Швейцарії, вип. I, 1965 р.)**

Спосіб відмивання дає наочне пластичне зображення рельєфу, начебто фотографію рельєфної моделі місцевості, але не дає можливості визначити за картою крутизну схилів і висот точок. Тому його широко застосовують для карт дрібного масштабу і для окремих тематичних карт, де потрібно передати лише загальне уявлення про рельєф місцевості. Але найчастіше цей метод використовують як доповнення у зображенні рельєфу методом горизонталей з метою створення багатобарвної гіпсометричної карти.

У картографії використовується також варіант суцільного відмивання, коли застосовують палітру фарб (наприклад, для низовин – зелену, для середньовисотних ділянок – жовту тощо) та їх відтінками передають різні за висотою ділянки.



Рис. 5.7. Приклад відмивання при зображенні гірського рельєфу на гіпсометричній карті

Відмивання є способом зображення рельєфу, при якому об'ємність зображення рельєфу досягається за допомогою напівтонового відтінення нерівностей земної поверхні. Відмивання рельєфу застосовується переважно для гірських районів, де напівтони надають рельєфу більшу наочність. Відмивання рельєфу на карті створює враження бічного висвітлення рельєфної моделі, коли освітлений схил показується світлішими тонами, а затінений – темнішими. Спосіб відмивання при зображенні рельєфу на карті практично завжди використовується в сполученні з іншими способами (ізоліній, висотних відміток, гіпсометричний), тому що сам по собі не здатний передати рельєф земної поверхні засобами, придатними для проведення вимірів висот.

Відмивання має низку переваг перед штрихуванням і тушуванням. Для його використання потрібно менше часу. Воно дає зображення, найбільш близьке до реальної світлотіні на об'ємних предметах. Але якщо оригінальне штрихове зображення або тушування виконувалось безпосередньо на друкованій формі, то відмивання вимагає спеціального фотографування через растр для розкладення напівтону на друковані елементи.

Вищезазначені способи одержання світлотіньового зображення рельєфу відрізняються значною працемісткістю і вимагають від виконавця великої майстерності, знань і художнього смаку. Тому картографами ведуться дослідження з механізації й автоматизації отримання пластичного зображення рельєфу. Наприклад, відомо, що рельєф піщаних пустель відрізняється великим розмаїттям і складністю мікроформ, прочитати які на топографічній карті, що зображена горизонталями, вкрай складно. Наочність зображення цього рельєфу значно підвищилася за рахунок вдруковування в карту планового аерофотозображення рельєфу піщаних пустель.

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

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

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

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

Гіпсометричні шкали. Для надання рельєфу в горизонталях більшої читабельності та виразності

застосовують колірні шкали, що називаються шкалами гіпсометричного забарвлення. Вони можуть бути одноколірними, або багатоколірними зі зміною кольору.

1. Шкали, що затемнюються, будуються за принципом «чим вище, тим темніше», в них насиченість пошарового забарвлення зростає з висотою від блідо-зеленого до темно-зеленого;
2. Шкали, що освітлюються, за принципом «чим вище, тим світліше»;
3. Шкали зростаючої насиченості.

Спосіб освітлення горизонталей. Як було сказано вище, зображення рельєфу горизонталями володіє найбільшою метричністю, але програє іншим способам відносно пластичності. Тому картографи завжди прагнули посилити виразність горизонталей, вводячи додаткове бічне «освітлення». Один із прийомів полягає в потовщенні горизонталей на затінених схилах і потовщенні їх на освітлених, що відтворює ефект розподілу світла та тіні.

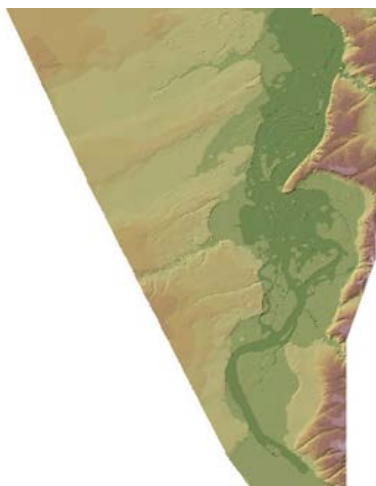
Гіпсометричні карти дають геометрично точне зображення рельєфу за допомогою горизонталей та забарвлення висотних ступенів за певною шкалою кольорів.

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

додаткові й допоміжні горизонталі для відображення окремих особливостей рельєфу.



а



б

Рис. 5.8. Приклад гіпсометричного зображення (а) та шкали (б)

Таблиця 5.1.

Співвідношення загального числа інтервалів перерізу рельєфу і кольорових ступенів гіпсометричних шкал

Масштаби гіпсометричних карт	Число інтервалів перетину шкали	Число кольорових ступенів
1:1 000 000	40	15
1:2 500 000	32	16
1:5 000 000	13	7
1:10 000 000	16	9

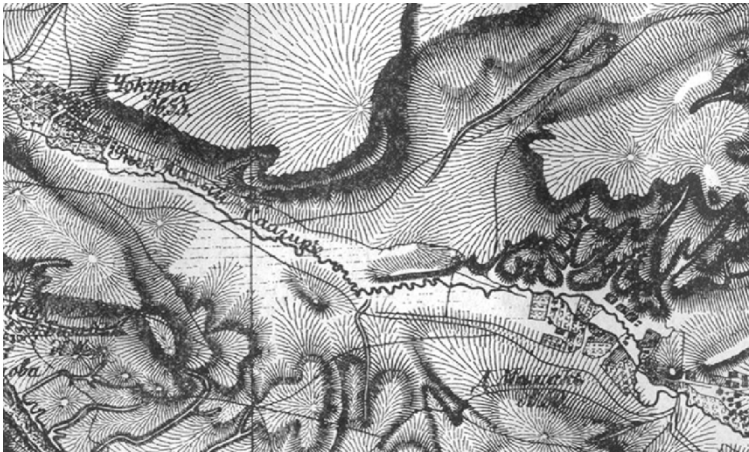


Рис. 5.9. Зображення рельєфу штрихами стрімкості

Однак спосіб штрихів не забезпечує належної точності визначення висотних відміток та інших показників. Основним пластичним способом зображення рельєфу є *спосіб тіньового відмивання* (або просто відмивання), при якому об'ємність форм рельєфу відтворюється накладанням тіней фарбою чи тушшю з поступовою зміною її насиченості – від темної до

світлої. Щільність тіней на затінених схилах залежить від їхньої експозиції щодо напрямку променів освітлення. Відмивання при бічному (косому) освітленні (найчастіше північно – західному) застосовують для зображення рельєфу гірських районів, відмиванням за умов прямовисного освітлення зображують рельєф рівнинний, при цьому темнішими подають крутіші схили. (Особливості використання цього способу розглянуто вище).

Стереоскопічні способи. Стереоскопічні способи засновані на стереоскопічних (об'ємних) особливостях нашого зору. Якщо розглядати точки П і ПІ двома очима, то ці дві точки зіллються в точці N, яка буде лежати поза площиною. Це явище і називається стереоскопічним ефектом. Якщо взяти два однакових фотознімки рельєфу (стереопара) і розглядати їх через стереоскоп, ми отримаємо об'ємне зображення місцевості, парні плоскі малюнки зіллються в єдиному сприйнятті і дадуть відчуття глибини.

Крім роздільного способу існує і сумісний спосіб (*анагліфічний*) зображення рельєфу, суть якого полягає у спільному друкуванні на одному і тому ж аркуші карти двох систем горизонталей – червоним і зеленим (синім) кольорами. Зміщення їх встановлюється за спеціальними формулами. При розгляданні горизонталей їх через окуляри – світлофільтри тих же самих кольорів видно чорні горизонталі, що розташовуються одна під одною.

Кожен із розглянутих способів зображення рельєфу має свої переваги та недоліки. Пластичні способи не дають кількісної характеристики рельєфу. Способи горизонталей і гіпсометричний не виражають пластичності форм рельєфу. Тому на оглядових загальногеографічних картах застосовують не один, а одночасно декілька способів, щоб отримати наочне зображення рельєфу і водночас геометрично точно.

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

Рельєфні моделі можуть виготовлятися різними способами. Найпростіший ручний, при якому по горизонталях вирізаються з картону висотні шари і послідовно наклеюються один на одного. Потім ступені згладжуються. Цей процес дуже повільний і працемісткий, тому розробляються більш раціональні способи. Щоб рельєф на моделі був візуально відчутним, вертикальний масштаб порівняно з горизонтальним збільшують: для рівнин – у більшому ступені, для гірських масивів – у меншому. Переробка східчастої моделі в згладжену виконується не механічно, це робиться з урахуванням знання морфології рельєфу. Тільки в цьому випадку досягається правдоподібне зображення його форм і типів. Для отримання фоторельєфу поверхня рельєфної моделі повинна бути білою або матовою. Гарне пророблення тіней, необхідних під час фотографування, досягається застосуванням комбінованого освітлення з перевагою бокового. Для отримання фоторельєфу в ортогональній або заданій проекції повинна використовуватися спеціальна оптична система. Моделі і карти формуються з матриці вакуумним способом на пластинах полівінілхлоридної групи.

5.2. Цифрові моделі рельєфу. Сумісне застосування різних способів зображення. Розробка шкал

У даний час широке використання в картографії отримали цифрові моделі рельєфу (ЦМР), за якими можна проводити різні розрахунки і побудови (блок – діаграм, панорам тощо).

Блок – діаграми рельєфу – це тривимірні плоскі малюнки, які передають пластику земної поверхні. Зазвичай вони поєднуються з повздовжніми і поперечними розрізами, які показують внутрішню геолого – геоморфологічну будову території. Блок-діаграми будують за особливими законами геометричної перспективи, супроводжуючи малюнок пошаровим розфарбовуванням або відмиванням для досягнення найбільшої виразності. Сучасні комп'ютерні технології дозволяють порівняно легко отримувати тривимірні блок – діаграмні зображення на дисплеї блок – діаграми з горизонталями зручні в тому відношенні, що по них, як по картах, легко визначати абсолютні та відносні висоти, ухили, на них можна наносити додаткове навантаження, наприклад ґрунти, рослинний покрив.



Рис. 5.10. Блок-діаграма гірського рельєфу

Рельєф може бути зображений на *рельєфних моделях і рельєфних картах*. У даний час рельєфні моделі автоматично виготовляються по картах, переведених у цифрову форму. Рельєфні карти – теж об'ємні тривимірні моделі місцевості. При їх виготовленні важливий вибір

відповідностей між горизонтальним і вертикальним масштабом. Зазвичай вертикальний масштаб береться перебільшеним по відношенню до горизонтального (для дрібномасштабних карт в 10 – 15 разів).

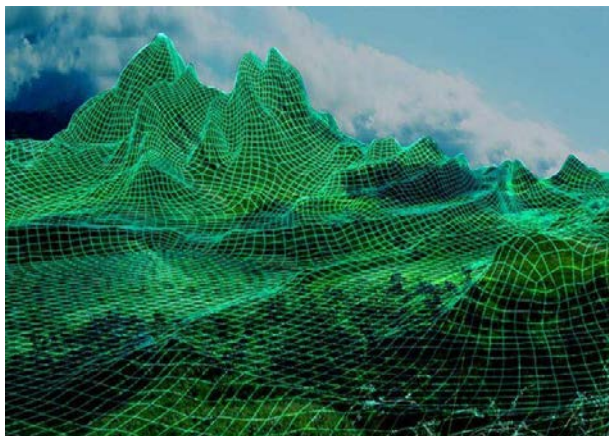
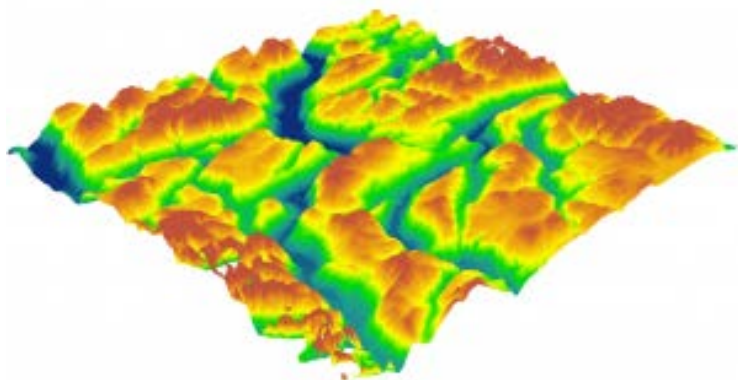


Рис. 5.11. Варіації представлення ЦМР

Автоматизація картографування привела до створення та повсюдного використання *цифрових моделей рельєфу (ЦМР)*. ЦМР – сукупність (масив, файл) висотних відміток

Z, узятих у вузлах деякої мережі із координатами X, Y та закодованих у числовій формі.

Розрізняють чотири способи побудови ЦМР:

- ☐ отримання висотних відміток у вузлах регулярної сітки, у вершинах квадратів або прямокутників – створення матриці висот;
- ☐ нерегулярне (чи випадкове) розміщення висотних відміток у вузлах довільної трикутної мережі – такі дані зазвичай отримують при зніманнях на місцевості;
- ☐ розміщення висотних відміток уздовж горизонталей або ізобар з певним кроком, тобто цифрування ізоліній по карті;
- ☐ отримання висотних відміток в точках перетину горизонталей із структурними лініями рельєфу – осями вододілів, тальвегам та ін., що дає можливість найточніше зафіксувати морфологію рельєфу.

ЦМР – основа комп'ютерного картографування. Вони дозволяють відновлювати (візуалізувати) рельєф у горизонталях за допомогою процедур інтерполяції, екстраполяції або апроксимації. На основі ЦМР виконують різноманітні розрахунки та перетворення, автоматично будують похідні морфометричні карти: ухилів та експозицій схилів, розчленовування та зон видимості/невидимості. В автоматичному режимі можна відновлювати тальвеги річок та усю ерозійну мережу. Крім того, ЦМР служать для побудови блок-діаграм, панорам і інших тривимірних зображень рельєфу, у тому числі динамічних моделей, що обертаються на екрані комп'ютера. Детальні ЦМР дозволяють виконувати аналітичне відмивання рельєфу при заданому освітленні.



Рис. 5.12. Візуалізація рельєфу в ArcGIS Desktop

Запитання та завдання

1. У чому полягає сутність використання в картографії при зображенні рельєфу способу штрихів і гіпсометричної шкали?
2. Охарактеризуйте способи тіньової пластики та гіпсометричного забарвлення.
3. Зазначте переваги та недоліки використання способу відмивання при зображенні рельєфу на картах.
4. У чому сутність використання способів висотних відміток і горизонталей?
5. Які способи побудови цифрової моделі рельєфу виокремлюють в автоматизованому картографуванні?

ТЕМА 6. НАПИСИ НА ГЕОГРАФІЧНИХ КАРТАХ

6. 1. Картографічна топоніміка та форми передачі іншомовних назв.
- 6.2. Нормалізація географічних найменувань. Каталоги географічних назв.
- 6.3. Розміщення написів на картах та картографічні шрифти. Допоміжне оснащення карт.
- 6.4. Вказівники географічних назв.

6.1. Картографічна топоніміка та форми передачі іншомовних назв

Топоніми – це власні імена (назви) географічних об'єктів. *Картографічна топоніміка* – розділ картографії на стику з топонімікою, в якому вивчаються географічні назви об'єктів, які відображаються на картах. До завдань розділу входить також первинний збір географічних назв на місцевості, їх аналіз, систематизація та стандартизація, розробка нормативів і правил їх написання на картах.

Первинне встановлення назв відбувається під час польових знімачів. Настанови на проведення топографічних робіт передбачають виписку найменувань з офіційних документів, виявлення раніше присвоєних найменувань за старими картографічним і літературним документами, опитування місцевих жителів, присвоєння нових найменувань відкритим об'єктам. Це непрості завдання, необхідна ретельна перевірка найменувань, із тим щоб усунути можливі орфографічні помилки, вказані в офіційних документах, проаналізувати різні назви одного й того ж об'єкта, що вживаються місцевими жителями, особливо в малообжитих районах, виключити випадкові нічим не мотивовані присвоєння нових назв.

Вибір географічних найменувань необхідний у тих випадках, коли є кілька назв одного і того ж об'єкта на різних мовах, прийнятих як офіційні державні. Такі ситуації спостерігаються наприклад в Бельгії, де багато найменувань

існують у французькій і фламандської формах (наприклад, Антверпен і Анвер, Брюгге і Брюж), а також у Швейцарії, де паралельно використовуються назви на німецькій, французькій та італійській мовах.

Ще більші складності виникають у тих випадках, коли один і той же географічний об'єкт належить різним державам. Наприклад, річка *Дунай* в Німеччині та Австрії називається *Донау*, в Угорщині – *Дуна*, в Румунії – *Дунеря*, в Болгарії та Сербії – *Дунав*. Спірна територія, яка по – англійськи називається Фолклендськими островами, в Аргентині носить назву Мальвінські острови – і написання назви на карті стає політичною проблемою. Японське море на корейських картах називається Східним або Східно-Корейським.

На картах іноді наводять одночасно дві назви, наприклад, для прикордонних річок між Німеччиною і Польщею, – Одер і Нейсе (німецька) і Одра і Ніса (польська). Річка Західна Двіна в Латвії називається Даугавою, а іспанські річки Дуеро і Тахо в Португалії набувають назви Дору і Тижу. У таких випадках на картах даються паралельні гідроніми.

Чимало складнощів і невизначеностей виникає при передачі іноземних назв. На картах прийнято вказувати назви американських міст (Нью-Йорк, Новий Орлеан) проте канадські провінції за усталеною традицією даються в таких різних написаннях: Нью-Брансвік і Ньюфаундленд, а також Нова Шотландія.

Спеціальні національні та міжнародні топонімічні комісії роблять чимало зусиль для нормалізації географічних найменувань, розробляють інструкції з передачі іншомовних назв, особливо з мов, що мають не європейські системи писемності (ієрогліфи, арабіца), вводять правила написання на картах нових географічних назв. Така діяльність була особливо актуальна у зв'язку з безліччю перейменувань, що пройшли в країнах Азії і Африки після звільнення їх від колоніальної залежності.

Міжнародна нормалізація особливо актуальна для топонімів. Уперше присвоюються географічні об'єкти в Антарктиді, у Світовому океані, а також на інших планетах. Цікавий досвід Міжнародного астрономічного союзу щодо найменування деталей рельєфу планет. Наприклад, об'єктам Венери – єдиної планети названої жіночим ім'ям, було вирішено присвоювати виключно жіночі імена. Кратерам – прізвиська відомих жінок (на карті Венери є кратери, названі на честь Клеопатри, Валентини, Марії та Глорії), височинам – імена богинь (Афродіта, Іштар, Лада та ін.), каньйонам – імена інших міфологічних персонажів (баба Яга, Далі, Діана тощо).

Існує кілька форм передачі на картах іншомовних назв.

Місцева офіційна форма – написання географічного найменування державною мовою країни, де розташований даний об'єкт. Прикладами можуть служити Sverige (Швеція) або България (Болгарія). Ця форма зберігає справжнє офіційне написання, однак не розкриває звучання топоніма. Наприклад, французи або англійці, які користуються латинським алфавітом, можуть не знати, що назва Швеції звучить «Сверье», а українські читачі матимуть труднощі при вимові болгарського «ъ».

Фонетична форма відтворює звучання (вимову) найменування, яке передається літерами алфавіту іншої мови. Наприклад, англійське Atlantic Highlands в українській транскрипції виглядає як Атлантик – Хайлендс, а угорське Miskolc – як Мішкольд. Цю форму часто називають умовно – *фонетичною*, оскільки звуки іноземної мови не завжди можна точно передати літерами іншого алфавіту. Особливі труднощі виникають, наприклад, при відтворенні на картах вимови китайських, японських, арабських топонімів. Навіть в європейських мовах деякі поєднання букв по – різному звучать залежно від положення на початку або всередині топоніма. Наприклад, німецьке на початку слова звучить як *шт*, а в інших випадках як *ст*, наприклад, як озеро Солт – Лейк і місто Солт – Лейк – Сіті.

Транслітерація – політерний перехід від одного алфавіту до іншого без врахування дійсної вимови найменування. До цієї форми вдаються нечасто, наприклад у тих випадках, коли справжнє звучання топоніма невідомо. Такі ситуації виникають, зокрема, при передачі ескімоських назв у Гренландії при їх написанні на датських картах або аборигенних назв в Австралії за англійськими картами.

Традиційна форма – написання іноземного географічного найменування у формі, що відрізняється від оригіналу, але давно вкорінена в розмовній та літературній мові цієї країни. Українська топоніміка рясніє такого роду прикладами, на картах традиційно пишеться Фінляндія, а не Суомі, Греція, а не Еллас, Грузія, а не Сакартвело, Шпіцберген, а не Свальбар. Французька столиця Парі в українській мові стала Парижем, італійське місто Наполі – Неаполем, а англійська річка Темс придбала закінчення жіночого роду – Темза.

У табл. 6.1 наводяться приклади різних форм передачі географічних найменувань для кількох найбільш відомих топонімів.

Таблиця 6.1

Форма передачі географічних найменувань

<i>Мова топоніма</i>	<i>Місцева офіційна</i>	<i>Фонетична</i>	<i>Транслітерація</i>	<i>Традиційна</i>
Англійська	England	Інгленд	Інгланд	Англія
Французька	Paris	Парі	Паріс	Париж
Німецька	Wien	Він	Вієн	Відень
Італійська	Genova	Дженова	Генова	Генуя
Норвезька	Norge	Норьє	НоргеСуомі	Норвегія
Фінська	Suomi	Суомі		Фінляндія

Перекладна форма – передача назви з однієї мови на іншу за змістом. В основному це стосується об'єктів, для яких встановилася міжнародна традиція, наприклад Берег Слонової Кістки (французькою – Cote d'Ivoire), мис Доброї Надії (англійською – Cape of Good Hope), Скелясті гори (англійською – Rocky Mountains), острови Зеленого мису (португальською – Arquipelago de Cabo Verde), Вогняна Земля (іспанською – Tierra del Fuego), Чорне море (англійською – Black Sea, французькою – Mer Noire, румунською – Mare Neagra, болгарською – Чорно море). Часто перекладається лише частина назви: Новий, Старий, Північний, Південний, Великий, Малий. За змістом вони прикметники. Приклади численні: Новий Південний Уельс, Північна Кароліна, Великий Хінган, Малі Антильські острови.

6.2. Нормалізація географічних найменувань.

Каталоги географічних назв

В усьому світі особлива увага звертається на *нормалізацію найменувань*, тобто вибір найбільш поширених назв і визначення їх написання тією мовою, на якій вони вживаються.

У нашій країні нормалізація проводиться відповідно до правил і традицій української мови. У словниках, довідниках і каталогах, на картах і в атласах повинні публікуватися тільки нормалізовані найменування географічних об'єктів.

Проблемами нормалізації географічних найменувань зазвичай займаються спеціальні державні і міжнародні органи. При Організації Об'єднаних Націй існує спеціальна Група експертів з географічних назв. ООН регулярно проводить всесвітні і регіональні конференції з цієї

тематики. Все це свідчить про важливість та актуальність проблеми нормалізації географічних назв.

В Україні Державне управління у сфері топографо – геодезичної і картографічної діяльності здійснюють центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері топографо – геодезичної і картографічної діяльності.

Нормалізації найменувань географічних об'єктів як частини історичної та культурної спадщини народу в Україні приділяється значна увага. Ухвалено спеціальний закон, який створив правову базу для найменування та перейменування географічних об'єктів, і прийняті на його основі нормативно – правові акти (норми, правила, інструкції, керівництва) визначають порядок реєстрації, обліку і збереження найменувань.

Закон встановлює, що найменування, яке присвоюються географічному об'єктові, має відображати його характерні ознаки, особливості життя та діяльності населення на даній території і до того ж вписуватися в існуючу систему топонімів. Об'єктам можуть присвоюватися імена людей, які брали участь в їх відкритті, вивченні, освоєнні, імена видатних державних діячів, учених, діячів науки і культури. Перейменування допускається з метою повернення назв, широко відомих в минулому і сьогоденні.

Пропозиції про присвоєння найменувань і перейменування об'єктів вносяться органами державної влади, місцевого самоврядування, громадськими організаціями та окремими особами. Всі подібні пропозиції проходять експертизу, розглядаються спеціально створеними комісіями і лише після цього затверджуються відповідними органами влади. Встановлено відповідальність за порушення законодавства України про найменування географічних об'єктів.

У багатьох країнах створюються державні *каталоги географічних назв* – систематизовані, нормалізовані і постійно оновлювальні фонди назв.

Їх призначення полягає в тому, щоб упорядкувати і закріпити ці назви, контролювати їх зміни. У каталогах і довідкових інформаційних топонімічних системах зазвичай фіксуються такі дані:

- ◆ вид (рід) географічного об'єкта;
- ◆ назва (і варіанти назв);
- ◆ географічні координати;
- ◆ адміністративна належність і географічна прив'язка;
- ◆ джерело, звідки взято назву;
- ◆ перейменування об'єкта;
- ◆ додаткові відомості.

Масиви назв групують за адміністративними одиницями, а всередині них – за абеткою. Основним джерелом для створення каталогів служать топографічні карти. У найбільш повних державних довідкових системах містяться всі топоніми, що зустрічаються на наймасштабніших картах країни. Карти і атласи, нормативні словники та енциклопедичні видання, а також засоби масової інформації зобов'язані давати назви, вивірені за каталогами.

В Україні Державний реєстр географічних назв створено у вигляді автоматизованої системи обліку унормованих географічних назв, яка передбачає постійну актуалізацію за офіційними даними відомостей про найменування та перейменування географічних об'єктів, зміну їх статусу, категорії, виду тощо. Наповнення електронної бази даних назв географічних об'єктів України Державного реєстру географічних назв здійснено за адміністративно-територіальними одиницями (АР Крим, області, райони, міста, сільські та селищні ради) на основі топографічної карти масштабу 1:100 000.

База даних Державного реєстру географічних назв містить понад 100 000 назв населених пунктів та одиниць адміністративно-територіального устрою, фізико-географічних та соціально-економічних об'єктів України станом на 1 грудня 2017 року.

У зв'язку з проведенням адміністративно-територіальної реформи в Україні (2015-2020рр.) відбулась зміна АТП, саме через це виникла необхідність оновлення матеріалів у Державному реєстрі географічних назв, а процеси декомунізації, що проводиться в останні роки внести низку змін до переліку назв населених пунктів.

6.3. Картографічні шрифти та розміщення написів на картах

Шрифти, які використовуються на картах для географічних назв, термінів і пояснювальних написів, повинні задовольняти кілька вимог: бути чіткими і добре читатися на кольоровому тлі, компактними, придатними для відтворення при друці. Скажімо, витончене тонке накреслення літер, придатне для відтворення гравюрою, виявилось малопридатним при фоторепродукційованні і плоскому друці, оскільки тонкі лінії просто «рвуться» (рис. 6.1.).

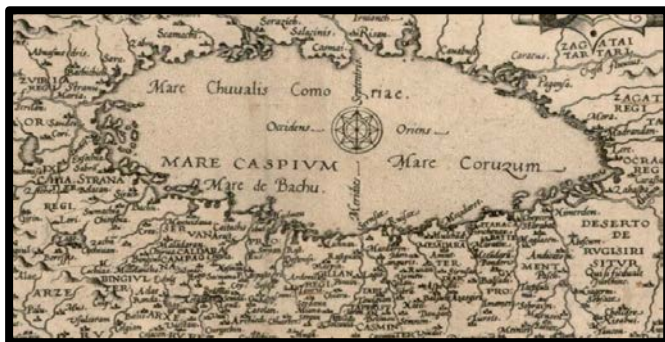


Рис.6.1. Фрагмент карти із гравюрою

Крім того, самі шрифти можуть виконувати роль умовних позначень, тоді вони повинні відрізнятися за розміром, малюнком, кольором. Наприклад, назви великих судноплавних річок підписують синім прямим шрифтом, а несудноплавних – курсивом, назви населених пунктів різного адміністративного значення дають шрифтами різного розміру і малюнками (рис. 6.2.).

№№ умовн. знаків	Назви об'єктів	Зразки шрифтів	Розміри шрифтів (в пунктах, кеплях, та міліметрах)	
334	Пояснювальні підписи та характеристики <i>БСАМ курсив малокоонтрастний (Бм-431)</i> Пояснювальні підписи біля умовних знаків промислових, соціально-культурних, сільськогосподарських та інших об'єктів, їх спеціалізація	<i>пром. буд.</i> <i>насос. ст.</i> <i>ПТФ ГЕС АЗС</i>	1:25 000	1:50 000
			5	4
335	Пояснювальні підписи і власні назви біля умовних знаків колодязів, джерел; підписи періодів розливів річок, озер тощо	<i>к. Степовий</i> <i>джер. Придорожнє</i> <i>Період розливу</i> <i>травень-червень</i>	7; 1,8 м	6; 1,4 м
			5	4
336	Нумерація прикордонних знаків, оцифровка лісових кварталів	6 50 7	7; 1,8 В	6; 1,4 В
			5	4
337	Підписи адміністративних центрів (РР — районна рада, СелР — селищна рада, СР — сільська рада) [170]	<i>Рубаний (Р-131)</i> РР СелР СР	8; 2,1	7; 1,8
			5	4
338	Назви кінцевих пунктів морських поромів, магістральних трубопроводів	Ілчеськ-Варна	7; 1,8	6; 1,4
			5	4
339	Підписи державної належності островів та інших територій	(Україна)	8; 2,1	7; 1,8
			5	4
340	Підписи матеріалу покриття доріг, матеріалу споруди мостів, гребель	(Рум.)	7; 10; 2,5 м	6; 8; 2,1 м
			5; 7; 1,8	4; 6; 1,4
341	Підписи позначок командних висот	(Польща)	5; 7; 1,8	4; 6; 1,4
			8; 11; 2,8	7; 10; 2,5

Рис.6.2. Пояснювальні написи та характеристики на топографічних картах



Рис. 6.3. Зразки написів та розміщення для елементів гідрографії

№№ умовн. знаків	Зразки шрифтів 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000		
347*	Назви річок, озер, струмків, ставків, каналів та сухих русел <i>БСАМ курсив малокоонтрастний (Бм-431)</i>		
	<i>Інгул</i>	<i>Інгул</i>	
	13; 18; 4,6 м	10; 14; 3,5 м	
	<i>Інгул</i>	<i>Інгул</i>	<i>Інгул</i>
	8; 11; 2,8 м	7; 10; 2,5 м	6; 8; 2,1 м
	<i>Інгул</i>	<i>Інгул</i>	
	5; 7; 1,8 м	4; 6; 1,4 м	

Рис. 6.4. Зразки шрифтів для елементів гідрографії

Залежно від ряду графічних ознак картографічні шрифти поділяються на групи:

- ♦ *за нахилом літер* – прямі (звичайні) і курсивні з нахилами вправо і вліво;

- ♦ *за шириною літер* – вузькі, нормальні і широкі;

- ♦ *за світлістю* – світлі, напівжирні та жирні;

- ♦ *за наявністю підкреслень* – наявні або відсутні.

Шрифти розрізняють ще й за кеглем – висотою літер. Кегль вимірюється в пунктах (1 пункт = 0,376 мм). Деяким шрифтом присвоєні поліграфічні назви: наприклад, «текст» – 20 пунктів, «корпус» – 10, «нонпарель» – 6 пунктів тощо.

Важлива якість шрифту – його *естетичність*. На старовинних картах вживалися написи з декоративними елементами. Це прикрашало карту, але знижувало її читаність.

Сучасний дизайн орієнтується на зручність читання, компактність, красу пропорцій, гармонійність поєднання з іншими елементами змісту карти.

Для виділення назв карт або важливих елементів у легенді застосовують оригінальні художні та архітектурні шрифти, на кресленнях яких вводиться об'ємність, орнамент, колір і штрихове оформлення.

Сучасні комп'ютерні технології забезпечують широкий, практично не обмежений вибір шрифтів різного виду, розміру, малюнка, нахилу. Крім того, розроблені спеціальні алгоритми для оптимального, компактного, автоматичного розміщення написів об'єктів (наприклад, населених пунктів) при їх великій щільності на карті.

Допоміжне оснащення карт. Окрім умовних знаків, на картах присутні різноманітні написи. Вони складають важливий елемент змісту, пояснюють зображені об'єкти, вказують їх якісні та кількісні характеристики, служать для

отримання довідкових відомостей. Написи збагачують карту, але можуть одночасно погіршити її читаність. Тому встановлення оптимальної кількості написів і правильне їх розміщення складають важливе завдання при створенні будь-якого картографічного твору.

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

Написи на карті – це всі назви, терміни, пояснення, буквені й цифрові позначення, розміщені на карті. Розрізняють такі види написів: *географічні назви (топоніми), терміни й пояснювальні написи.*



Рис.6.5. Групи написів на картографічних зображеннях

Топоніми – найменування географічних об'єктів. Це власні географічні найменування об'єктів картографування. Вони включають ороніми – назви елементів рельєфу, гідроніми – назви водних об'єктів, етноніми – назви етносів, зооніми – назви об'єктів тваринного світу і тому подібне.

Терміни – написи на карті, які позначають географічні, геологічні, соціально – економічні й інші поняття; загальні терміни іменують об'єкти за їх належністю до певного класу (море, затока, гора, вулкан тощо). Найчастіше їх вживають з власними іменами, інколи самотійно – для виділення на карті важливих об'єктів (колодязі в пустелях). Терміни – поняття, що відносяться до об'єктів картографування. Це можуть бути загальногеографічні, геологічні, океанологічні, соціально – економічні і будь – які інші терміни (наприклад, «провінція», «область», «затока», «низовина», «економічний район» та ін.).

Пояснювальні написи – різноманітні якісні, кількісні, хронологічні, геодезичні та інші написи на карті, що слугують для позначення якісних особливостей об'єктів, які не відображають умовними знаками (позначення переважаючих порід лісостану, матеріалу покриття дорожнього одягу тощо); кількісні характеристики об'єктів (наприклад, поверхність будинків, ширина і глибина річок тощо); власні імена й назви, що не належать до географічних об'єктів (наприклад, прізвища капітанів і назви кораблів, подані вздовж маршрутів експедицій).

Пояснювальні написи включають:

- ◆ якісні характеристики («ялина», «сосна», «гірке», «солоне», «кам'яний»);
- ◆ кількісні характеристики (вказівка ширини шосе, абсолютні і відносні висоти, глибини, швидкість течії річки та ін.);
- ◆ хронологічні написи (дати подій, географічних відкриттів, настання яких-небудь явищ, наприклад початку льодоставу на річках);
- ◆ пояснення до знаків руху;

- ♦ оцифрування меридіанів і паралелей та пояснення до ліній картографічної сітки.

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

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

При складанні карти важливо, щоб кожний напис був чітко прив'язаний до позначеного об'єкта. Від цього залежить читабельність карти, точність передачі інформації. Розміщення написів залежить, перш за все, від характеру локалізації самих об'єктів:

- ✓ об'єкти, локалізовані в пунктах (населені пункти та ін.), підписуються поруч з правого боку так, щоб написи розташовувались вздовж паралелей або горизонтально, тобто паралельно північній і південній рамкам карти. При великій густоті написів допускається їх розміщення зліва або зверху від пункту або навіть із

- плавним вигином (лекальні розміщення);
- ✓ біля лінійних об'єктів (річок, шляхів сполучення, маршрутів суден тощо) написи завжди розміщуються вздовж лінії, плавно повторюючи її вигини;
- ✓ на площинних об'єктах напис, як правило, розташовують уздовж довгої осі контуру так, щоб він простягався по всій площі. Якщо об'єкт має вигнуті обриси, то відповідно згинається і напис. Лише деякі дрібні площинні об'єкти, наприклад малі озера, в межах яких напис не вміщується, підписують поряд.

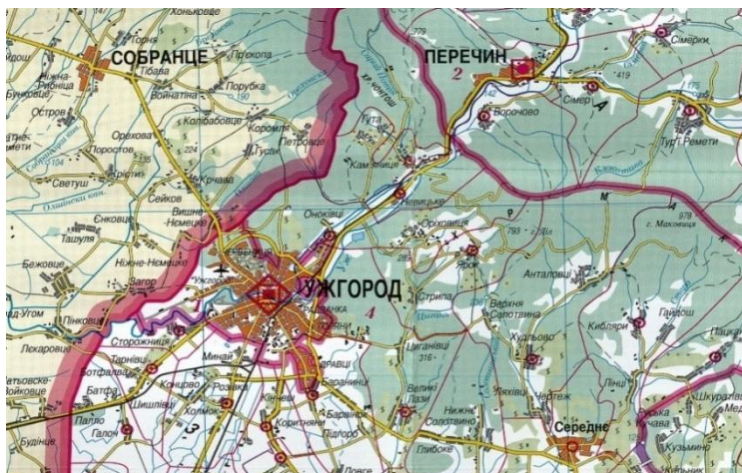


Рис. 6.6. Написи населених пунктів, елементів гідрографії

У всіх випадках необхідно, щоб написи розміщувалися компактно, не перетинали один одного, не «наповзали» на інші штрихові елементи, добре читалися на колірному тлі та не розташовувалися «вниз головою». Малюнок, колір напису і кегль повинні підкреслювати значимість або величину об'єкта. Наприклад, великим

прямим шрифтом підписують столиці держав, більш дрібним – адміністративні центри штатів, федеральних земель, областей, курсивом – районні центри. При цьому, дотримуючись певних традицій, написи водних об'єктів подають блакитним кольором, форм рельєфу – коричневим, населених пунктів – чорним. Як було сказано вище, при великій щільності написів застосовують спеціальні алгоритми, розв'язуючи завдання їх оптимального розміщення на картографічному зображенні.

На деяких картах, сильно завантажених написами, застосовують двох планову подачу. Скажімо, основні населені пункти підписують чорним шрифтом, а другорядні – сірим. При першому погляді на карту видно головні написи, а всі інші наче відведені на другий план.

6.4. Вказівники географічних назв

Для відшукування географічних назв на картах служать спеціальні вказівники. Вони містять повний перелік елементів, що розташовані в алфавітному порядку і супроводжуються відповідною системою індексів. Зазвичай такі покажчики складаються для великих картографічних творів: світових, національних, регіональних атласів. Наприклад, Атлас вчителя (ДНВП «Картографія», 2010 р.).

Вказівник географічних назв містить в алфавітному порядку географічні назви об'єктів, наявних в Атласі, у прийнятій у ньому транскрипції.

Кожну назву супроводжує номенклатурний термін, що визначає рід об'єкта, якого стосується назва: річка, озеро, гора, хребет, протока, затока, мис тощо. Номенклатурні терміни відсутні біля назв населених пунктів, країн (окрім однойменних з населеними пунктами), а також біля назв, рід яких указано в самій назві.

Номенклатурні терміни подано в повній або скороченій формі згідно зі списком скорочень.

У вказівках дано назви політико – адміністративних одиниць (областей) України незалежно від того, підписані вони на карті чи ні. Індекс указано за першою літерою власної назви. Однойменні назви однорідних об'єктів доповнено поясненнями, які уточнюють місцезнаходження об'єкта. Такими поясненнями є: для однойменних населених пунктів – назви держав та політико – адміністративних одиниць незалежно від того, підписані вони на карті чи ні, для річок – назви басейнів морів, річок тощо.

До кожної географічної назви вказано номер сторінок Атласу, далі – літера і цифра трапеції, в якій знаходиться об'єкт. Літери та цифри, які визначають трапеції, подано на картах червоним кольором уздовж рамок.

Для того, щоб відшукати в Атласі об'єкт, потрібно знайти у вказівнику його назву із зазначенням номера та індексу трапеції, де він розташований.

Запитання та завдання

1. У яких випадках необхідний вибір географічних найменувань?
2. Розкрийте зміст понять: «місцева офіційна назва» та «умовно-фонетична форма передачі назв».
3. Що таке «транслітерація» та у яких випадках вона використовується в картографуванні?
4. Яке призначення державного каталогу географічних назв?
5. На які групи поділяються картографічні шрифти залежно від географічних ознак об'єктів картографування?

ТЕМА 7. КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ

- 7.1. Сутність картографічної генералізації
- 7.2. Фактори та види генералізації
- 7.3. Геометрична точність і змістовна подібність
- 7.4. Географічні принципи генералізації
- 7.5. Генералізація об'єктів різної локалізації

7.1. Сутність картографічної генералізації

Картографічна генералізація – це відбір і узагальнення зображуваних на карті об'єктів відповідно до її призначення, масштабу, змісту і особливостей картографованої території. Термін «генералізація» походить від латинського кореня *generalis*, що означає загальний, головний. Суть процесу полягає в передачі на карті основних, типових рис об'єктів, їх характерних особливостей і взаємозв'язків.

Генералізація – невід'ємна властивість усіх картографічних зображень, навіть найбільш великомасштабних. Уже при первинному зніманні місцевості, скажімо, в масштабі 1: 1 000, топограф інтуїтивно проводить генералізацію, вирішуючи, які деталі рельєфу, рослинності, дорожньої мережі слід нанести на знімальний планшет, а які занадто незначні або «не вкладаються» в цей масштаб. Далі при камеральному складанні карт середнього, а потім і дрібного масштабів доводиться постійно «стискати» зображення, відмовляючись від деталей і подробиць. У масштабі 1: 100 000 – 1 км² території займає всього лише 1 см² площі карти, на ньому можна показати тільки основні населені пункти, головну дорогу, річку. А в масштабі 1: 1 000 000 ця площа стискається до 1 мм², і на ній вдається зберегти лише один населений пункт, а в більш дрібному масштабі, 1:10 000 000, не залишиться місця і для нього.

Генералізація проявляється в узагальненні якісних і кількісних характеристик об'єктів, заміні індивідуальних понять загальними, відволіканням від частковостей і деталей заради чіткого зображення головних рис просторового розміщення.

Все це дає підстави стверджувати, що генералізація – один із проявів процесу абстрагування відображеної на карті дійсності. Саме генералізація сприяє формуванню і втіленню в картографічній формі нових понять і наукових абстракцій.

Сам процес генералізації багато в чому суперечливий. По-перше, деякі елементи не можуть бути показані на карті за умовами простору, але повинні бути відображені на ній унаслідок своєї змістової значущості. По-друге, часто виникає суперечність між геометричною точністю і змістовною відповідністю зображення. Інакше кажучи, просторові співвідношення об'єктів передаються правильно, а геометрична точність виявляється при цьому порушеною. По-третє, в ході генералізації відбувається не тільки виключення деталей зображення, втрата інформації, а й поява на карті нової узагальненої інформації. По мірі абстрагування зникають, зокрема, і виразніше проступають найістотніші риси об'єкта, виявляються провідні закономірності, головні взаємозв'язки, виділяються геосистеми дедалі більшого рангу.

Процес генералізації складніше інших картографічних процесів піддається формалізації і автоматизації. Не всі етапи та процедури можуть бути алгоритмізовані як і не всі критерії вдається однозначно формалізувати. Якість генералізації багато в чому залежить від розуміння картографом змістової сутності зображуваних географічних (геологічних, соціально-економічних та ін.) об'єктів і явищ,

вміння виявити головні типові їх особливості. Досвід показує, що автоматизація картографічної генералізації має спиратися на інтерактивні, діалогові процедури, що забезпечують активну участь картографа.

7.2. Фактори та види генералізації

Факторами генералізації є масштаб карти, її призначення, тематика і тип, особливості та вивченість картографованого об'єкта, способи графічного оформлення карти. Фактори визначають підходи до генералізації, її умови та характер.



Рис. 7.1. Чинники й методи картографічної генералізації

Призначення карти. На карті показують лише ті об'єкти, які відповідають її призначенню. Зображення інших об'єктів, що не відповідають призначенню карти, тільки заважає її сприйняттю, ускладнює роботу з картою. Якщо, наприклад, шкільна навчальна адміністративна карта призначена для демонстрації на класній дошці, то на ній зберігають лише найважливіші елементи змісту (великі міста, кордони та ін.). Їх зображують великими знаками зі значним узагальненням без зайвої деталізації. Якщо ж аналогічна адміністративна карта має довідкове призначення і використовується в настільному варіанті, то

вона повинна містити максимум можливої для цього масштабу інформації про адміністративний поділ, населені пункти, шляхи сполучення.

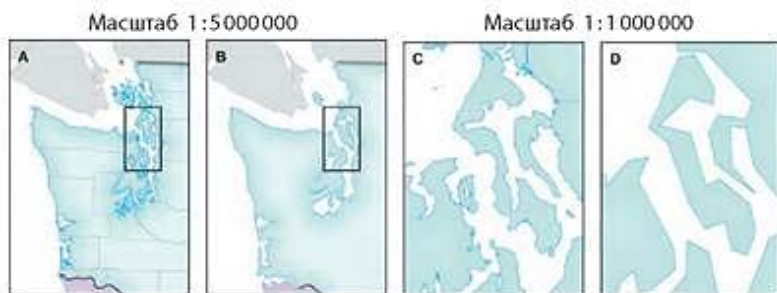


Рис. 7.2. Узагальнення контурів берегової лінії залежно від масштабу картографічного зображення

Вплив масштабу. Вплив масштабу проявляється в тому, що при переході від більшого зображення до більш дрібного скорочується площа карти. Вище вже зазначалося, що показати в дрібному масштабі всі деталі і подробиці неможливо, тому неминучий їх відбір, узагальнення, виключення (рис. 7.3). Одночасно зі зменшенням масштабу збільшується просторове охоплення, що також позначається на генералізації. Об'єкти, важливі для великомасштабних карт (наприклад, місцеві орієнтири), втрачають своє значення на картах дрібного масштабу, а отже, підлягають виключенню.

Тематика і тип карти визначають, які елементи слід показувати на карті з найбільшою деталізованістю, а які можна більш-менш істотно узагальнити або навіть зовсім зняти. Так, на геологічній або ґрунтовій картах дуже важливо детально зобразити гідромережу – вона безпосередньо пов'язана з темою карти. Проте можна значно генералізувати дороги і населені пункти, залишивши лише деякі для

загального орієнтування, а адміністративні кордони – зовсім виключити. Але на картах економічної тематики, навпаки, необхідно детально показати населені пункти, шляхи сполучення і адміністративний поділ, а ось річкову мережу можна дати узагальнено, зберігши лише річки, придатні для судноплавства.

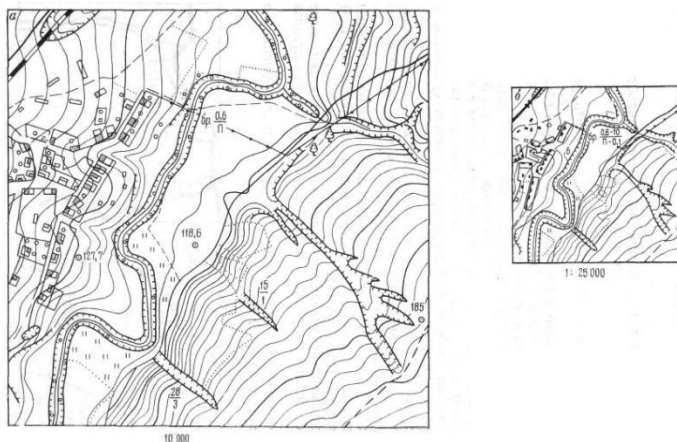


Рис. 7.3. Генералізація фрагмента топографічної карти зі зменшенням масштабу від 1:10 000 до 1:25 000.

Карти різного типу також мають різну генералізацію. Найбільш докладні аналітичні карти інвентаризаційного типу, а найбільш узагальнені та генералізовані синтетичні (наприклад, карти районування), особливо карти – висновки, карти-міркування. Вони за самою суттю не передбачають особливої детальності.

Особливості картографованих об'єктів. Вплив цього чинника позначається в необхідності передати на карті своєрідність, примітні характерні елементи об'єктів або території. Наприклад, у степових або напівпустельних

районах необхідно показати всі дрібні озера, іноді навіть з перебільшенням, якщо вони не «поміщаються» в масштаб. Це дуже важливо для посушливих територій. Але ось в тундрових ландшафтах, де зустрічаються тисячі дрібних озер, багато які з них можна виключити при генералізації. Тут важливо правильно відобразити загальний характер озерності території.

З тієї ж точки зору важливо зберігати характерні обриси об'єктів, наприклад, навіть на самій дрібно-масштабній карті показати Дніпровсько – Запорізький поворот Дніпра або типову конфігурацію Керченського півострова, або вузькі обриси фіордів та ін. Це один із найбільш суб'єктивних факторів генералізації, адже вирішити, що «характерно» і «типово», а що – ні, може тільки сам картограф – укладач, формальні критерії тут працюють погано.

Вивченість об'єкта. При достатній вивченості об'єкта зображення може бути максимально повним (для певного масштабу та призначення карти), а при нестачі фактичного матеріалу воно неминуче стає узагальненим, схематичним. Фактор вивченості тісно пов'язаний з якістю і повнотою джерел, використовуваних для картографування. Тому найбільш генералізовані карти, гіпотетичні і прогнозні, складені за неповними даними, коли об'єкт недостатньо вивчений і є лише приблизні (або не цілком достовірні) відомості про закономірності його поширення. Втім, гіпотетичні карти і повинні бути схематичними.

Оформлення карти. Багатобарвні карти (при інших рівних умовах) дозволяють показати більшу кількість знаків, ніж карти одноколірні. При гарній якості друку і правильному підборі фонових забарвлень, значків, штриховок на одній карті можна шляхом накладення поєднати до шести шарів, що взаємно перекриваються без

особливого збитку для читання. На одноколірній карті або карті з обмеженим набором кольорів це зробити важко або навіть неможливо, отже, необхідна генералізація змісту.

Види генералізації. Складні процеси абстрагування пов'язані з картографічною генералізацією, реалізуються в різних видах і формах. Вони стосуються узагальнення просторових (геометричних) і змістовних характеристик, якісних і кількісних показників, відбору і навіть виключення зображуваних об'єктів. Іноді генералізацію розглядають як процес абстрагування простору і змісту. Зазвичай всі прояви генералізації наявні на карті спільно, в тісній комбінації, однак методично доцільно розглянути їх окремо .

Узагальнення якісних характеристик відбувається за рахунок скорочення відмінностей об'єктів, що завжди пов'язано з узагальненням і укрупненням класифікаційних ознак, із переходом від простих понять до складних. Наприклад, на оглядових картах замість показу переважаючих деревних порід (як це прийнято на великомасштабних топографічних картах) дають збірний знак лісу, замість підрозділу залізничних колій за кількістю колій – єдиний знак залізниць, замість показу боліт різної прохідності – один знак заболоченості місцевості. На геологічних картах при переході від великих масштабів до більш дрібних узагальнюють стратиграфічні підрозділи: свити і яруси об'єднуються у відділи, потім відділи – в системи, на ґрунтових картах підвиди об'єднуються у види, типи ґрунтів тощо.

Важливо відзначити, що узагальнення якісних характеристик картографованого явища – це, перш за все, узагальнення (генералізація) його класифікації. Тому цей вид генералізації починається з легенди карти, з переходу від видів до роду, від окремих явищ – до їх груп, від дрібних

таксономічних підрозділів – до більших.

Узагальнення кількісних характеристик проявляється в укрупненні шкал, перехід від безперервних шкал до більш узагальнених ступінчастих, від рівномірних – до нерівномірних. Прикладами можуть служити збільшення висоти перетину рельєфу при генералізації топографічних карт, укрупнення угруповання населених пунктів за кількістю жителів, об'єднання градацій картограм тощо. На картах, побудованих точковим способом, узагальнення кількісної характеристики проявляється у збільшенні ваги точки. Наприклад на мапі тваринництва одна точка зображує 500 голів великої рогатої худоби, а після генералізації – 1000 голів худоби.

Перехід від простих понять до складних. Цей вид генералізації пов'язаний із введенням інтегральних понять і збірних позначень. Наприклад, при переході від великомасштабної карти міста до дрібномасштабної, спочатку зображення окремих будівель замінюється зображенням кварталів, потім дається лише загальний контур міста, а далі – пунсонів. На дрібномасштабній карті населений пункт повністю втрачає свої індивідуальні риси, пунсони характеризують лише показники чисельності населення і адміністративне значення міста (рис. 7.4).

При генералізації геоморфологічної карти знаки окремих карстових форм можуть бути замінені загальним контуром поширення карстових процесів, на зоогеографічних картах гніздування птахів – узагальненим контуром ареалу їх поширення, на картах промисловості значки окремих підприємств – позначенням промислового центру.

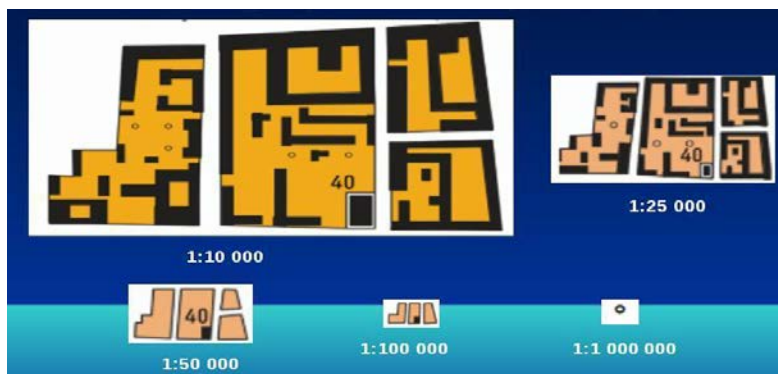


Рис. 7.4. Генералізація населеного пункту.
Послідовна заміна окремих об'єктів (будівлі) – а груповими
знаками (квартали, загальний контур міста) – б, в
і абстрактним значком (пунсонів) – г.

Відбір об'єктів означає обмеження змісту карти тільки об'єктами, необхідними з точки зору її призначення, масштабу і тематики та зняття інших, менш значущих об'єктів. Відбір завжди безпосередньо пов'язаний з узагальненням якісних і кількісних характеристик. Він ведеться відповідно за укрупненими підрозділами легенди. При відборі користуються двома кількісними показниками: *цензом і нормою*.

♦ *Ценз відбору* – обмежувальний параметр, який указує величину або значимість об'єктів, що зберігаються при генералізації. Приклади цензів: «зберегти на карті ліси, які мають площу більше 10 км²», або «показати усі річки довжиною понад 1 см в масштабі карти», або «залишити при генералізації всі районні адміністративні центри».

♦ *Норма відбору* – показник, що визначає прийнятий ступінь відбору, середнє на одиницю площі значення об'єктів, які зберігаються при генералізації. Норми відбору

регулюють навантаження карти. Норма задається, наприклад, так: «показати в тундрових ландшафтах не більше 80-100 озер на 1 дм² карти» (решту виключити). Цей критерій завжди диференційований відповідно до особливостей картографованої території. Скажімо, при переході від топографічних карт масштабу 1: 200 000 до карт масштабу 1: 500 000 норма навантаження населеними пунктами в густонаселених районах становить 1/3 (тобто на генералізованій карті зберігається тільки третина населених пунктів), на менш заселених територіях – 1/2, а в районах із дуже дисперсним розселенням показують усі населені пункти.

Узагальнення обрисів означає зняття дрібних деталей зображення, відмову від невеликих вигинів контурів, випрямлення кордонів. Ця геометрична сторона генералізації проявляється в згладжуванні невеликих звивин річок і берегових ліній, виключення вигинів горизонталей, якими наносять дрібні ерозійні врзи, спрощення геологічних кордонів, що характеризують дрібну складчастість. При цьому стежать за тим, щоб узагальнення обрисів не було механічним, не зводилося до формального згладжування. Генералізоване зображення неодмінно повинно зберігати географічно правдоподібний малюнок об'єкта, наприклад морфологію узбережжя, особливості меандрування річок, типи ерозійного розчленування, характер складчастості. Деякі навіть дуже невеликі деталі зберігаються, якщо вони типові для об'єкта. Скажімо, фьорди дуже типові для скандинавського узбережжя, їх слід показувати навіть найбільш дрібних масштабах.

Об'єднання контурів (виділів) – ще один прояв геометричної сторони генералізації, пов'язаний з угрупованням, злиттям контурів. Виділи на карті об'єднуються, по-перше, у результаті узагальнення якісних

і кількісних підрозділів у легенді, а по-друге, внаслідок злиття (з'єднання) декількох дрібних контурів у один великий. Так, окремі невеликі ареали родовищ будь-якого виду корисних копалин можуть бути об'єднані в один ареал дрібні ділянки лісу – приєднані до великого контуру.

Зсув елементів зображення пов'язаний зазвичай з узагальненням обрисів і об'єднанням контурів, при яких неминучі невеликі зміщення деяких об'єктів щодо їх справжнього стану. Наприклад, випрямлення берегової лінії і виключення малих заток призводить до того, що деякі прибережні населені пункти виявляються ніби відсунутими від берега, тоді необхідно їх змістити і «наблизити» до моря. Зсув часто відбувається при малюванні рельєфу, коли уцілюються висоти перетину рельєфу.

Утривання або показ об'єктів із перебільшенням означає, що на генералізованій карті залишають деякі особливо важливі зі сенсової (змістової) точки зору об'єкти, які через малі розміри або за умовами цензового відбору були б виключені, і при цьому навіть дещо перебільшують їхнє зображення. Прикладами можуть бути невеликі, але характерні вигини річок, дрібні озера в посушливих степах, рідкісні й невеликі за площею виходи вивержених геологічних порід посеред поля осадових відкладень.

Слід підкреслити, що розглянуті види генералізації проявляються на картах не порізно, а спільно, вони тісно переплетені і майже не відділені один від одного. Генералізація змістовних аспектів (якісних і кількісних) зазвичай тягне за собою зміну просторових геометричних характеристик і навпаки. На рис. 7.5 показано, як в ході генералізації дельти річки випрямлені абрисы основного русла, виключені одні протоки і перебільшені інші (можливо, судноплавні), узагальнені абрисы кіс і лиманів. Узагальнення одних елементів призводить до зміни інших, і все це тісно взаємопов'язано.



Рис. 7.5. Генералізація контурів дельти р. Дунай:
а – вихідна карта масштабу 1: 5 00 000; б – та ж карта
при зменшенні до масштабу 1: 1 250 000; в – збільшення
генералізованого зображення, що показує поєднання відбору
та узагальнення лінійних елементів
та інших аспектів геометричній генералізації.

7.3. Геометрична точність і змістова подібність

Геометрична точність карти – це ступінь відповідності положення об'єктів на карті їх дійсному стану на місцевості. Порушення геометричної точності веде до зміщення об'єктів, і координати їх будуть отримані по карті з помилкою.

Змістова подібність (відповідність) означає, що на карті географічно правильно передані взаємні співвідношення об'єктів, їх характерні особливості та підпорядкованість.

Вище зазначалося, що одне з основних протиріч процесу картографічної генералізації саме і полягає в тому, що прагнення зберегти змістову вірність (подібність) зображення часто веде до порушення геометричної точності. У ході генералізації відбуваються зміщення контурів і ліній, виключення або об'єднання деяких об'єктів, перебільшення характерних деталей – усе це не може не позначитися на геометричній точності картографічного зображення. Відомо, наприклад, що знак автостради має на карті ширину близько 0,6 мм, у масштабі 1: 1 000 000 це становить 600 м; таким чином, геометрична точність порушується приблизно в 100 разів. Ширина залізниці, що йде паралельно автостраді, теж різко перебільшується, і населений пункт, розташований на цих магістралях, виявляється зміщений на багато сотень метрів. Виходить, що геометрична точність різко порушена, а змістову відповідність збережено.

При генералізації рельєфу на картах середніх і дрібних масштабів при розділеному розташуванні горизонталей інструкції допускають зрушення окремих горизонталей вгору або вниз по схилу, «затягування» їх вгору по тальвегах тощо. Такі прийоми малювання правдоподібно передають морфологію рельєфу, але істотно порушують геометричну точність.

На дрібномасштабних гіпсометричних картах добре видно типи рельєфу, особливо чітко проявляються

макроформи земної поверхні, але ці карти мало придатні для обчислення морфометричних показників, наприклад кутів нахилу місцевості.

Ще більше зростають зрушення, зміщення та інші спотворення при автоматичній генералізації, коли узагальнення проводять за деякими формальними алгоритмами. Іноді для цього задають «крок», визначають середнє положення звивистої лінії або виконують згладжування за допомогою апроксимації, тобто наближення геометрично неправильної лінії (форми) за допомогою деякої математичної кривої (рис. 7.6). Генералізована лінія або контур нерідко виявляються зсунутими щодо їх положення на вихідній карті.

Звернемо увагу на те, що при генералізації геометрична точність завжди порушується заради збереження змістовної подібності, іншими словами, змістова подібність має пріоритетне значення. При цьому слід пам'ятати, що дрібномасштабні географічні карти носять оглядовий характер і не призначені для точних вимірювань або зняття точного відліку координат.

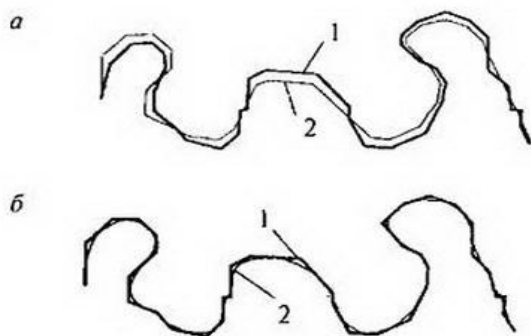


Рис. 7.6. Автоматична генералізація звивистої лінії за допомогою алгоритму «змінного середнього» (а) і алгебраїчної апроксимації (б). 1 – вихідна лінія; 2 – згладжена лінія

7.4. Географічні принципи генералізації

З географічних позицій генералізація розглядається як процес виділення на картах геосистем чимраз більшого рангу, їх головних компонентів і взаємозв'язків. Серед різноманіття умов генералізації найбільш істотні такі:

- науково обґрунтоване узагальнення легенди;
- відображення генетичних і морфологічних особливостей об'єктів і явищ;
- врахування внутрішніх і зовнішніх взаємозв'язків зображуваних об'єктів, їх ієрархічної підпорядкованості;
- оптимальний підбір знаків і образотворчих засобів.

Таблиця 7.1

Групування населених пунктів за чисельністю жителів на топографічних картах різних масштабів

Напря́м генераліза́ції	1:1 0 000 – 1:100 000	1:1 000 000
Скорочення градацій шкал чисельності населення	Понад 1 000 Від 500 до 1 000 Від 100 до 500 Менше 100	Понад 1 000 Менше 1000

Таблиця 7.2

Скорочення якісних відмін об'єкта на картах різного призначення

Напря́м генераліза́ції	Ліс		
	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3
Зміна детальності характеристики об'єкта	Дуб, береза, сосна осика, ялина, граб, бук, ясьень	Хвойний, листяний, мішаний	Ліс

Найвідповідальніший етап, з якого починається процес генералізації будь-якої тематичної карти – генералізація легенди. Мається на увазі спрощення легенди, узагальнення таксономічних категорій, виключення деяких груп об'єктів, скорочення кількісних підрозділів і шкал.

Географічно правильний відбір і узагальнення самого картографічного малюнка вимагають особливої уваги до передачі морфології і генезису зображуваних об'єктів. Картограф не може діяти механічно, він повинен розуміти географічну сутність зображуваних явищ і процесів. При цьому використовується весь арсенал прийомів генералізації, застосовуються цензи і норми відбору, виконуються доцільні зміщення об'єктів або їх перебільшення. *Головна вимога географічно достовірної генералізації – науково обґрунтований показ просторової структури і взаємозв'язків явищ.* Потрібно зберегти морфологічний вигляд, виділити і навіть підкреслити основні (інваріантні) елементи, характерні співвідношення об'єктів, їх підпорядкованість.

Узагальнення змісту проводиться не за окремими елементами, а загалом по всьому зображенню. Неможливо уявити, наприклад, генералізацію річкової мережі окремо від рельєфу або узагальнення дорожньої мережі у відриві від населених пунктів. В основі узгодженої генералізації лежить облік географічних зв'язків між картографованими об'єктами. При генералізації обов'язково враховують такі види зв'язків між:

- однорідними об'єктами (наприклад, необхідний узгоджений відбір річок і озер, що входять в єдину водну систему);
- об'єктами різної природи або різними картографічними шарами (рельєфом і гідрографії, дорожньою мережею і населеними пунктами тощо);

- різними картами (слід, наприклад, прагнути до єдиного рівня генералізації карт четвертинних відкладень, ґрунтового покритву, рослинності та ландшафтів одній території).

Дотримання цих вимог передбачає, перш за все, узгодження цензів і норм відбору, однакову деталізацію якісних і кількісних характеристик, єдність підходів до узагальнення контурів, а для різних карт – ще і взаємне узгодження (однакову детальність) легенд. Останнє особливо істотно при генералізації серій карт і комплексних атласів.

На завершальних етапах генералізації необхідний продуманий вибір оформлювальних прийомів. Це дає можливість підкреслити різні образотворчі плани, поєднати окремі шари зображення, надати виразність особливо значимим об'єктам.

7.5. Генералізація об'єктів різної локалізації

Об'єкти, що локалізовані в пунктах, зображують за допомогою значків, тому їх генералізація пов'язана, перш за все, з відбором об'єктів відповідно до встановлених цензів і норм, з узагальненням якісних характеристик об'єктів і укрупненням градацій шкал значків. При цьому відбувається перехід від видових підрозділів об'єктів до родових (наприклад, значки окремих нафтових свердловин замінюються загальним значком родовища, а далі – знаком ареалу нафтового басейну).

Переходячи до укрупнених інтервалів, важливо зберігати характерні ступені. Наприклад, у США до міст відносять населені пункти з кількістю жителів понад 2500 осіб, а в Індії – понад 5000. Отже, при узагальненні інтервальної шкали для цих країн бажано зберегти саме такий поділ.

Об'єкти, локалізовані на лініях, завжди передаються лінійними знаками. Для них найбільш істотні геометричні

аспекти генералізації, спрощення і випрямлення обрисів, а також цензовий відбір лінійних елементів (наприклад, річок, довжина яких на карті менше 1 см). У ряді випадків узагальнюють якісні відмінності лінійних об'єктів (замість доріг різного класу запроваджують єдиний знак доріг). При генералізації векторів і смуг руху неминучим є відбір тільки головних напрямків і узагальнення кількісних характеристик (наприклад, обсягів і структури вантажопотоків) (Рис. 7.7).

Об'єкти суцільного поширення зображують на картах за допомогою ізоліній, якісного, кількісного фонів і ареалів. Для ізолінійних зображень найбільш актуальні узагальнення малюнка ізоліній і укрупнення шкал висот перерізу. При вмілому узагальненні рельєфу його морфологічні особливості зберігаються навіть при знятті багатьох деталей ерозійного розчленування і багаторазовому укрупненні перетину.

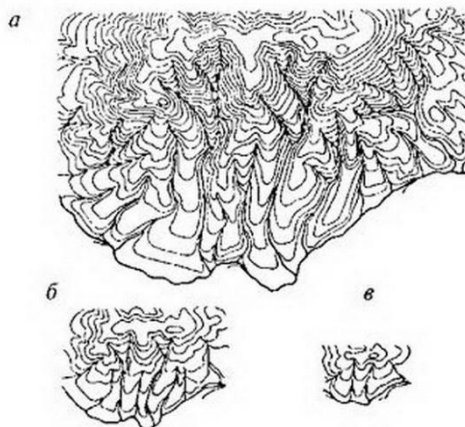


Рис. 7.7. Послідовна генералізація рельєфу в горизонталях, супроводжувана укрупненням висоти перетину і виключенням деталей ерозійного розчленування:

а – вихідне зображення в масштабі 1: 200 000; б і в – відповідно зображення в масштабах 1: 500 000 і 1: 1 000 000

До площинних об'єктів застосовні всі прийоми геометричної генералізації: виключення малих контурів і їх об'єднання, випрямлення обрисів, зміщення і перебільшення деяких виділів тощо. Велике значення при цьому має цензовий відбір. Малі контури лісів, озер, боліт, ландшафтні виділи виключаються. Однорідні контури об'єднуються в більш великі або замінюються загальним знаком ареалу.

При генералізації явищ, показаних способом якісного фону, на перший план виступає укрупнення якісних градацій, тобто узагальнення класифікації зображуваних явищ, заміна дрібних підрозділів більшими. Добре відомо, наприклад, що на великомасштабних геологічних картах докладно показуються свити і серії різновікових порід, у міру переходу до більш дрібних масштабів вони узагальнюються в яруси, потім – до відділів, а на самих дрібномасштабних картах зображуються лише геологічні системи. Аналогічно на ґрунтових картах різновиди ґрунтів послідовно замінюються видами, підтипами, типами. Таким чином, генералізація карт якісного фону завжди веде до виділення найбільших таксонів. Генералізація об'єктів, показаних способом кількісного фону, виконується за рахунок укрупнення сіток районування та узагальнення шкал кількісних показників.

Об'єкти розсіяного поширення найчастіше передаються точковим способом. Генералізація в даному випадку зводиться до укрупнення ваги точок і деякого збільшення їх розміру на карті (рис. 7.8.). Якщо ж явище показано знаками ареалів, то можна скоротити дрібність підрозділів, укрупнити контури ареалів, провести їх злиття.

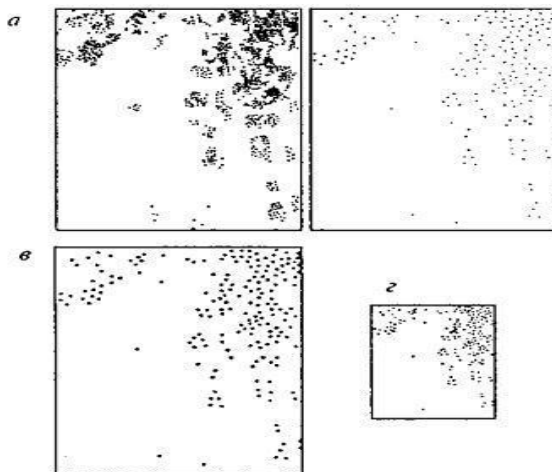


Рис. 7.8. Етапи процесу генералізації явища, показаного точковим способом: а – вихідне зображення посівних площ (одна точка – 500 га); б – укрупнення ваги точки (одна точка – 2500 га); в – збільшення діаметра точки; г – зменшення масштабу карти (одна точка 2500 га)

Запитання та завдання

1. Розкрийте зміст поняття «картографічна генералізація» та поясніть сутність самого процесу.
2. Як впливають на генералізацію картографічного продукту масштаб та особливості картографованих об'єктів?
3. У чому полягає зміст узагальнень якісних та кількісних характеристик об'єктів при генералізації?
4. Що означає при приведенні генералізації «вибір об'єктів» та «узагальнення контурів»?
5. Дайте визначення поняттям: «геометрична точність карти» та «змістова подібність».
6. У чому полягає сутність протиріч у процесі картографічної генералізації?
7. Зазначте найістотніші умови генералізації.
8. Які види зв'язків необхідно враховувати при генералізації між картографованими географічними об'єктами?

ТЕМА 8. КАРТОГРАФІЧНЕ ДЖЕРЕЛОЗНАВСТВО

- 8.1. Джерела для створення карт і атласів загально-географічного та туристично-рекреаційного змісту.
- 8.2. Види джерел. Астрономо-геодезичні дані. Картографічні джерела.
- 8.3. Дані дистанційного зондування.
- 8.4. Натурні виміри і спостереження.
- 8.5. Гідрометеорологічні спостереження. Економіко-статистичні дані. Текстові джерела.

8.1. Джерела для створення карт і атласів загальногеографічного та туристично-рекреаційного змісту

Картографія забезпечує своєю продукцією багато галузей господарства, науки, культури, освіти та інших сфер життєдіяльності суспільства. Сама ж вона для отримання необхідних відомостей має багато джерел – різноманітні документи, за якими ведеться складання карт.



Рис. 8.1. Класифікація джерел отримання даних

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



Залежно від тематики та призначення створюваного картографічного твору одні з джерел виступають як основні, а інші виявляються додатковими і допоміжними. Наприклад, для економіко-географічних карт основними джерелами можуть бути дані статистичної звітності, а геологічних – матеріали польових геологічних знімальних, аеро- і космічних знімків. Розрізняють сучасні джерела, що відображають нинішній стан картографованого об'єкта, та ретроспективні (старі), що показують його минулий стан або ранні стадії вивченості. В деяких випадках цінні саме стародавні джерела, наприклад, коли мова йде про історичні карти, при відображенні динаміки явищ.

Окрім того, джерела, що залучаються для картографування, поділяють на первинні, отримані в ході прямих вимірювань і спостережень, і вторинні, що є результатом перетворення первинних матеріалів. Природно, що первинні і вторинні джерела розрізняються за рівнями достовірності, точності, узагальнення, ступенями генералізації й іншими характеристиками.

8.2. Види джерел. Астрономо-геодезичні дані. Картографічні джерела

Астрономо-геодезичні дані. До цього виду джерел відносять результати астрономічних спостережень, гравіметричних вимірювань, дані тріангуляції і трилатерації, полігонометрії, нівелювання на місцевості. Вони необхідні, перш за все, для створення координатної основи карт, тобто мережі, для якої визначено планове положення і висота над рівнем моря, а також для обчислення розмірів фігури Землі і розрахунку параметрів земного еліпсоїда.

Пункти геодезичних мереж різного класу закріплюють на місцевості закладеними в землю центрами. Над ними зводять спеціальні розпізнавальні знаки – піраміди або сигнали, над якими встановлюють металеві або бетонні стовпи.

В останні роки до створення геодезичних мереж широко залучаються глобальні системи позиціонування (GPS). Їх називають також системами супутникового позиціонування. Вони функціонують на використанні штучних супутників, спеціально запущених на дуже високі орбіти, які постійно посилають на Землю радіосигнали. Сімейство супутників розташовуються так, щоб частина з них завжди була видимою (точніше – чутою) у будь-якій точці земної кулі в будь-який час доби. Їх можна спостерігати так само, як зірки під час астрономо-геодезичних вимірювань. GPS дозволяють визначати координати будь-якої точки на місцевості без наземних

геодезичних вимірювань і прокладення ходів між пунктами триангуляції.

Винахід GPS ознаменував революційну зміну всієї системи геодезичних вимірювань і відкрив принципово нові можливості інформаційного забезпечення картографування. Зазначимо, що продуктивність координатної прив'язки точок спостереження на місцевості за допомогою GPS підвищується в 10-15 разів. Отже, можна значно скоротити мережу традиційних геодезичних пірамід. Наприклад, в Україні, де існує близько 370 тис. діючих пунктів геодезичної мережі, при введенні GPS досить приблизно 20 тис.

Астрономо-геодезичні дані необхідні також для прив'язки всіх топографічних і тематичних знімків, а пункти геодезичної мережі – один із головних елементів математичної основи карт. (рис. 8.3.)

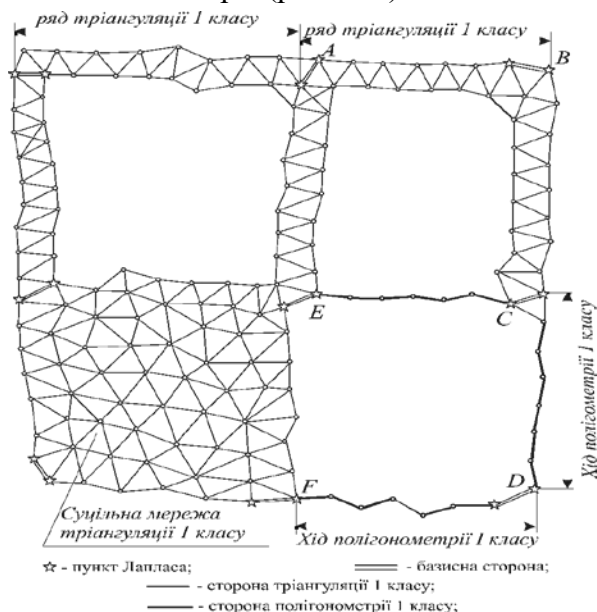


Рис. 8.3. Схема триангуляції астрономо-геодезичних мереж

Картографічні джерела. Загальногеографічні карти використовують як джерела при складанні будь-яких тематичних карт. Вони служать основою нанесення тематичного змісту. Топографічні та оглядові карти – це надійні та достовірні джерела, які створюються за нормативними документами, в стандартній системі умовних знаків із визначеними та строго фіксованими вимогами до точності (рис.8.4.).



Рис. 8.4. Фрагмент аркуша топографічної карти

Значення загальногеографічних карт не обмежується використанням їх для прив'язки тематичного змісту. Вони, насамперед, забезпечують географічну достовірність картографування. Отриманні картографічні матеріали – основне джерело для складання тематичних карт. До них відносять результати польових тематичних знімів (великомасштабні плани, схеми, абрисы, маршрутні та стаціонарні знімання та ін.), власне тематичні карти різного масштабу і призначення, а також різного роду спеціальні матеріали, такі як схеми землекористування, лісовпорядні плани та ін. (рис.8.5.).

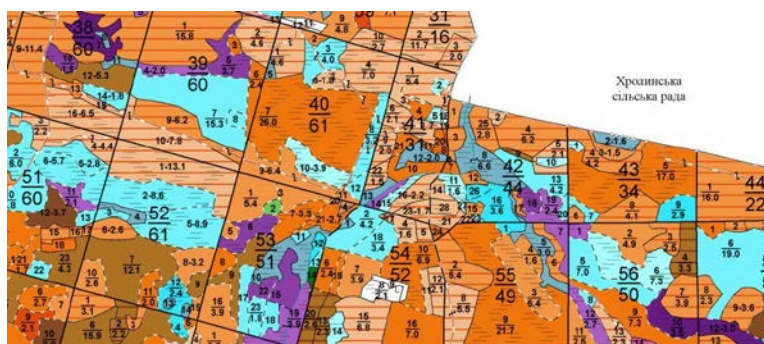


Рис. 8.5. Фрагмент лісовпорядних планів

Тематичні карти великих масштабів завжди служать джерелом для створення дрібномасштабних карт, але особливо важливо, що карти однієї тематики часто використовують при складанні карт суміжної тематики.

Так, при ґрунтовому картографуванні залучають карти рослинності та геоморфологічні, при створенні геоморфологічних карт – геологічні та тектонічні, при складанні карт транспорту необхідні карти розселення населення та ін. (рис. 8.6.). При створенні синтетичних карт

районування й оцінки території як джерело часто використовують серії карт різної тематики. Велика кількість тематичних матеріалів ставить завдання оптимізації їх вибору при створенні будь – якої карти, а це вимагає від картографа глибоких географічних знань.

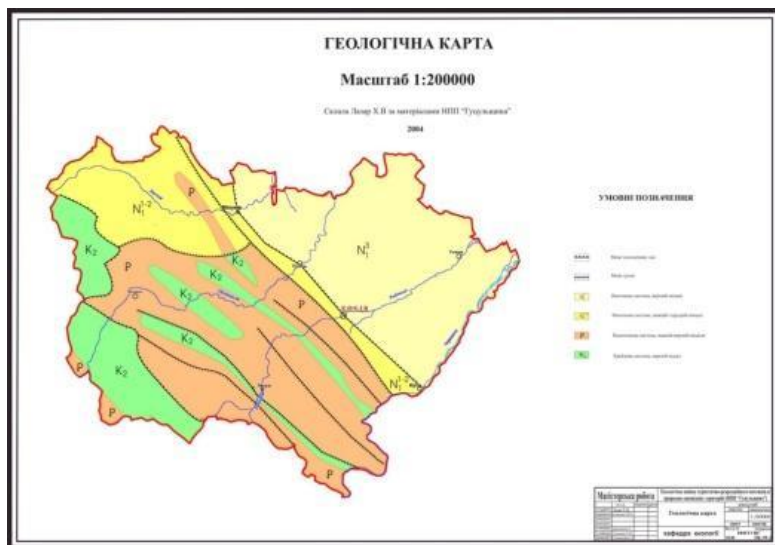
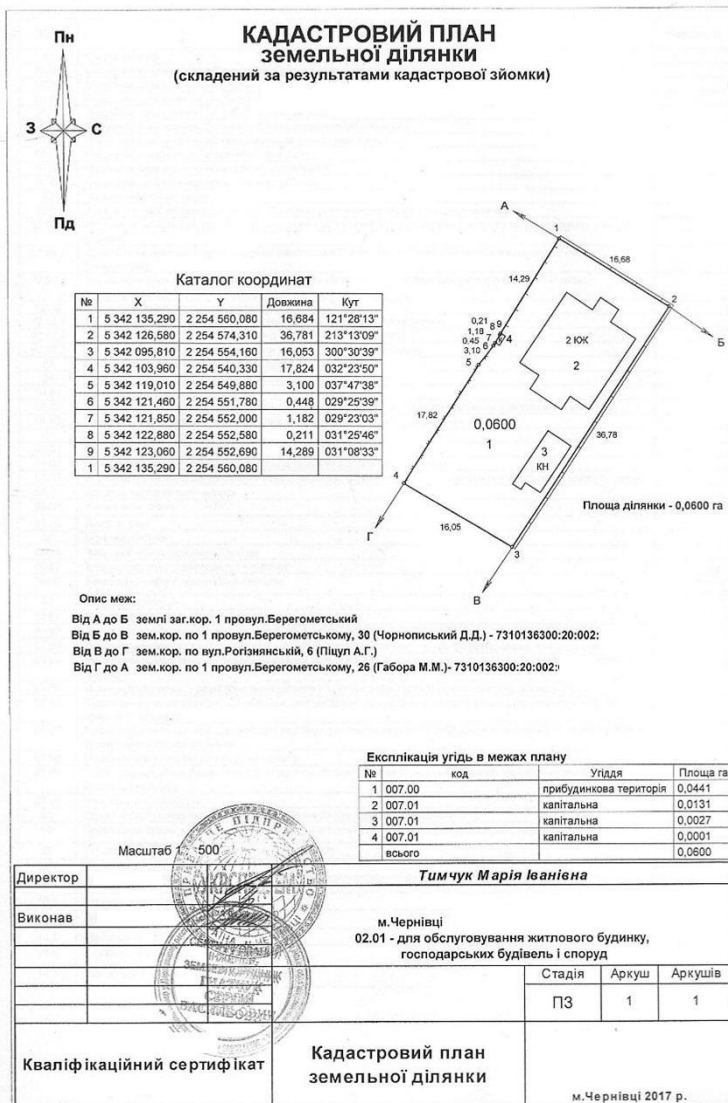


Рис. 8.6. Геологічна карта НПП «Гуцульщина»

Особливий вид джерел становлять кадастрові карти і плани. Вони з документальною точністю відображають розміщення, якісні і кількісні характеристики явищ і природних ресурсів, дають їх економічну або соціально-економічну оцінку, містять рекомендації щодо їх раціонального використання. Прикладом таких картографічних матеріалів можуть бути карти земельного кадастру, міських територій, корисних копалин, лісового, водного фонду (рис. 8.7.).



8.3. Дані дистанційного зондування

Матеріали дистанційного зондування (ДЗ) одержують у результаті неконтактного знімання з літальних повітряних і космічних апаратів, підводних човнів, наземних станцій. Найбільш широко в картографії застосовуються матеріали аерокосмічного зондування, особливо – космічного знімання, яке за детальністю наближається до аерознімання при менших фінансових витратах. Отримувані документи дуже різноманітні за масштабом, вирішенням, геометричним, спектральним та іншими властивостями.

Матеріали ДЗ мають важливі переваги перед іншими джерелами складання карт. До таких належать:

- ❖ Оглядовість космічних зображень – від глобального охоплення до кількох кілометрів при детальному зніманні – забезпечує економічне картографування великих територій;
- ❖ Знімання з космосу однієї й тієї ж території з різною роздільною здатністю й генералізацією дозволяє паралельно створювати й оновлювати карти різних масштабів, позбавляючи необхідності створювати карти дрібнішого масштабу за великомасштабними зразками, що подовжувало сам процес картографування;
- ❖ Центральна проекція, в якій будується зображення, при великій висоті центру проектування, близька до ортогональної, що спрощує фотограмметричну обробку при створенні карт;
- ❖ Повторне знімання із заданою періодичністю забезпечує динамічне картографування і моніторинг процесів і явищ, які швидко змінюються з плином часу;
- ❖ Забезпечується картографування важкодоступних районів – пустель, боліт, високогір'їв, полярних островів, Антарктиди. Крім того, розв'язується проблема знімання інших планет і їх супутників;

- ❖ Виразність і наочність космічних знімків зумовили появу нових видів картографічної продукції – фотокарт і супутникових карт біофізичних характеристик земної поверхні;
- ❖ Комплексне відображення на одному знімку всіх компонентів ландшафтів сприяє правильній передачі просторових взаємозв'язків картографованих об'єктів.

Завдяки вище зазначеному, дані дистанційного зондування знайшли в картографії різноманітне застосування: їх використовують для складання та оперативного оновлення топографічних і тематичних карт, картографування маловивчених і важкодоступних районів. Нарешті, аеро- та космічні знімки служать джерелами для створення загально-географічних і тематичних фотокарт.

Знімання ведуть у видимій, ближній інфрачервоній, радіохвильовій та ультрафіолетовій зонах спектра (рис. 8.9.). Знімання у видимому і ближньому інфрачервоному діапазонах реєструє сонячне випромінювання, відображене об'єктами відповідно з їх спектральною відбиваючою здатністю. На знімках відображаються оптичні характеристики об'єктів – їх спектральна яскравість. Для знімання необхідне освітлення, а хмарність у даному випадку заважає самому процесу. В тепловому інфрачервоному діапазоні реєструється власне випромінювання Землі та температурні характеристики об'єктів. Знімання в цьому діапазоні не залежить від освітлення, може виконуватися вночі, але хмарність і тут заважає. При зніманні в радіодіапазоні радіохвилі, майже не поглинаючись, вільно проходять крізь хмарність і туман, знімання ведуть за будь-якої погоди і в будь-який час доби. На знімках добре видно рельєф і нерівності поверхні, її вологість, інколи – приповерхневі структури. При зніманні в різних спектральних діапазонах використовують різноманітні технології та отримують знімки різних типів.

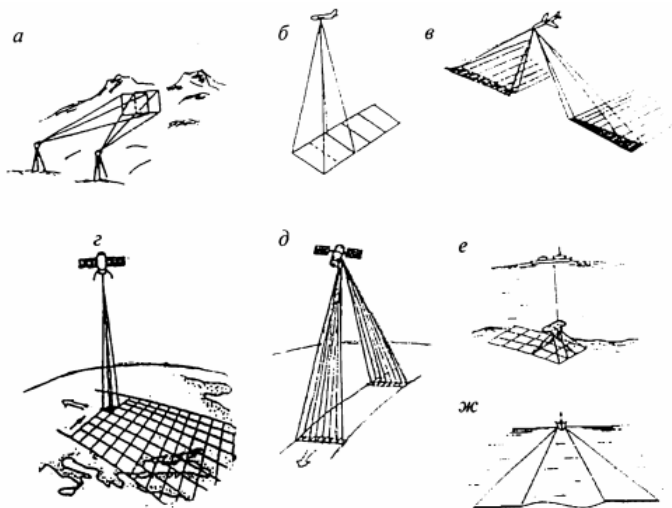


Рис. 8.8. Види дистанційного зондування: а – наземне фототеодолітне знімання; б – аерофото знімання; в – радіолокаційне аерознімання бокового огляду; г – космічне сканерне знімання; д – космічне конвергентне стерео знімання з використанням лінійних ПЗЗ-приймачів; е – підводне фотознімання; ж – підводна звукова гідрокація бокового огляду

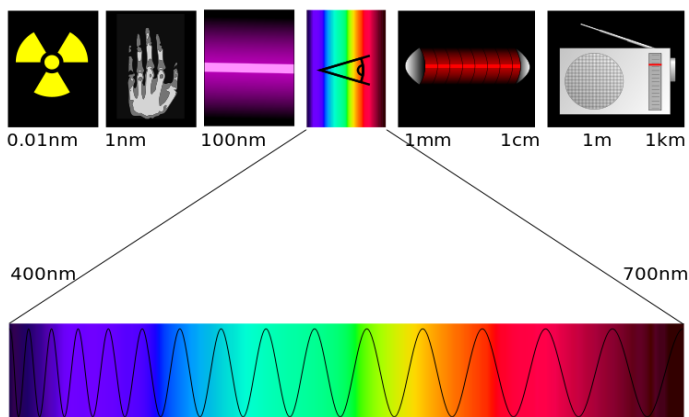


Рис. 8.9. Спектр видимого випромінювання у загальному спектрі електромагнітних хвиль

Фотографічні знімки – це результат покадрової реєстрації на фотоплівку сонячного випромінювання, відбитого земними об’єктами. Аерофотознімки (рис. 8.10.) отримують з літаків і гелікоптерів та БПЛА, космічні знімки (рис. 8.11) – із супутників, космічних кораблів і орбітальних станцій, підводні – фотокамерами, які опускаються на глибину, а наземні – за допомогою фототеодолітів.



Рис. 8.10. Фрагмент аерофотознімка місцевості

Крім одинарних планових знімків, картографічними джерелами слугують стереопари, фотосхеми і фотоплани, фронтальні (вертикальні) фотознімки тощо.

Космічні фотознімки характеризуються геометричними властивостями і високою якістю зображення. Роздільна здатність знімків, доступних пересічним споживанням, – до 2 м (з розвідувальних супутників отримують знімки з роздільною здатністю до 0,2 м), чого достатньо для створення топографічних карт масштабу 1 : 50000 з точністю 10 м по висоті та 15 м у плані.



Рис. 8.11. Космічний знімок території Європи

Використання ГІС для завантаження супутникових знімків. Однією з найпоширеніших і зручних у користуванні є картографічної навігаційної програми SAS Планета. Першочергово ця програма призначена для перегляду супутникових знімків і карт, які доступні нам в онлайн – форматі. У меню програми є безліч онлайн – карт, включаючи топографічні, а також супутникові знімки від Google, Bing і низки інших провайдерів.

Одна з основних переваг програми полягає в тому, що потрібне нам місце можна швидко переглянути на декількох картах і супутникових знімках, перемикаючись між ними в меню. Також програма дозволяє вимірювати відстані по карті, відзначати точки та прокладати маршрути. Необхідні фрагменти карт просто можна експортувати на власний комп'ютер, а потім переглядати за відсутності Інтернету. Можна також конвертувати карти в різні формати, наприклад, графічний формат JPG (отримавши карту у

вигляді звичайної картинки як різного розміру) або якийсь інший формат (якщо, наприклад, вам потрібна карта для навігатора).

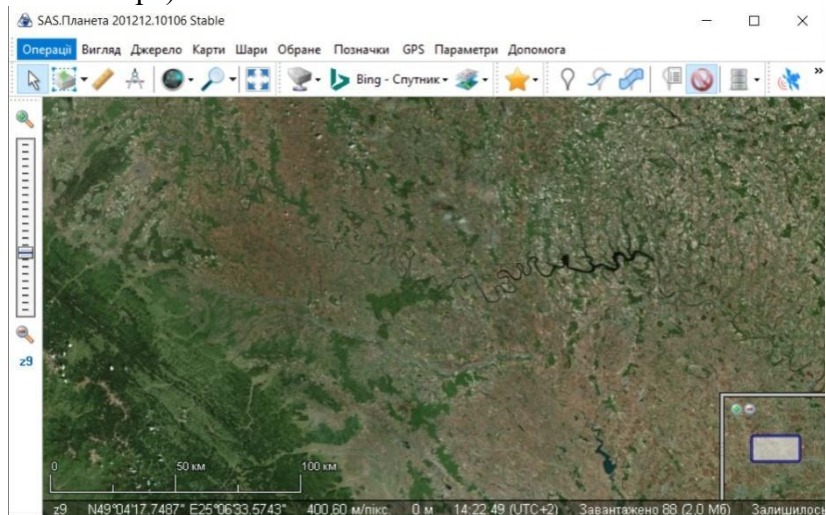
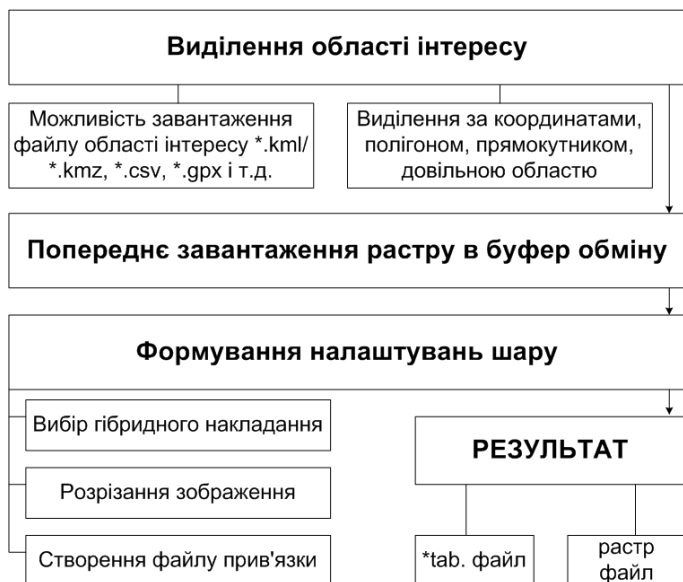


Рис.8.12. Вигляд робочого вікна SAS Планета

Якщо під'єднати до ноутбука GPS-приймач, то SAS Планету можна використовувати як навігатор (правда, з появою нинішніх планшетів навігація за допомогою ноутбука стає менш затребуваною). Ще одна перевага SAS Планета – вона повністю безкоштовна.

SAS Планета – це програма для ПК. Що стосується мобільних пристроїв, то є аналог SAS Планета для Android і для Windows CE (програми під назвою SAS4Android і SAS4WinCE).



8.13. Схема роботи в SAS Планета

Основний обсяг картографічної інформації можна отримати зі сканерних знімків, які є результатом поелементної реєстрації випромінювання об'єктів земної поверхні і передачі інформації по радіоканалах. Термін «*сканування*» означає - кероване переміщення світлового променя з метою послідовного огляду якої-небудь ділянки. В процесі знімання з літака або супутника скануючий пристрій послідовно, рядок за рядком, проглядає місцевість напоперек напрямку руху носія. Світловий сигнал надходить на фотоелектричний приймач, перетворюється в електричний, по радіоканалу передається на наземний приймальний пристрій у цифровій формі, а потім записується у вигляді зображення. В результаті отримують знімки з рядковою структурою, причому рядки складаються з невеликих елементів – пікселів, тобто елементарних комірок сканерного зображення. Кожен піксель відображає інтегральну яскравість ділянки місцевості, яка

відповідає миттєвому кутовому полю зору сканера; деталі всередині цієї ділянки не розрізняються.

У польоті знімання ведуть постійно, скануючи широку безперервну смугу місцевості. Загалом якість сканерних зображень поступається фотознімкам, але оперативність і цифрова форма передачі в режимі реального часу дають цьому методу численні переваги.

Крім механічного сканування, в 1980-х роках почали використовувати новий варіант сканування, коли приймачем випромінювання слугує лінійка, яка складається з множини мініатюрних приймачів випромінювання на основі приладів із рядовим зв'язком (ПЗЗ). Це дає зображення одразу цілого рядка, а рух носія апаратури – сукупність рядків. Відсутність рухомих елементів конструкції забезпечує хороші геометричні якості зображення, а малі розміри приймачів – отримання зображення дуже високої роздільної здатності (менше 1 м).

Звичайно під сканерними знімками мають на увазі знімки у видимому і ближньому інфрачервоному діапазонах, але принцип сканування застосовується і при зніманні в інших діапазонах спектра.

Теплові інфрачервоні радіометричні знімки отримують у результаті знімання в тепловому інфрачервоному діапазоні (рис. 8.14.). ІЧ – радіометри механічно сканують власне теплове випромінювання Землі. Знімки мають не дуже високу роздільну здатність, у кращому випадку – десятки метрів.

Мікрохвильові радіометричні знімки отримують у короткохвильовому радіодіапазоні також із використанням принципу механічного сканування. Приймачами випромінювання слугують антени, роздільна здатність знімків обмежується кількома кілометрами.

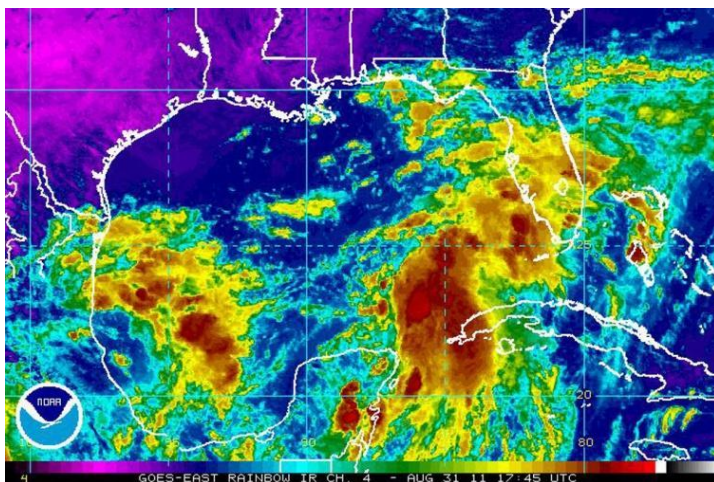


Рис. 8.14. Космічний знімок циклону в Карибському морі, зроблений в тепловому інфрачервоному діапазоні

Радіолокаційні знімки отримують при активному методі знімання, коли антена знімальної системи генерує радіовипромінювання, воно відбивається поверхнею та вловлюється реєструючою апаратурою. Відбиття сигналу залежить від рельєфу поверхні, її нерівностей, структури і складу порід, характеру рослинності та вологості ґрунтів. При певних довжинах радіохвиль вони здатні проникати під поверхню і відбивати, наприклад, лінзи підземних вод. Роздільна здатність таких знімків залежить від розмірів самої антени і при довжині антени в кілька метрів складає 1-2 км. Штучно подовжуючи антену, виконують знімання з роздільною здатністю 20 м. На літаках і космічних носіях використовують радіолокатори бокового огляду, вони ведуть знімання напоперек напрямку руху носія. Тому пересічний рельєф дає радіотіні, що забезпечує виразне зображення. Основна перевага радіолокаційного знімання –

її всепогодність : дуже зручна для дослідження океану – його хвиль, забруднення. Радіолокацію застосовують і при вивченні планет, зокрема Венери, постійно закритої густими хмарами.

Принцип бокового огляду використовують також для отримання гідролокаційних знімків за допомогою апаратури, яка генерує та реєструє звукові хвилі. Серед нових видів локаційних зображень варто звернути увагу на знімки, отримані за допомогою лазерних локаторів – лідарів (рис. 8.15.). Безперервне вдосконалення сканерних і локаційних систем, велика кількість знімальних діапазонів, їх широке комбінування – все це дає справді невичерпне різноманіття джерел для тематичного картографування.



Рис. 8.15. Схематичне зображення процесу дистанційного знімання за допомогою лідарів

При цьому особливе значення мають багатозональні знімки, коли одна й та ж територія одночасно фотографується або сканується в кількох зонах спектра. Комбінуючи зональні знімки, отримують кольорові

синтезовані зображення, які найкраще відображають деревостан лісів, сільськогосподарські угіддя, зволожені території тощо. Матеріали багатозонального знімання є цінним джерелом складання тематичних карт.

На зламі століть з'явився ще один вид знімань *гіперспектральний*, при якому випромінювання реєструється у великій кількості вузьких (до 10 нм) спектральних зонах – від кількох десятків до кількох сотень. Це дозволяє визначати навіть мінералогічний склад гірських порід, розширяє можливості дослідження атмосфери та гідросфери, їх забруднення. Матеріали гіперспектрального знімання особливо цінні для ведення екологічного моніторингу і картографування.

8.4. Натурні спостереження та вимірювання

Найважливіший фактичний матеріал для складання будь-яких тематичних карт можна отримати при проведенні натурних спостережень та вимірювань. Більше того, без них неможливе використання теоретичних закономірностей, інтерпретація непрямих спостережень, дешифрування аеро- і космічних знімків.

Форма представлення даних натурних спостережень різна. При гідрографічних спостереженнях – це результати вимірювань, які заносяться у журнали і таблиці, при фізико-географічних дослідженнях – описи, що фіксуються в щоденниках і звітах, фотографії і схеми, при геолого-геоморфологічних дослідженнях – профілі, розрізи, дані буріння свердловин тощо, при геофізичному зніманні – значення спостережуваних фізичних параметрів, при геодезичному – плани місцевості та інженерних споруд (рис. 8.16.-8.17.).



Рис. 8.16. Інженерно-геодезичні вишукування



Рис. 8.17. Топографічне знімання

За локалізацією дані безпосередніх спостережень розділяють на точкові – виконані в окремих пунктах, на свердловинах, відшаруваннях та ін., маршрутні – вздовж обраного напрямку (за профілем, дорогою, річкою та ін.). Особливо виділяють стаціонарні спостереження, наприклад на геофізичних полігонах, біостанціях, в пунктах екологічного моніторингу тощо. Стаціонари розташовують у характерних місцях, причому спостереження завжди відрізняються тривалістю, стаціонари існують десятки років. Довгі ряди спостережень необхідні для картографування – динаміки явищ і процесів.

Окрім того, існують матеріали ключових досліджень, які виконуються з високою деталізованістю у великому масштабі на невеликих ділянках від одного до декількох квадратних кілометрів. Ключові дослідження необхідні у тих випадках, коли картографована територія велика і немає можливості охопити її цілком. Тоді вивчають ключові, еталонні ділянки, типові в тому чи іншому відношенні, а виявлені на них закономірності поширюють на однотипні території.

З розвитком дистанційного зондування дослідження на «ключач» почали застосовувати для інтерпретації аерокосмічних матеріалів. Виділився навіть особливий тип джерел: дані під супутникових спостережень. Їх прагнуть проводити синхронно або майже синхронно з космічним зніманням для точної прив'язки, інтерпретації космічної інформації і поширення її на великі за розмірами території з подібними умовами.

8.5. Гідрометеорологічні спостереження.

Економіко-статичні дані. Текстові джерела.

Відкриті дані.

Гідрометеорологічні спостереження для багатьох видів картографування широко використовують результати спостережень, проведених на метеорологічних, гідрологічних і океанологічних станціях і постах. Це дані регулярних вимірювань атмосферних процесів, окремих метеорологічних елементів (температури, тиску, опадів, вітру, хмарності тощо), гідрологічного режиму річок, озер, водосховищ, фізико – хімічних характеристик морських і океанічних вод і десятки інших показників. При цьому розраховують середні, місячні, сезонні та річні значення та інші похідні показники по різних висотних рівнях атмосфери.

Спостереження ведуться в пунктах гідрометеорологічної мережі (рис. 8.18.), більш – менш рівномірно розподілених по земній кулі, з борту суден і з буїв. В Україні результати спостережень регулярно і централізовано публікуються Державним комітетом з гідрометеорології та контролю природного середовища у вигляді статистичних довідників по клімату. Крім того, випускаються щомісячні збірники по вибірковим станціям із відомостями про температуру, вологість і швидкість вітру в атмосфері.

Для координації робіт зі збору гідрометеорологічних даних створені міжнародні організації: Всесвітня служба погоди і Об'єднана глобальна система океанічних станцій (ОГСОС), де отримувану інформацію обробляють, контролюють і накопичують на носіях інформації.



Рис. 8.18. Гідрологічний пост

Економіко-статистичними даними – при створенні карт і атласів соціально – економічної тематики служать загально-доступні дані, кількісні відомості про стан і динаміку ресурсів, їх використання, розвиток промисловості та сільського господарства, транспорту, енергетики, фінансів та інших галузей економіки, населення, освіти, культури, сфери обслуговування тощо.

Основними економіко – статистичними джерелами є матеріали Держкомстату та дані, що публікуються міжнародними організаціями, такими як ООН. Державну статистику в усіх країнах регулярно ведуть центральні та місцеві (регіональні, районні, муніципальні) органи за єдиною методикою із затвердженими програмами та термінами. Спеціальні автоматизовані системи здійснюють збір, зберігання, обробку, поширення даних статистики.

Для складання карт населення, сфер обслуговування та культури джерелами слугують матеріали переписів населення, в ході яких отримують демографічні та соціально-економічні відомості про жителів країни. Перепис проводять одночасно по всій території за єдиною програмою та методикою, що забезпечує однотипність інформації.

Економіко-статистичні дані використовують не тільки для безпосереднього нанесення на карти, але й для розрахунку виробничих та економічних показників, виконання зведених характеристик і синтетичних оцінок. Вони, у свою чергу, стають джерелами для складання синтетичних соціально-економічних карт.

Текстові джерела або літературно-географічні джерела – різного роду географічні описи, отримані в ході безпосередніх спостережень або в процесі теоретичних досліджень. Вони звичайні, але не формалізовані і не мають точної координатної прив'язки, проте їм притаманна образність і оглядовість, які необхідні для створення уявлення про картографічні об'єкти. Звіти експедицій, монографічні праці, статті містять фактичний матеріал і теоретичні положення, необхідні для багатьох інших джерел, що залучаються при картографуванні.

Особливим видом джерел є теоретичні та емпіричні закономірності розвитку та розміщення явищ і процесів. Вони дозволяють контролювати наявну інформацію, а при необхідності – поширювати картографування на маловивчені території. Наприклад, за допомогою математичних залежностей, що описують закономірності зміни температури повітря з висотою, будують лінії ізотерм у важкодоступних високогірних районах, слабо забезпечених метеоспостереженнями.

Отже, картографічні джерела – це графічні, фотографічні, цифрові і текстові дані, які використовуються для складання карт. Серед картографічних джерел виділяють астрономо-геодезичні, які включають результати астрономічних, триангуляційних, полігонометричних і нівелірних робіт по створенню планової і висотної геодезичної основ, представлені, в основному, в числовій формі; знімально-картографічні – аерознімки, знімки, отримані шляхом наземного фототеодолітного знімання, знімки зі штучних супутників Землі і космічних літальних апаратів,

фотоплани, матеріали, отримані топографічними методами знімання, а також різноманітні карти; текстові й табличні дані, які містять результати географічних, економіко – статистичних та інших видів досліджень і їх узагальнення.

У ряді країн створюють банки геодезичних, топографо-картографічних і тематико-картографічних даних. Ці банки мають замінити великі масиви традиційних картографічних джерел шляхом накопичення інформації у формі, яка дозволяє автоматично опрацьовувати, здійснювати пошук, видавати як окремі масиви даних, так і їх поєднання. Вони є однією з ланок у загальній схемі автоматизації картографічних процесів.

За призначенням для створення тієї чи іншої конкретної карти картографічні джерела умовно поділяються на *основні*, з яких береться основний зміст карти, *додаткові*, які слугують для уточнення окремих елементів, *допоміжні*, які застосовуються для загального орієнтування, ознайомлення з картографованою територією, а також з типами карт і атласів, подібними з тими, що проектуються або складаються.

При оцінці картографічних джерел використовують різноманітні критерії. Наприклад, при оцінці якості астрономо-геодезичних джерел враховуються їх точність та єдність вихідних даних із системою координат, яка використовується на карті, що складається; при визначенні придатності фотознімків – їх стереофотограмметрична і фотографічна якість, сучасність. Основними критеріями при оцінці загальногеографічних карт є їх масштаб, цільове призначення, авторство, геометрична точність, сучасність, повнота змісту і якість картографічної генералізації, техніко-економічна доцільність використання джерела.

Відкриті дані. Сучасні джерела відкритих даних для картографування включають в себе різноманітні ресурси, що надають географічну інформацію у відкритому форматі. Основні джерела включають:

- OpenStreetMap (OSM): Глобальна база географічних даних, яку може вільно редагувати і використовувати громадськість. Містить велику кількість географічної інформації, такої як дороги, будівлі, річки та інше.
- NASA Earth Observing System Data and Information System (EOSDIS) : надає доступ до супутникових знімків та інших геоінформаційних даних, що можуть використовуватися для картографування землі та клімату.
- Natural Earth : це відкрите джерело географічних даних, яке надає базові векторні та растрові дані світу, такі як кордони країн, річки та географічні ознаки.
- USGS Earth Explorer : відкрите джерело для отримання супутникових знімків та геопросторових даних, зокрема для Сполучених Штатів.
- European Data Portal : платформа, яка надає доступ до відкритих даних від європейських урядових органів. Містить різні дані, включаючи географічні дані.
- Google Earth Engine : велика колекція супутникових знімків та геопросторових даних, яку надає Google для використання в дослідженнях та картографії.

Ці джерела дозволяють використовувати відкриті дані для створення карт та ведення досліджень в галузі географії та картографії для території України, і не тільки.

Запитання та завдання

1. Зазначте основні види джерел, що використовуються для створення карт,
2. Які переваги матеріалів ДЗ перед іншими джерелами складання карт.
3. Опишіть можливості програмного продукту SAS Планета.
4. Охарактеризуйте процес отримання радіолокаційних знімків.
5. Як поділяються за локалізацією дані безпосередніх спостережень.

ТЕМА 9. ПРОЕКТУВАННЯ, СКЛАДАННЯ ТА ВИДАННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРІВ

- 9.1. Етапи створення карт.
- 9.2. Програма карти.
- 9.3. Складання карт та легенд до них.
- 9.4. Аерокосмічні методи створення карт.
- 9.5. Видання карт.
- 9.6. Авторство в картографії.

9.1. Етапи створення карт

Створення топографічних і тематичних карт здійснюється двома шляхами:

- проведення польових знімально-картографічних робіт (польове картографування), що виконується зазвичай у великих масштабах;
- лабораторне складання карт за різними джерелами (камеральне картографування), як правило, в середніх і дрібних масштабах.

Польове топографічне картографування виконують державні топографо-геодезичні служби силами виробничих підприємств. Топографічні знімання всіх масштабів регламентуються стандартними положеннями, настановами та інструкціями. Тематичні знімання (геологічні, ґрунтові, геоботанічні та ін.) проводяться під керівництвом міністерств, відомств, науково-виробничих та наукових організацій. Вони також виконуються за відповідними державними і відомчими інструкціями, що визначають вимоги до карт, їх зміст і весь порядок ведення знімальних робіт. При всіх видах польового картографування найважливішим етапом є топографічне і тематичне дешифрування аеро- і космічних знімків.

Камеральне картографування полягає в обробці даних польових зніманих, зведенні та узагальненні великомасштабних карт і матеріалів дешифрування, синтезі експериментальних спостережень та інших джерел відповідно до змісту та призначення створюваної карти, серії карт або атласу.

Перший етап камеральної роботи – проектування карти, розробка її концепції, складання програми, підготовка всієї необхідної документації. Цей етап завершується створенням проекту (програми) карти і включає такі процеси:

1. Формулювання призначення та визначення вимог до карти;
2. Підбір, аналіз і оцінка джерел для її складання;
3. Вивчення території і особливостей явищ, що картографуються;
4. Підготовка програми карти.

Наступний етап – складання карти, тобто комплекс робіт із виготовлення оригіналу карти. Складання виконують в обраних проекції, компонованні і масштабі, прийнятій системі умовних знаків із заданим рівнем генералізації. Цей етап включає такі процеси: підготовку та обробку джерел даних; розробку математичної основи карти; розробку змісту карти і легенди до неї; технічне складання оригіналу і проведення генералізації; оформлення карти; редагування карти і коректура на всіх стадіях складання.

Завершальний етап – підготовка до видання і безпосередньо видання карти, розмноження її в друкованій (поліграфічній або комп'ютерній) формі. Іноді підготовку до видання й саме друкування поділяють на два самостійні етапи.



Рис. 9.1. Елементи картографічного зображення

Вони охоплюють такі процеси:

1. Виготовлення видавничих оригіналів для забезпечення поліграфічних процесів;
2. Виготовлення друкованих форм і отримання проб;
3. Друкування (тиражування) карти;
4. Редагування і коректура на всіх стадіях підготовки і видання карти.

Всі роботи зі створення карти (серії карт, атласу) – від задуму до отримання тиражних відбитків – у сучасному картографічному виробництві здійснює колектив фахівців. У ньому картографи співпрацюють з геоінформатиками, фахівцями по темі карти (географами, геологами, екологами та ін.), інженерно – технічними працівниками, коректорами, поліграфістами.

9.2. Програма карти

Важливою складовою процесу створення картографічних творів виступає програма. Зазвичай програма карти включає такі розділи: призначення карти; математична основа; зміст карти; способи зображення і оформлення; принципи генералізації; інформаційна база, джерела і вказівки щодо їх використання; географічну характеристику території; технологія виготовлення карти.

Вихідним моментом для розробки програми служать завдання до карти, в ньому вказується її назва (тема), масштаб, територія і призначення, наприклад – «Еколого-географічна карта масштабу 1: 4 000 000 для вищої школи». Виходячи із завдання, визначають призначення карти. В наведеному прикладі мова йде про настінну карту, яка входить до серії карт науково-довідкового типу. Її передбачається використовувати у викладанні навчальних курсів екологічного, природоохоронного, ресурсного змісту. Звідси випливають вимоги до проектованої карти. На ній досить докладно, з використанням новітніх матеріалів повинні бути відображені: загальна еколого-географічна обстановка і стан природно-господарських систем в країні; виділені особливо несприятливі і проблемні в екологічному відношенні райони, а також природоохоронні території. Те, що карта входить до серії, відразу зумовлює її проекцію і компоновку – вони повинні бути єдиними для всієї серії.

Розробка змісту карти передбачає, по-перше, формулювання загальних принципів картографування, по-друге, визначення конкретних елементів змісту і, по-третє, вибір способів їх якісної і (або) кількісної характеристики. У наведеному прикладі загальним принципом доцільно обрати геосистемний підхід, при якому основою для картографування будуть служити ландшафти різного

таксономічного рангу (від зон до провінцій). Головний зміст карти складе показ екологічного стану рельєфу, водних об'єктів, лісів, сільськогосподарських земель (ріллі та кормових угідь), міст і промислових центрів, транспортних комунікацій. Вибір того чи іншого способу характеристики екологічного стану об'єктів залежить від ступеня їх вивченості і наявності даних. Наприклад, можна використовувати показники перевищення гранично допустимих навантажень на навколишнє середовище, індекси забруднення, бальні оцінки або інші показники.

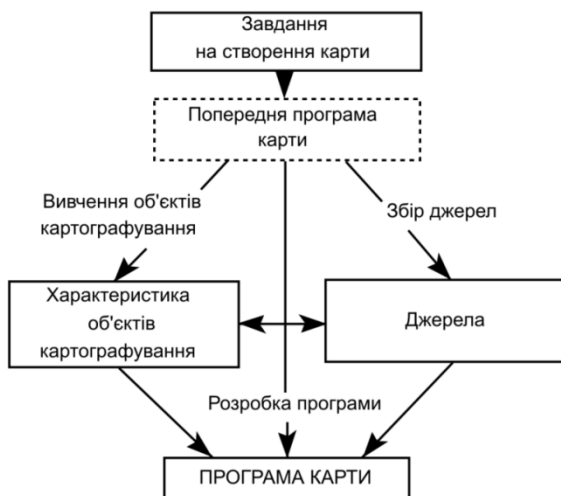


Рис. 9.2. Послідовність розробки програми карти

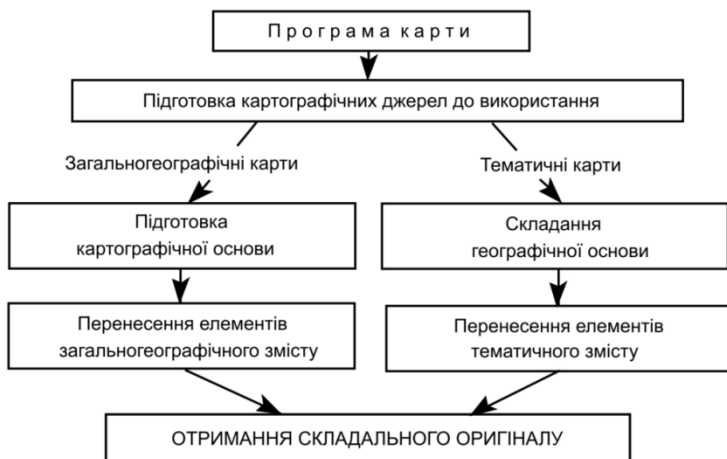


Рис. 9.3. Послідовність процесів складання карти

У програмі повинні бути конкретно вказані способи зображення і оформлення кожного елемента змісту, градації шкал, прийняті кольори і відтінки кольору, шрифти і розміри написів й інші особливості колірного, штрихового і шрифтового оформлення карти. Доцільно супроводити їх зразками оформлення типових ділянок. Розробка способів зображення і оформлення карт називається художнім проектуванням карти, або картографічним дизайном. Залучення методів комп'ютерної графіки підвищує естетичні якості і виразність карт.

Вказівки по генералізації дають з урахуванням призначення і характеру використання карти. Потрібно, наприклад, взяти до уваги, що карта буде демонструватися в аудиторії, і тому основні її елементи повинні бути читабельними зі значної відстані. Відповідно визначають центри і норми відбору. Генералізація знаходиться в тісній залежності від географічних особливостей території, тому

до програми включають короткий географічний опис і районування території, що дозволяє обґрунтовано диференціювати параметри генералізації за районами і по кожному з елементів змісту.

Особливу увагу в програмі займають оцінка джерел і вказівки щодо їх використання. У розглянутому прикладі це можуть бути екологічні та інші тематичні карти окремих територій країни, аеро- і космічні знімки, дані державної служби спостережень за станом природного середовища, статистичні відомості про антропогенний і техногенний вплив промислових, сільськогосподарських підприємств і транспорту. Всі картографічні та некартографічні матеріали можуть бути представлені в графічній, текстовій або цифровій формах. Програма повинна містити конкретний перелік джерел і баз цифрової інформації, характеристики їх надійності та доступності, а також рекомендації щодо послідовності використання. Особлива увага приділяється прийомам і способам зображення інформації на недостатньо вивчених територіях.

У заключному розділі програми карти регламентуються технічні прийоми складання і видання, використувані технології та програмне забезпечення. Програму доповнюють графічними додатками: макетом компонування карти, схемою забезпечення джерелами, схемою районування, фрагментами легенди, прикладами генералізації, зразками оформлення та ін. Крім того, до програми додається планово-економічний розрахунок витрат на створення карти.

Аналогічно розробляють програми для багатолістових карт, серій карт і атласів. При цьому спочатку складають загальну програму всієї серії або атласу, формулюючи загальні вимоги до них, а потім – програми окремих карт. Загальні програми державних карт

узагальнюють у вигляді настанов чи інструкцій. На додаток до них редактор карти часто розробляють редакційні вказівки – документ, що деталізує інструкції стосовно окремих карт або листів.

9.3. Складання карт і легенд до них

Приступаючи до складання карти, на початковому етапі проводять підготовку джерел. Якщо потрібно, виконують масштабування, зміну проекції або навіть системи координат (коли мова йде про старі карти), перетворення класифікацій і легенд. Проводять попередню обробку таблиць і текстових матеріалів, а також визначають, що саме і в якому порядку буде наноситися з джерел на новостворену карту.

Складання тематичної карти починають зі створення географічної основи, яка послужить потім для нанесення всього змісту. Основа повинна мати сітку меридіанів і паралелей, на ній обов'язково наносять берегову лінію і гідрографічну мережу, населені пункти, адміністративні межі та кордони, шляхи сполучення, в деяких випадках – рельєф території. Можна також скористатися наявною бланковою картою або провести складання основи, виконавши за необхідності, її генералізацію або деталізацію, – все визначається призначенням і тематикою створюваної карти.

Наступний процес – складання легенди карти. В її основу кладуть ту чи іншу класифікацію картографованих явищ, встановлюють вид і розмір знаків градації і колірну гамму шкал, вибирають фонові забарвлення, кегль і вид шрифтів тощо. Створення легенди – дуже важливий процес, який дає можливість перевірити логіку прийнятих класифікацій. Легенда організовує весь зміст карти, формалізує склад зображувальних елементів, підкреслює їх ієрархію, визначає детальність якісних і кількісних характеристик.

Далі приступають до нанесення на підготовлену основу тематичного змісту. Тут можливі різні прийоми. Деякі елементи переносять з джерел простим копіюванням, інші – векторизація із застосуванням різного програмного забезпечення, треті наносять за координатами.



Рис. 9.4. Варіативність розташування елементів картографічного зображення

При комп'ютерному складанні попередньо відскановану географічну основу виводять на екран в укрупненому масштабі, на неї накладають тематичну інформацію з інших картографічних джерел шляхом масштабування, проектування або векторизації. Цифрову інформацію (наприклад, статистичні дані) викликають із баз даних або вводять безпосередньо з клавіатури. Всі елементи змісту відображують відразу в прийнятій легенді. Одночасно на карті розміщують написи, стежачи за тим, щоб вони добре відповідали елементам змісту. У процесі складання карти

виконується генералізація зображення згідно з принципами, викладеними в програмі.

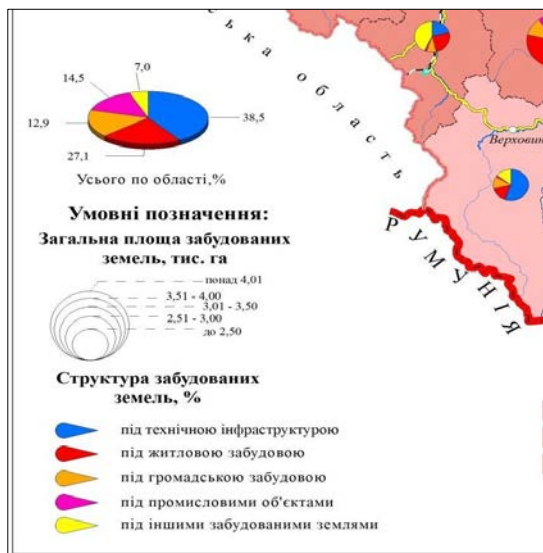


Рис. 9.5. Складання легенди карти (за К.В. Дарчуком)

Ще один дуже важливий «наскрізний» процес – узгодження елементів змісту. Він передбачає врахування різних географічних закономірностей і взаємозв'язків (зональних, гіпсометричних, структурно – геологічних, ландшафтних та інших), ув'язку елементів змісту вздовж кордонів, природних рубежів і структурних ліній. При комп'ютерному складанні узгоджують різні верстви картографічного зображення. При цьому здійснюються різні види узгодження, з-поміж яких:

- взаємна ув'язка окремих елементів географічної основи;
- узгодження основи і елементів тематичного змісту;

- узгодження однорідних елементів змісту (в межах одного тематичного шару);
- узгодження різних елементів тематичного змісту (різних верств) один з одним;
- узгодження різних карт в складі серії або атласу.

Створення карти найчастіше виконують не тільки картографи, а й фахівці з тематики карти. Вони готують і представляють вихідні матеріали, які потім піддаються картографічній обробці. Розрізняють такі види авторських і складальних документів:

- ❖ авторський ескіз – початковий ескіз(абрис) карти, що відображає загальну ідею карти і легенди, що виконаний схематично, без дотримання деяких картографічних правил, з можливими відступами від прийнятих умовних знаків;
- ❖ авторський макет – карта, що виконана на географічній основі і точно передає зміст, але складена не в суворій відповідності з технічними вимогами графічного зображення;
- ❖ авторський оригінал – рукописна (із застосуванням ГІС) карта, виконана в повній відповідності з легендою, з необхідною точністю, повнотою і детальністю;
- ❖ складального оригіналу – точний і повний за змістом оригінал карти, складений з урахуванням всіх правил і вимог із високою графічною якістю.



Рис. 9.6. Етапи проектування карти

На всіх етапах здійснюється редагування, тобто керівництво і контроль за всіма процесами створення карти. Редактор карти стежить за правильною побудовою математичної основи, точним нанесенням і взаємним погодженням елементів змісту і географічних назв, правильним застосуванням умовних знаків і способів оформлення, дотриманням правил генералізації.

9.4. Аерокосмічні методи створення карт

До головних переваг аерознімків, космічних знімків і цифрових даних, отриманих в ході дистанційного зондування належать їх велика оглядовість і одномоментність. Вони покривають значні, в тому числі важкодоступні, території в один момент часу і в однакових

фізичних умовах. Знімки дають інтегроване і разом з тим генералізоване зображення усіх елементів земної поверхні, що дозволяє бачити їх структуру та зв'язки.

Ще одна важлива перевага – повторність знімань, тобто фіксація стану об'єктів у різні моменти часу з можливістю простежування їх динаміки.

Існує кілька основних напрямків застосування матеріалів дистанційного зондування в цілях картографування:

- складання нових топографічних і тематичних карт;
- виправлення і оновлення існуючих карт;
- створення фотокарт, фотоблок – діаграм і інших комбінованих фотокартографічних моделей;
- складання оперативних карт і моніторинг.

Складання топографічних карт. Можливості топографічного картографування за космічними знімками визначаються, насамперед, їх здатністю, доступністю для стереоскопічної обробки об'єктів місцевості. Супутники системи «Ресурс-Ф» мають роздільну здатність чорно-білих знімків – 2-5 м, а кольорових спектрзональних – 10-12 м. Американська знімальна система «Тематичний картограф», встановлена на супутнику «Ландсат», дає 30 метрове (новітні знімальні системи мають канал з 15 метровим розширенням), а апаратура французького супутника СПОТ – 10-20 метрове розширення. Такі матеріали вважають придатними для складання великомасштабних топографічних карт, починаючи з масштабу 1 : 25 000 – 1 : 50 000. При цьому виникає необхідність часткового наземного дешифрування. Для складання оглядово-топографічних і оглядових карт використовують знімання з меншим розширенням. Наприклад, багатоспектральні знімки з «Ландсат» із роздільною здатністю близько 80 м широко застосовують для

виготовлення карт в масштабі 1: 1 000 000.

Матеріали космічних зніманих – основне джерело для створення топографічних карт маловивчених і важкодоступних територій з-поміж яких: високогір'я, заболочені місцевості, пустельні райони.

Складання тематичних карт. Принципова новизна методики картографування полягає в тому, що використання космічних матеріалів дозволяє складати дрібномасштабні тематичні карти, мінаючи етап великомасштабного картографування.

Оновлення карт. Повторні аерокосмічні знімання створюють необхідні умови для регулярного оновлення топографічних і тематичних карт всього масштабного ряду, починаючи з великих масштабів (1:10 000). При оновленні карт виділяють райони і об'єкти, які розвиваються динамічніше. Наприклад, карти територій сільськогосподарського освоєння, інтенсивного видобутку корисних копалин, міського, дорожнього і гідротехнічного будівництва доводиться оновлювати раз в два-три роки, тоді як карти малообжитих районів можуть оновлюватися раз в п'ять-десять років і навіть рідше.

Застосування космічних знімків для оновлення карт знижує тривалість і працемісткість складальних і редакційних процесів, через скорочення часу на підбір джерел, ознайомлення зі специфікою території, спрощується процес генералізації. Одночасно підвищується детальність і точність карт.

Виготовлення фотокарт. Фотокартографічні зображення дедалі ширше використовуються в науковій і практичній діяльності. Для їх створення знімки перетворюють у картографічну проекцію, усуваючи геометричні спотворення, проводять фотограмметричну обробку і компонування відповідно до розграфки

топографічних карт великих, середніх і дрібних масштабів (1:10 000 – 1:1 000 000). Потім наносять координатні сітки, горизонталі, населені пункти, об'єкти місцевості, написи, а також елементи зарамкового оформлення. Потреба у фотокартах, складених з аеро- та космічних знімків досить висока. Якщо трохи спростити їх, відмовившись від зображення рельєфу, то виготовити такі карти можна досить швидко, що особливо цінно для маловивчених і важкодоступних територій.

Поряд із топографічними, створюють дрібномасштабні тематичні фотокарти і так звані фотопортрети великих територій (в масштабах 1: 2 000 000 і дрібніше). На них кольорове зображення місцевості, наближене до натурального виду, доповнюється елементами тематичного змісту, наприклад контурами геологічних структур, ландшафтів, позначеннями екологічно значущих об'єктів тощо.

Складання оперативних карт – ще один важливий вид використання космічних матеріалів. Для цього проводять швидко автоматичну обробку дистанційних даних і здійснюють їх перетворення в картографічний формат. Найвідоміші – приклади матеріалів оперативних метеорологічних карт. В оперативному режимі і навіть в реальному часі можна складати карти лісових пожеж, формування повеней, розвитку несприятливих екологічних ситуацій та інших небезпечних природних явищ. Космофотокарти застосовують для спостереження за дозріванням сільськогосподарських культур і прогнозу врожаю, спостереження за утворенням і сходом снігового покриву на великих територіях, сезонною динамікою морських льодів тощо.

Систему GPS – спостережень і контролю за станом довкілля та окремих його компонентів за матеріалами дистанційного зондування і картам називають аерокосмічним (або картографо – аерокосмічним) моніторингом.

Моніторинг передбачає не тільки спостереження за процесами або явищами, але також їх оцінку, прогноз поширення та розвитку, а крім того, – розробку системи заходів щодо запобігання небезпечним наслідкам або підтримання сприятливих тенденцій. Таким чином, оперативне картографування стає засобом контролю за розвитком явищ і процесів, забезпечує прийняття конструктивних управлінських рішень.

9.5. Видання карт

Підготовка карт до видання починається з виготовлення видавничих оригіналів, що відповідають прийнятим вимогам і технологіям, призначеним для отримання друкованих форм. Ці оригінали готують способом фоторепродукції. Вони повинні в точності відповідати змісту складальних оригіналів і мати високу якість графічного оформлення всіх штрихових, колірних, напівтонових елементів і шрифтів. Існують різні видавничі оригінали, опис яких наведено нижче.

Штрихові видавничі оригінали створюють за кількістю штрихових елементів, що друкуються різними кольорами. Їх називають розчленованими штриховими оригіналами і готують окремо для кожного елемента, наприклад оригінал гідрографії – для друку синім кольором, оригінал рельєфу – коричневим та ін. На суміщеному оригіналі відтворюють усі штрихові елементи, наявні на складальних оригіналах.

Оригінали фонових забарвлень містять зображення площ, які при виданні будуть показані суцільними заливаннями або сітками. Для кожного кольору потрібен окремий оригінал. Наприклад, ліс друкують зеленою фарбою, водна поверхня – синьою тощо.

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

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

Перераховані видавничі оригінали виконують кресленням на прозорому пластику, гравіюванням на непрозорому пластику або шляхом електронного виведення шару на фотоплівку. Кількість оригіналів і послідовність їх виготовлення залежать від барвистості карти і прийнятої технології друку. Однак при цьому основною проблемою стає множинність видавничих оригіналів. Для складних карт їх число досягає 20 і більше.

При підготовці до друку та безпосередньо у самому процесі тиражування вживаються терміни та поняття, що використовуються у видавничій справі. Основними з яких є:

Фоторепродукція – перетворення зображення оригіналу карти у фотоформи.

Виготовлення друкованих форм на основі фотоформ.

Друкування – тиражування відбитків з друкованих форм.

Глибокий друк – картографічний малюнок поглиблюють (врізають) в друковану форму, а поглиблення заповнюють фарбою. Це забезпечує найвищу поліграфічну якість карти.

Високий друк – малюнок на друкованій формі роблять опуклим, рельєфним, і на нього «накочують» фарбу, а пробільні ділянки витравлюють.

Плоский друк – пробільні елементи знаходяться на друкованій формі на одному рівні, але в результаті хімічної обробки фарба наноситься тільки на друкуючі елементи, а

пробільні її не приймають. Такий спосіб друку використовують для простих текстових карт.

У процесі видання карти друкують штрихову пробу, а потім яскраву пробу. За поєднаними відбитками перевіряють збіг всіх елементів змісту, надрукованих різними фарбами, якість і точність відтворення штрихових елементів, підбір фонових забарвлень, градації шкал і відмивань, правильність написів тощо. Проби потрібні для коректури карти і виправлення помилок у процесі її видання.

При тиражуванні карти спочатку роблять контрольні відбитки, по них перевіряють режим роботи друкарського верстата, рівномірність подачі і суміщення фарб, а потім друкують весь тираж. При виданні атласів видрукувані листи-відбитки карт підрізають, фальцюють (згинають в зошити і пропрасовують), потім скріплюють у блоки і вставляють в м'який або твердий перепліт.

9.6. Авторство в картографії

Колективний характер роботи над картографічним твором висуває питання про авторство в картографії в його змістовному і юридичному аспектах.

Автором будь-якої оригінальної карти вважається картограф або фахівець по темі, що творчо розробив її зміст. У створенні складних карт, серій карт і атласів зазвичай бере участь не один автор, а авторський колектив, куди входять і картографи, і фахівці по темі.

Як було показано вище, в процесі створення картографічних творів особливо велика і відповідальна роль надається редактору. Він формує авторські колективи, керує підготовкою програми, розподіляє роботи, стежить за їх проходженням і повністю контролює процеси складання і коректури. Одним словом, редактор здійснює проектування карти, організацію всіх складальних робіт, а потім контролює підготовку до макетування та видання карти. Тому практично авторство картографічного твору належить не тільки безпосередньо автору, а й картографові – редактору.

Запитання та завдання

1. Охарактеризуйте основні етапи камерального картографування.
2. Опишіть послідовність розробки програми та процесів складання карт.
3. Що передбачає «наскрізний» процес узгодження елементів змісту карти.
4. Назвіть та коротко опишіть основні напрямки застосування матеріалів ДЗ в цілях картографування.
5. У чому полягає відмінності при високому, глибокому та плоскому друці картографічної продукції.

ТЕМА 10. МЕТОДИ ВИКОРИСТАННЯ КАРТ

I частина

10.1.1. Поняття про використання картографічних творів. Рівні та етапи дослідницького процесу при картмодельованні.

10.1.2. Поняття про основи картографічного модельовання: картографічні моделі і їх класифікацію.

10.1.3. Види та принципи модельовання.

II частина

10.2.1. Способи і прийоми аналізу явищ за картами.

10.2.2. Зміст математико-картографічне модельовання.

10.2.3. Способи роботи з картою.

Частина I

10.1.1. Поняття про використання картографічних творів. Рівні та етапи дослідницького процесу при картмодельованні

Під використанням карт, у контексті сучасної картографічної науки, слід розуміти розділ картографії, в якому вивчаються проблеми застосування картографічних творів у різноманітних сферах наукової, практичної, культурно-просвітницької, навчальної діяльності, розробляються прийоми і способи роботи з картографічними творами, оцінюються надійність і ефективність отримуваних при цьому результатів.

Головною метою використання карт є пізнання оточуючої дійсності, тобто отримання за картами якісних і кількісних характеристик явищ, оцінкових показників, вивчення структури, взаємозв'язків, динаміки явищ, прогнозування їх розміщення і розвитку. Використання карт у певному сенсі сприяло відкриттю фундаментального закону

географічної зональності. Найяскравішим прикладом відкриттів за картами є вражаюча схожість абрисів східного узбережжя Південної Америки й Західного узбережжя Африки, що дало імпульс ідеї дрейфу континентів і теорії глобальної тектоніки плит.

У картографічній літературі зазначається, що відомий картограф середньовіччя Герард Меркатор (1512-1594) супроводжував свої твори – карти, глобуси, атласи – поясненнями щодо їх використання. Так, на відомій карті світу, у врізці, поміщено спеціальну інструкцію «Методи вимірювання відстаней на місцевості». На інших картах він пояснював, як користуватися номограмами та ін. Таким чином, відомий картограф розвивав не тільки методи складання картографічних творів, але й розробляв методи їх використання (рис.10.1.).

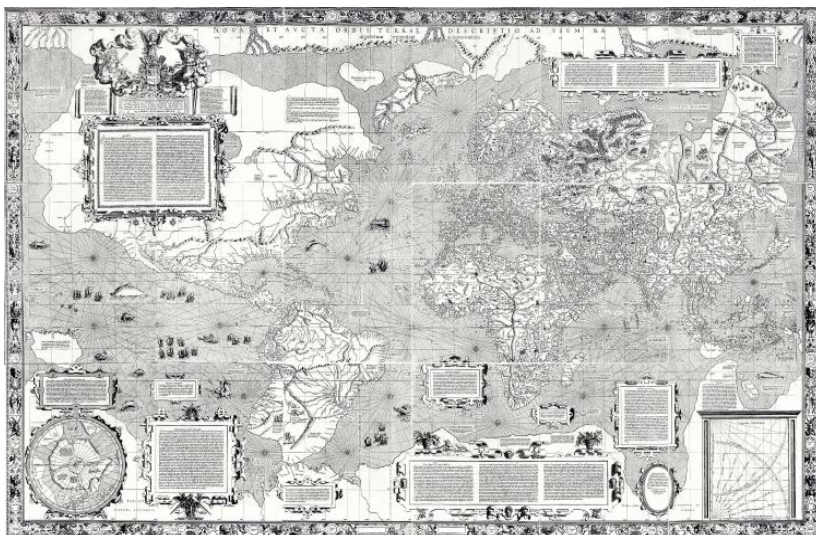
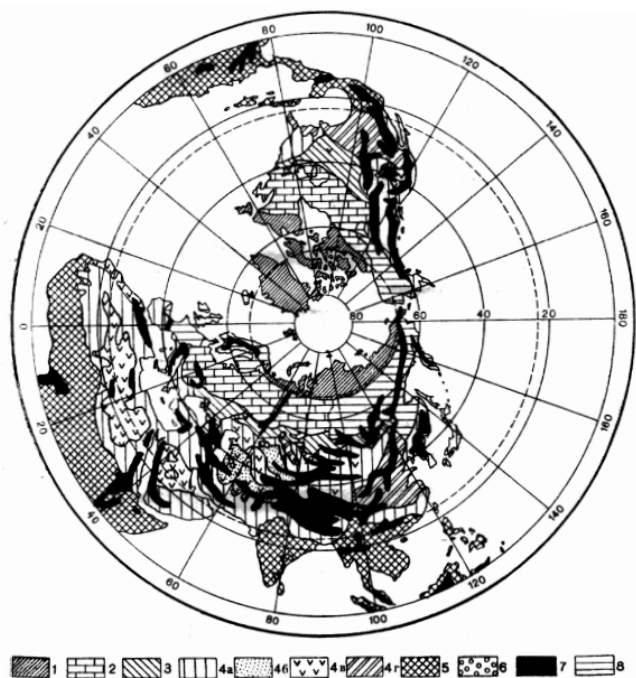


Рис. 10.1. Карта світу Герарда Меркатора

Перші приклади застосування карт у наукових цілях характерні для XVIII-XIX ст., коли систематизація величезної кількості фактичного матеріалу, накопиченого науками про Землю, привела до створення перших тематичних карт. У той же час і самі карти стали первинним матеріалом для нових досліджень. У подальшому саме на основі використання картографічних матеріалів було з'ясовано ряд фундаментальних закономірностей розвитку географічної оболонки та особливостей прояву в ній різноманітних явищ і процесів. Нагадаємо лише деякі, найактуальніші результати використання картографічних матеріалів.



**Рис. 10.2. Схема ґрунтових зон Північної півкулі
(В.В. Докучаєв, 1899)**



Рис. 10.3. Альфред Вегенер. Теорія дрейфу континентів

Використання карт О. Гумбольтом для з'ясування фундаментального закону географічної зональності. На основі створеної ним карти «ізо термічних ліній» північної півкулі та зіставляючи її з іншими кліматичними даними і фізико-географічними матеріалами, ним виявлено глобальні кліматичні закономірності, відкрито та підтверджено існування кліматичних зон.

У подальшому В.В. Докучаєв при роботі з картами виявив збіг так званих «ізогумусових смуг» із рослинними і кліматичними підзонами південного степу (див. рис. 10.2.). Створення в подальших дослідженнях карти ґрунтових зон північної півкулі (1899), з її представленням у Парижі на Всесвітній виставці, фактично спонукало відкриттю закону зональності.

Переконливим прикладом використання картографічних матеріалів у наукових дослідженнях є відкриття Альфреда Вегенера. Аналізуючи карти, він помітив подібність в обрисах східного побережжя Південної Америки і західного побережжя Африки. Це стало своєрідним поштовхом при відповідному порівнянні з розробкою концепції дрейфу материків і розробки теорії тектоніки плит (спредінга). Одна з таких схем пропонується на рис. 10.3.

Наприкінці XIX – поч. XX ст. характерними для картографічних (і загалом географічних) досліджень стають наукові праці в галузі картометрії.

У середині XX ст. успішно розроблялась теорія використання карт, на основі якої вперше обґрунтовано залучення в процес наукового пізнання географічну карту як модель досліджуваного об'єкта (явища, процесу або їх взаємодії). Використанню карт як засобу пізнання присвячені спеціальні дослідження багатьох зарубіжних і вітчизняних картографів – О. Ф. Асланікашвілі (Грузія), А. Робінсона (США), У. Тоблера (Канада), Ф. Буйє (Франція), Я. І. Жупанського, А. П. Золовського, І. Ю. Левицького, Г. О. Пархоменко, Т. І. Козаченко, О. Є. Маркової, Л. Г. Руденко (Україна) та ін.

Сьогодні картографічний аналіз ефективно використовується: в еколого – географічних дослідженнях – праці О. Адаменка з екологічної картографії, в медико-географічних дослідженнях – праці В. О. Шевченка, В. М. Гуцуляка. Практично у всіх ландшафтознавчих дослідженнях картографічне моделювання є стрижневим.

Новий виток у застосуванні картмоделювання в науках про Землю дозволили зробити новітні геоінформаційні технології, що стрімко розвиваються з кінця 80 років XX ст.

10.1.2. Поняття про основи картографічного моделювання, картографічні моделі та їх класифікацію

Під терміном моделювання в методології розуміють дослідження об'єктів пізнання на їх моделях, тобто побудову та вивчення моделей реально існуючих предметів і явищ (живих і неживих систем, техногенних утворень, різноманітних процесів).

Класифікації картографічних моделей. Загалом, моделі поділяють на дві великі категорії: матеріальні та ідеальні. У свою чергу в категорії матеріальних виокремлюють: просторово подібні, фізично подібні (або просто фізичні) та математично подібні.

Ідеальні поділяються на: образні (іконічні), образно-знакові та знакові (символічні).

Зарубіжні вчені П. Хагет та Р. Чорлі поділяють моделі залежно від матеріальної природи на речовинні (у т.ч. експериментальні), теоретичні, символічні, концептуальні та розумові. Речовинні моделі вони поділяють на репродукційні та аналогові.

Безумовно, класифікація картографічних моделей має базуватися на принципах картографічного моделювання. Можна опиратися й на розуміння картографічного процесу пізнання, розглядаючи систему основних та допоміжних моделей, що використовуються у двох стадіях картографічного моделювання:

1) створення картмоделей; 2) їх використання.

Загалом, система моделей, що створюється і функціонує в процесі картмоделювання, досить складна (Рис 10.4.). Вона поєднує, з одного боку сам об'єкт моделювання (в нашому (традиційному) випадку це географічна оболонка), а з іншого – підсистему суб'єктів: розроблювач картографічної моделі (географ чи інший спеціаліст) – картограф-користувач картографічної моделі.

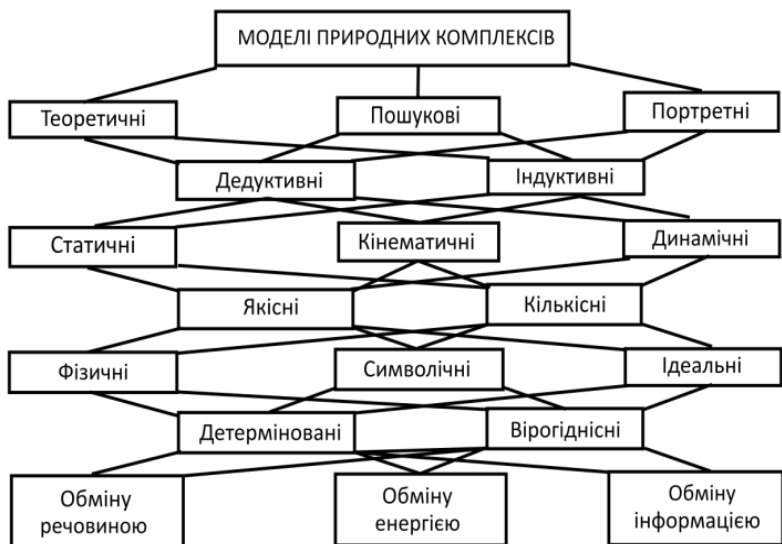


Рис. 10.4. Класифікація моделей

10.1.3. Види та принципи моделювання

Цілісної класифікації видів моделювання поки що не існує, хоча виявлено, що класифікувати їх можна за різними ознаками, наприклад, за:

- засобами моделювання;
- характером об'єктів, які моделюються;
- сферами використання та його рівнями.

Єдиної класифікації методів моделювання також немає. Термінологія в основному базується на мовних, наукових і практичних традиціях певної сфери знань, в якій створюють та вивчають моделі.

Загалом виокремлюють такі види моделювання:

- предметне (точніше його можна назвати об'єктне) моделювання, в ході якого дослідження проводиться на моделі, яка відтворює основні геометричні, фізичні,

динамічні та функціональні характеристики «оригіналу»;

- *фізичне* як різновид об'єктного, коли модель та модельований об'єкт мають ту саму фізичну природу;

- *предметно – математичне*, коли замість фізичного відтворення піддаються математичному опису співвідношення у фізичній природі явища;

- *електричне*, коли на електричних моделях вивчаються процеси іншої фізичної природи (механічні, гідродинамічні, акустичні тощо);

- *знакове* – відображення об'єкта за допомогою знакових утворень (різного роду графічних засобів, математичної та іншої символіки – літер, слів і речень у певному алфавіті);

- *математичне* як різновид знакового, що здійснюється засобами мови математики та логіки і має широкі можливості перетворень і форми запису (фіксації певної форми моделі);

- *мисленне*, що замінює реальну побудову знакових моделей або їх фрагментів мислено – наочним поданням знаків та операцій над ними. Слід додати, що мислена модель – образ об'єкта, яка може створитися не лише на початковому етапі дослідження, а й на кінцевому, в ній мають закріплюватися знання, які людина одержує в процесі пізнання на стані «абстрактне мислення». По суті мисленне моделювання наскрізне.

Виділяють ще й моделювання структури об'єкта та моделювання його поведінки (функціонування процесів, які відбуваються в досліджуваній системі, де міститься об'єкт, та в ньому самому тощо). Географічне та картографічне моделювання додає до цих двох аспектів і пов'язує з ними такий надзвичайно важливий аспект, як розгляд географічного простору-субстрату (території чи акваторії).

До загальнонаукових принципів моделювання відносять:

1) *принцип подібності або аналогії*, що базується на трактуванні моделювання як створення об'єкта – замітника, подібного до оригіналу;

2) *принцип системності*, тобто подання об'єктів як цілісної множини взаємодіючих елементів з усіма їх внутрішніми та зовнішніми зв'язками. Цей принцип діє в двох напрямках: по відношенню до самого об'єкта моделювання та щодо створення власне системи моделей. Коли застосовується принцип системності по відношенню до досліджуваного об'єкта, то моделюється, по-перше, структура та організація об'єкта як системи-оригіналу, по-друге, функціонування системи, тобто внутрішніх і зовнішніх щодо самої системи процесів обміну речовиною, енергією та інформацією.

Оскільки моделювання включено до процесу пізнання дійсності, то воно інтегрується з іншими загальнонауковими методами, на основі чого виникають інші загальні принципи, серед яких принципи, особливо важливі для розуміння картографічного моделювання, а саме:

- 1 – сполучення;
- 2 – аналізу;
- 3 – синтезу;
- 4 – абстрагування й узагальнення (чи конкретизації);
- 5 – теорії та експерименту тощо.

Завершуючи перелік загальних принципів моделювання, слід зазначити, що всі вони мають базуватися на більш загальному тлі методів логіки.

Розгляд загальних принципів моделювання та потенціалу карт як моделей дає змогу визначити специфічні принципи картографічного моделювання. Принципи картографічного моделювання базуються на загальнонаукових методологічних принципах моделювання, з поміж яких:

1. Принцип *математичної формалізації* забезпечує перехід від сферичної поверхні земної кулі до площини шляхом особливих картографічних проєкцій.

2. Принцип *картографічної символізації* базується на використанні систем умовних позначень.

3. Принцип *картографічної генералізації* – знаходить застосування у відборі головного, суттєвого та його цілеспрямованого узагальнення відповідно до призначення, тематики та масштабу карти.

4. Принцип *системності* – його має дотримуватися дослідник на всіх етапах наукового пошуку, що здійснюється за допомогою карт.

5. Принцип *історизму* – розкривається у порівняльному та актуалістичному підходах. Порівняльний підхід базується на загальнонауковому історичному принципі, суть якого полягає у створенні систем ретроспективних карт, підпорядкованих певним геохронологічним системам (геологічних, палеогеографічних, археологічних тощо). Якщо поряд із ними розглядати й системи актуалізованих та прогнозних карт, то принцип історизму, на думку Т. І. Козаченко, Г. О. Пархоменко, А. М. Молочко, має бути розширений до принципу часу.

6. Принцип *оцінки стану* кожного з об'єктів та їх взаємодії. Він зумовлюється тим, що при порівняльному підході враховуються не лише зміни об'єкта у часі, а й просторові взаємозв'язки між об'єктами різної природи.

7. Принцип *географічного діалектико-матеріалістичного детермінізму* – причинної зумовленості усіх явищ природи і суспільства.

При цьому зазначимо, що картографічне моделювання нині є не лише методом дослідження, але й методом, який впливає на розвиток усієї картографії, переводячи її на більш високий щабель математизації та кібернетизації усіх процесів і засобів.

У такому випадку всі моделі, які існують при картмодельованні, є картографічними, хоча не обов'язково будуть картами, і їх можна класифікувати за стадіями та формами реалізації.

За *стадіями модельовання*: створення моделі і використання моделі. Обидві стадії утворюють три групи моделей:

- 1) дослідницького процесу;
- 2) сутності самого об'єкту;
- 3) кінцевого результату.

Усі вони в свою чергу можуть бути представлені такими моделями:

- процесу дослідження;
- інформації про об'єкт, який підлягає картографуванню;
- сутності об'єкта – реальної системи;
- процесу використання інших картмоделей об'єкту;
- логічного аналізу карт;
- кінцевого продукту дослідження об'єкта.

За *формами реалізації моделей* виділяють: словесні, математичні, матричні, графічні, портретні, суто картографічні, картографо – кібернетичні ЕОМ – моделі (відеокарти).

Сучасний рівень картографічного модельовання потребує все ж таки пошуку в питаннях загальної класифікації картографічних моделей та зв'язку не тільки з допоміжними моделями, а й між різними типами картографічних.

Оскільки карта є моделлю реальної дійсності, то й класифікації карт можна розглядати як класифікації відповідних моделей.

Картографією напрацьовано величезний доробок, який дає змогу будувати та використовувати серії карт та атласів як моделі геосистем. Вони також є картографічними моделями, але значно складнішими й інтегрованишими у порівнянні з окремою картою.

У серіях взаємопов'язаних карт та комплексних атласах можна відзначити багато рис системних моделей. У серіях карт та комплексних атласах моделюються певні властивості геосистем. Компоненти геосистем та підсистем в атласі подаються серіями аналітичних карт, які згруповані в тематичні розділи та підрозділи. Кожен розділ являє собою серію моделей зі своїми принципами зображення, підпорядкування та узгодженості.

Отже, *комплексний атлас* – це складна картографічна модель (або полікартопографічна модель) з системною організацією, в межах якої або як відгалуження якої можуть створюватися різноманітні похідні системні картографічні моделі, різні їх множини за охопленням об'єктів, призначенням тощо.

Зазначене дозволяє уточнити дефініцію картографічного моделювання.

Під *картографічним моделюванням* слід розуміти створення, аналіз і перетворення карт та їх систем як моделей об'єктів, явищ і процесів з метою отримання систематизованих та нових знань про реальний світ.

Частина II

10.2.1. Способи і прийоми аналізу явищ за картами

Широке застосування картографічного методу дослідження в різних сферах знань призвело до виникнення низки прийомів аналізу карт, в розробці яких брали активно участь картографи, географи, геологи, геофізику, математики, економісти. Здавна залучалися картометрія і морфометрія, пізніше активний розвиток отримали прийоми математичного аналізу, математичної статистики, теорії ймовірності та інші. В наш час всі методи математики так або інакше застосовуються для аналізу картографічного зображення.

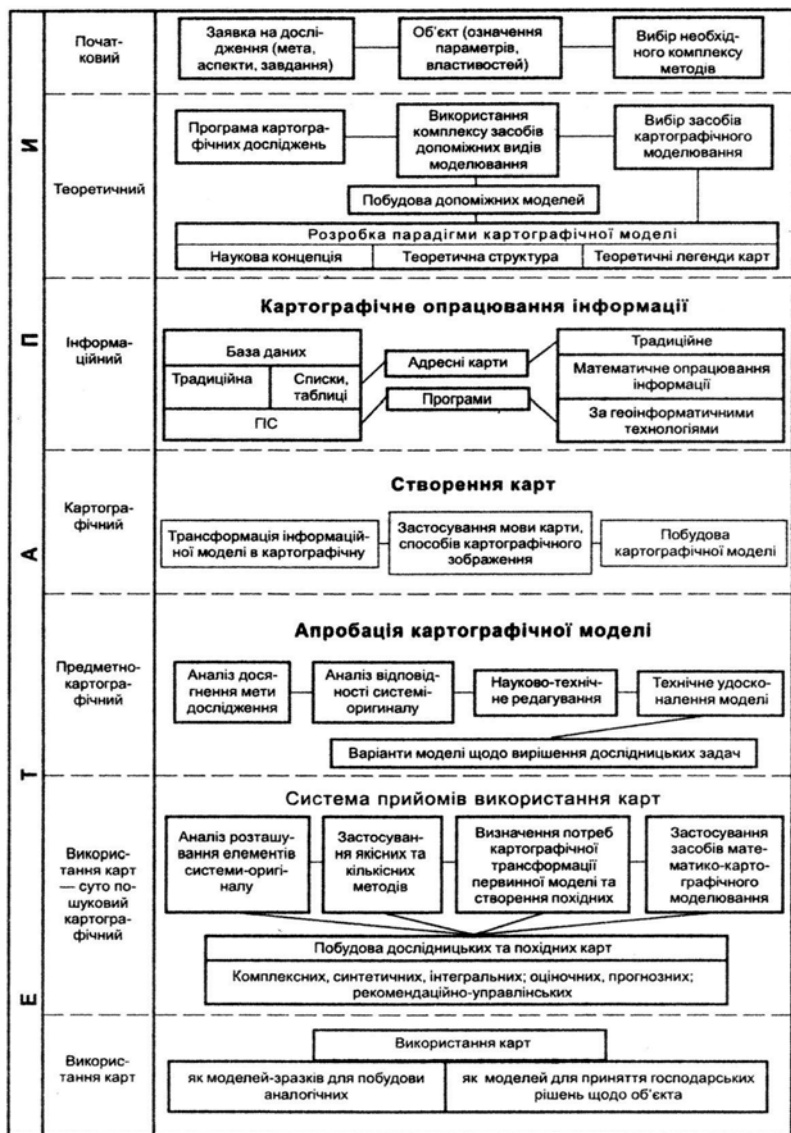


Рис. 10.6. Схема організації картографічного дослідження (за Т.І. Козаченко, Г.О. Пархоменко, А.М. Молочко, 1999)

Наявність різноманітних прийомів навіть ускладнює їх вибір для кожного конкретного дослідження. Кожна група прийомів включає безліч окремих способів і їх модифікацій. Усі вони разом утворюють цілісну систему, яка дозволяє дослідити об'єкти з різних сторін. У межах кожної групи виділяють прийоми суцільних, вибіркових та ключових аналізів.

Причини та основні джерела помилок:

1. Концептуальні – неточність і неповнота вихідних концепцій, неправильна інтерпретація результатів.
2. Комунікаційні – помилки виконавців, нерозуміння або неправильне сприйняття думок, ідей.
3. Географічні – невизначеність або умовність просторових меж, що визначаються за картами.
4. Технічні – помилки вимірів, недосконалість інструментів та устаткування.

За *точністю результати досліджень* поділяють на :

- 1) точні дослідження при яких виміри і обчислення виконуються з максимальною точністю;
- 2) дослідження середньої точності – коли похибка не повинна перевищувати допустимого значення;
- 3) наближені дослідження – виконуються з невисокою точністю, потрібні для попередніх оцінок.

10.2.2. Зміст математико-картографічного моделювання

Математико-картографічне моделювання – використовує властивості математичних та картографічних моделей у процесі аналізу – синтезу складної просторово – часової інформації. Суть його дуалістична: опрацювання картографічної моделі математичними методами і створення моделі на основі результатів математичного опрацювання геопросторової інформації.

Картографічна компонента продовжує та розвиває математичну модель. Вона перетворює вихідну (початкову) інформацію відповідно до мети та завдань дослідження. Картографічне подання математичних розрахунків дає змогу візуалізувати їх результати у вигляді, оптимальному для дослідження, позбавляє помилок та прорахунків, дає уявлення про точність математичного моделювання та його географічну ймовірність.

У математико-картографічному моделюванні поряд із конструюванням порівняно простих моделей (ізолінійні карти, картограми, картодіаграми тощо) часто застосовують складніші, які потребують багатьох перетворень математичних залежностей у картографічну форму та навпаки.

У картографії визначено такі закономірності в розвитку методів математико-картографічного моделювання:

1. Вони відзначаються високим рівнем формалізації і мають досить різноманітний і досконалий математичний апарат. Методи математико-картографічного моделювання міцно вкорінились в усіх науках про Землю, сприяючи тим самим формуванню єдиної методологічної основи наукових досліджень. При цьому значно розширилось коло задач, які розв'язувались на початковому етапі: моделі, що використовувались в одній науці, з успіхом застосовуються в іншій, іноді досить далекій за об'єктом дослідження, способи моделювання реальних об'єктів поширені та абстрактні.

2. Виявляється тенденція до поєднання різних математико-картографічних методів, наприклад, аналітичних прийомів апроксимації та статистичних моделей кореляційного аналізу, способів оцінки ентропії і теорії графів тощо. Задачі розпізнавання образів створюють умови для розробки теорії і методики синтетичного напрямку математико-картографічних досліджень геообразень.

3. Як важлива закономірність, відзначається, що відбувається модифікація методики і формального апарату дотно до особливостей просторового картографічного аналізу, що більше за все проявляється в намаганні дати картографічну інтерпретацію математичних моделей. Приклади щодо цього численні: «локальні тренди», «дисперсні хрести», карти ізокорелат та ентропії ареалів, які відображають варіації моделей від одного місця до іншого.

4. Помітно також намагання диференціювати математичні моделі залежно від властивостей самих карт. Зокрема, різні прийоми оцінки взаємозв'язків застосовуються для ізолінійних зображень, якісного фону, картограм, карт ареалів, розробляються способи урахування конфігурації території при математико-статистичному аналізі тощо.

5. Водночас існують недостатньо конкретні уявлення про властивості (структуру, ступінь складності, стаціонарності, наявності автокореляції) явищ, для яких застосовуються ті чи інші моделі. Практично не проведено більш – менш чіткого виділення класів явищ, для яких придатні моделі певного виду. Невідомо, наприклад, в яких випадках доцільно застосувати поліноміальні, кускові, сплайн-апроксимації, коли слід використати поліхоричний показник зв'язку, а коли інформаційний коефіцієнт взаємної відповідності. Тобто методика математико-картографічного моделювання містить надзвичайно велику частку емпіризму.

6. Незважаючи на значну різноманітність математичних моделей, майже повністю відсутні порівняльні дослідження, які визначали б, які з моделей оптимальні та у яких випадках їх слід застосовувати. Немає даних для зіставлення по моделях апроксимації, інтерполяції, кореляції, факторного аналізу, хоч часто це пояснюється специфічно математичною складністю, наприклад, при вишукуванні критеріїв найкращого наближення.

7. Дослідженню точності моделей і алгоритмів у формально-математичному розумінні приділяється чимало уваги, але все ще існує багато нерозв'язаних задач. Недостатньо вивчені доцільні способи розміщення на картах контрольних точок (їх кількість, щільність, рівномірність), необхідна точність зняття вихідних даних (планових координат, аплікату, рангів), оптимальні параметри операторів перетворення (розмір, поступ, ступінь перекриття), вплив масштабу, картографічної генералізації на точність результатів. Порівнюючи точність близьких математичних моделей, слід мати на увазі, що в практиці досліджень наук про Землю доводиться, як правило, вирішувати питання, які характеризуються неточними уявленнями про структуру пошукової моделі і приблизним знанням критеріїв її змістової інтерпретації. Якщо додати до цього можливі похибки вихідних даних, а також недостатнє знання властивостей власне математичного апарату та алгоритмів, то стане зрозумілим, що в більшості випадків доцільно вибрати найбільш прості математичні моделі.

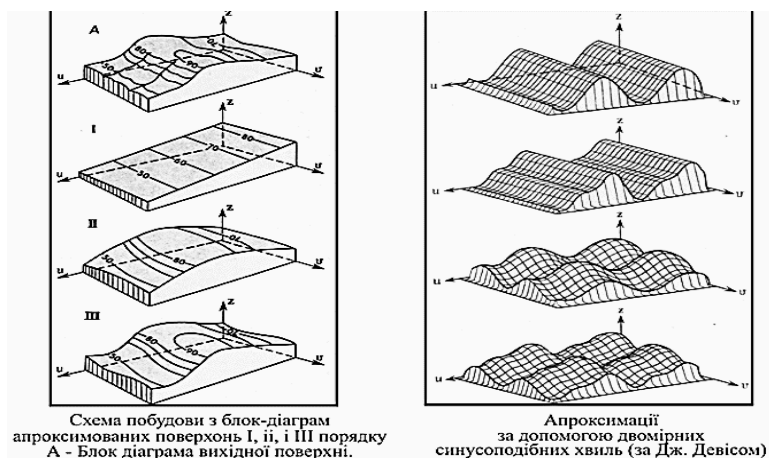


Рис. 10.7. Апроксимації

Крім того, як свідчать наведені приклади при застосуванні математично-картографічного моделювання, зростають дослідницькі функції поєднання картографічного та інших конкретно-наукових методів пізнання реальної дійсності. Відбувається тісне сплетіння процесів створення і використання карт на базі автоматизації, математизації та кібернетизації процесу моделювання з метою «візуалізації» результатів досліджень, наближення даних просторового аналізу до реального масштабу часу і створення динамічних карт-фільмів з будь-якими ракурсними відображеннями еволюції явищ у просторі і часі. Є всі підстави вважати, що цьому сприятиме формування, перш за все, інтегрального картографо-аерокосмічного методу, здатного задовольнити зростаючі інформаційні потреби практики, який на підставі розвитку методів і алгоритмів розпізнавання образів і реалізації можливостей генералізації, індикації, класифікації, районування і багатьох інших прийомів обробки геозображень, названо «геоіконікою».

10.2.3. Способи роботи з картою

Розглянуті в попередньому розділі технічні прийоми використовуються для роботи з окремими картами або з серіями карт і комплексними атласами. Дослідження за картами виконується для визначення розміщення і просторово – часової структури явищ і процесів, їх взаємних співвідношень та зв'язків, виявлення тенденцій розвитку та динаміки, для отримання низки кількісних характеристик й оцінок, проведення районування та класифікацій, прогнозу змін у часі та просторі.

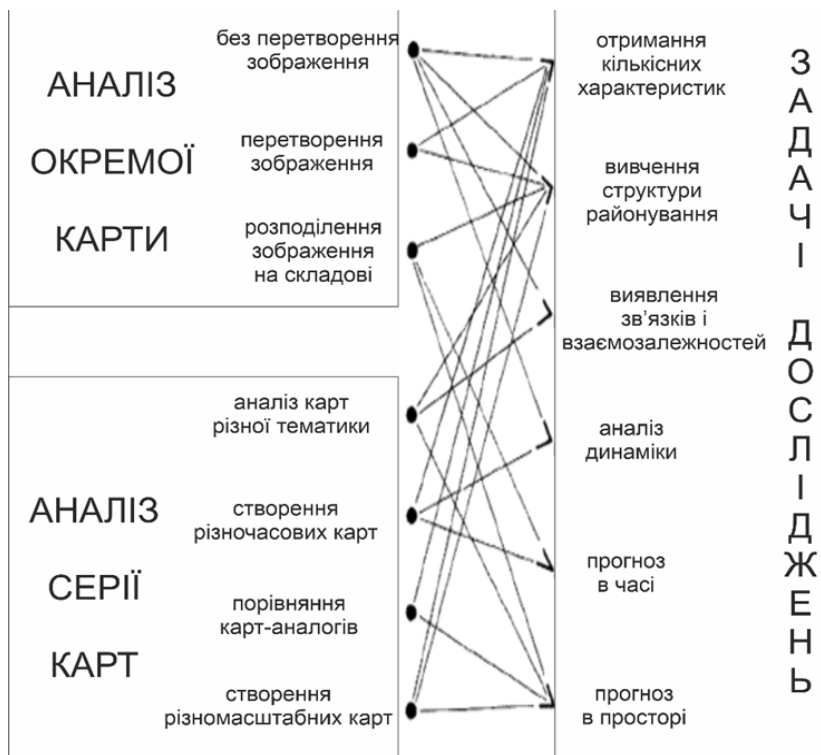


Рис. 10.8. Способи роботи з картою

Аналіз окремої карти:

1. Вивчення картографічного зображення без його перетворення, тобто аналіз карти в тому вигляді, в якому вона є.
2. Перетворення картографічного зображення з метою приведення його у вигляд, більш зручний для конкретного дослідження.
3. Розкладання картографічного зображення на складові – особливий вид перетворення, що застосовується для виокремлення нормальної та аномальної (фонові та залишкової) компонентів розвитку та розміщення явищ і процесів.

Аналіз серій карт:

1. Порівняння карт різної тематики з метою встановлення взаємозв'язків і залежностей між явищами.
2. Зіставлення різночасових карт для вивчення динаміки і еволюції явищ і процесів, складання прогнозів їх розвитку у часі.
3. Вивчення карт – аналогів для виявлення загальних закономірностей поширення явищ і процесів на різних територіях.

Аналіз явищ за картами виконують поетапно:

1. Постановка задачі – формування цілі, формування умов задачі, встановлення вимог до точності.
2. Підготовка до дослідження – вибір картографічних джерел, методів, технічних засобів, тощо.
3. Безпосереднє дослідження – отримання попередніх та кінцевих результатів, їх оцінка, створення нових карт.
4. Інтерпретація результатів – аналіз і формулювання висновків і рекомендацій, оцінка точності.

Отже, кожна група прийомів включає безліч окремих способів і їх модифікації. Всі вони разом утворюють цілісну систему, яка дозволяє дослідити об'єкти з різних сторін. У межах кожної групи виділяють прийоми суцільних, вибіркових і ключових аналізів.

У свою чергу математико-картографічне моделювання використовує властивості математичних та картографічних моделей у процесі аналізу – синтезу складної просторово-часової інформації. Суть його дуалістична: опрацювання картографічної моделі математичними методами і створення картографічної моделі на основі результатів математичного опрацювання геопросторової інформації.

Запитання та завдання

1. Які способи і прийоми аналізу явищ за картами?
2. Зазначте основні способи і прийоми аналізу явищ за картами.
3. Розкрийте зміст математико-картографічного моделювання, прийоми математичного аналізу і математичної статистики.
4. Опишіть способи роботи з картою: вивчення карти без перетворення і з перетворенням картографічного зображення; спільне використання різних карт тощо.
5. Розкрийте методи аналізу серій карт і атласів. Точність і достовірність кількісних визначень за картами.
6. Дайте визначення таких термінів і понять: географічна оболонка, гіпотеза, концепція, методологія, методика, наукові методи, наукові підходи, наукові принципи, об'єкт дослідження, предмет дослідження.

ТЕМА 11. КАРТОГРАФІЯ ТА ГЕОІНФОРМАТИКА

- 11.1. Геоінформатика – наука, технологія, виробництво.
- 11.2. Географічні інформаційні системи.
- 11.3. Геоінформаційне картографування: сутність, основні поняття, види геоінформації.
- 11.4. Банки картографічних даних.
- 11.5. Інтернет – картографування та картографічне моделювання в інтерактивному режимі.
- 11.6. Картографія і телекомунікація.

11.1. Геоінформатика – наука, технологія, виробництво

Геоінформатика існує в трьох іпостасях як наука, техніка та виробництво, і це досить типова ситуація в умовах науково – технічного прогресу, що зближує науку і виробництво. Ця триєдність є одним із факторів, що зближують картографію та геоінформатику.

Геоінформатика як наукова дисципліна вивчає природні та соціально – економічні геосистеми за допомогою комп'ютера на основі баз даних і баз знань. Разом із картографією та іншими науками про Землю геоінформатика досліджує процеси і явища, що відбуваються в геосистемах, але користується для цього своїми засобами і методами. Головними з них є комп'ютерне моделювання та геоінформаційне картографування.

Основні цілі геоінформатики як науки полягають в управлінні геосистемами в широкому розумінні, включаючи їх інвентаризацію, оцінку, прогнозування, оптимізацію та ін. Для картографії особливо важливим є закладений в геоінформатику комплексний підхід до досліджуваних явищ і її проблемна орієнтація. У структурі геоінформатики виокремлюють такі розділи, як: теорія

геосистемного моделювання, методи просторового аналізу та прикладна геоінформатика.

Але з іншого боку, геоінформатика – це технологія збору, зберігання, перетворення, відображення і розповсюдження просторово-координованих даних. ГІС-технології забезпечують аналіз геоінформації і прийняття рішень. Нарешті, геоінформатика як виробництво (геоінформаційна індустрія) – це виготовлення апаратури, створення комерційних програмних продуктів і ГІС-технологій, баз даних, систем управління та комп'ютерних систем. До цієї сфери примикають формування ГІС-інфраструктури та організація маркетингу.

Картографія та геоінформатика взаємодіють у багатьох напрямках. Вони об'єднані організаційно, оскільки державні картографічні служби і приватні фірми займаються одночасно і геоінформаційної діяльністю. Нині також сформувався особливий напрямок вищої геоінформаційно-картографічної освіти.

Єдність двох галузей науки і техніки визначається такими факторами:

1. Загальногеографічні і тематичні карти – головне джерело просторової інформації про природу, господарство, соціальну сферу, екологічну ситуацію;
2. Системи координат і розграфлення, прийняті в картографії, служать основою для географічної локалізації всіх даних у ГІС;
3. Карти – основний засіб інтерпретації та організації даних дистанційного зондування і будь – якої іншої інформації, що надходить, обробляється та зберігається в ГІС;
4. Геоінформаційні технології, які використовуються для вивчення просторово – часової структури, зв'язків і динаміки геосистем, в основному спираються на

методи картографування аналізу та математико – картографічного моделювання;

5. Картографічні зображення – найдоцільніша форма доведення геоінформації до споживачів, а складання карт – одна з основних функцій ГІС.

Існують різні точки зору на взаємини картографії, геоінформатики і тісно пов'язаного з ними дистанційного зондування. Вони відображені в чотирьох моделях, наведених на рис. 1.5-1.8 у параграфі 1.5.:

а) Лінійна модель ґрунтується на уявленні про те, що початком всього є дистанційне зондування, на яке опираються геоінформатика та ГІС, і далі відбувається процес виходу на картографію.

б) Модель домінування картографії – відповідно до дистанційне зондування та ГІС постають як підсистеми, що входять до системи картографії.

в) Модель домінування ГІС розглядає картографію і дистанційне зондування як підсистеми, що входять до геоінформатики та ГІС.

г) Найбільш реалістичною визнається модель потрібної взаємодії, в якій жодна зі сфер не є домінуючою. Вони перекриваються і тісно взаємодіють між собою в процесі отримання, обробки та аналізу просторової інформації.

11.2. Географічні інформаційні системи

У кінці ХХ ст. завдячуючи активному впровадженню процесів автоматизації та комп'ютеризації картографія володіла у розпорядженні величезні масиви інформації про найважливіші аспекти існування, взаємодії та функціонування природи і суспільства. Інформатизація

проникла в усі сфери науки і практики – від шкільної освіти до високої державної політики.

У науках про Землю на базі інформаційних технологій створені *географічні інформаційні системи (ГІС)* – особливі апаратно – програмні комплекси, що забезпечують збір, обробку, відображення і розповсюдження просторово – координатних даних. Одна з основних функцій ГІС – створення і використання комп'ютерних (електронних) карт, атласів та інших картографічних творів.

Перші ГІС були створені в Канаді, США і Швеції для вивчення природних ресурсів у середині 1960-х років. В умовах сьогодення у економічно розвинених країнах існують тисячі ГІС, що використовуються в економіці, політиці, екології, управлінні і охороні природних ресурсів, кадастрах, науці, освіті та ін. Вони інтегрують картографічну інформацію, дані дистанційного зондування та екологічного моніторингу, статистику та перепису, гідрометеорологічні спостереження, експедиційні матеріали, результати геологічних робіт тощо.

При створенні ГІС беруть участь як міжнародні організації (ООН, ЮНЕСКО, ВООЗ та ін.), так і урядові установи, міністерства й відомства, картографічні, геологічні і земельні служби, приватні фірми, науково – дослідні інститути та університети. На розробку ГІС витрачають значні фінансові ресурси, у процесі беруть участь цілі галузі промисловості, при цьому створюється розгалужена геоінформаційна інфраструктура. У багатьох країнах утворені національні та регіональні органи, до завдань яких входить розвиток ГІС та автоматизованого картографування, а також визначення державної політики в області геоінформатики.

У територіальній організації ГІС прийнято розрізняти такі рівні та відповідні їм масштаби:

- *глобальні;*
- *національні;*
- *регіональні;*
- *муніципальні;*
- *локальні.*

У свою чергу ГІС поділяють за тематикою. Створені спеціалізовані земельні інформаційні системи (ЗІС), кадастрові (КІС), екологічні (ЕГІС), навчальні, морські і багато інших систем. Одні з найрозповсюдженіших в географії є ГІС ресурсного типу. Вони створюються на основі великих і різноманітних за тематикою інформаційних масивів і призначені для інвентаризації, оцінки, охорони й раціонального використання ресурсів, прогнозу результатів їх експлуатації.

Підсистеми ГІС. До обов'язкових ознак ГІС належать:

- географічна (просторова) прив'язка даних;
- генерування нової інформації на основі синтезу існуючих даних;
- відображення просторово – часових зв'язків об'єктів;
- забезпечення прийняття рішень;
- можливість оперативного оновлення баз даних за рахунок нових надходжень.

Зазвичай структуру ГІС представляють як набір інформаційних шарів (рис. 11.1). Наприклад, базовий шар містить дані про рельєф, потім ідуть шари гідрографії, дорожньої мережі, населених пунктів, ґрунтів, рослинного покриву, поширення забруднюючих речовин та ін. Умовно ці шари можна розглядати у вигляді «етажерки», на кожній полиці якій зберігається карта або цифрова інформація з певної тематики.

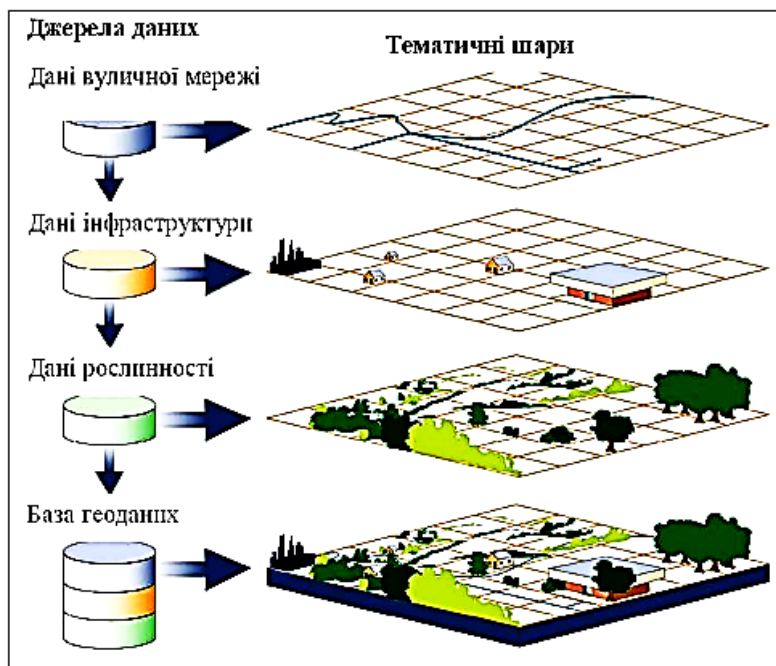


Рис. 11.1. Принцип розташування інформаційних шарів у географічній інформаційній системі

У процесі виконання поставлених завдань шари аналізують окремо або спільно в різних комбінаціях, виконують їх взаємне накладення (оверлеї) і районування, розраховують кореляції тощо. Скажімо, за даними про рельєф можна побудувати похідний шар кутів нахилу місцевості, за даними дорожньої мережі і населених пунктах – розрахувати ступінь забезпеченості території дорожньою мережею і сформувати новий шар.

При створенні ГІС головну увагу завжди зосереджують на виборі географічної основи і базової карти, яка служить опорним каркасом для подальшої

прив'язки, суміщення і координуванні всіх даних, що надходять до ГІС, для взаємного узгодження інформаційних шарів і подальшого аналізу з застосуванням оверлея. Залежно від тематики та проблемної орієнтації ГІС базовими можуть бути обрані:

- ☐ карти адміністративно – територіального поділу (устрою);
- ☐ топографічні та загальногеографічні карти;
- ☐ кадастрові карти і плани;
- ☐ фотокарти і фотопортрети місцевості;
- ☐ ландшафтні карти;
- ☐ карти природного районування та схеми природних контурів (виділів);
- ☐ карти використання земель.

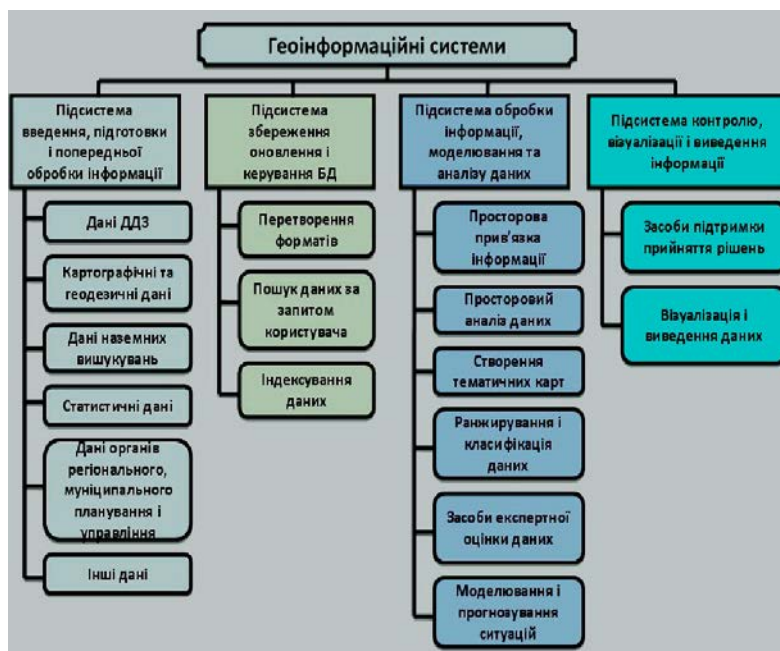


Рис. 11.2. Функціональні блоки даних ГІС

Зазначимо, що можливі також комбінації зазначених основ, наприклад, ландшафтних карт з топографічними або фотокарт з картами використання земель та ін. У кожному конкретному випадку вибір і додаткова підготовка базової карти (наприклад, її розвантаження або нанесення додаткової інформації) складають центральні завдання етапу географо-картографічного обґрунтування ГІС.

Серцевину будь-якої ГІС становить *автоматизована картографічна система (АКС)* – комплекс приладів та програмних засобів, які забезпечують створення і використання карт. АКС складається з науки підсистем, найважливішими з яких є підсистеми введення, обробки і виведення інформації (рис. 11.3).

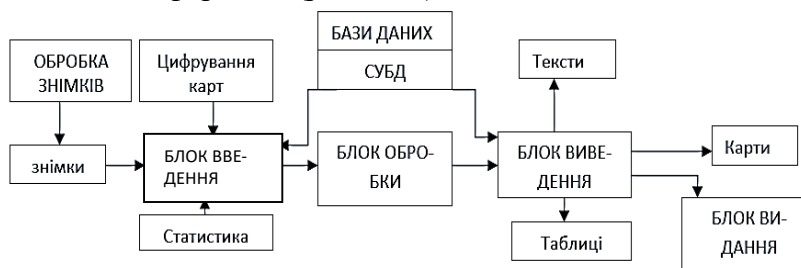


Рис. 11.3. Структура ГІС

Підсистема введення інформації – це пристрої для перетворення просторової інформації в цифрову форму і введення її до пам'яті комп'ютера або в базу даних. Для цифрування застосовують оцифровувачі (дигітайзери) та сканери. За допомогою оцифровувачів на вихідній карті простежують і обводять контури та інші позначення, а до пам'яті комп'ютера при цьому поступають поточні координати цих контурів і лінії в цифровій формі. Сам процес простежування оператор виконує вручну, з чим пов'язані велика працездатність робіт і виникнення похибки при обводі ліній. Сканери здійснюють автоматичне

зчитування інформації послідовно по всьому полю карти, рядок за рядком. Сканування виконується швидко і точно, але приходить до додатково розділяти (розпізнавати) оцифровані елементи: річки, дороги, інші контури тощо. Якісні і кількісні оцифровані об'єкти, а також статистичні дані вводять із клавіатури комп'ютера. Вся цифрова інформація надходить до бази даних.



Рис. 11.4. Рівні організації даних у ГІС

Бази даних – упорядковані масиви даних з будь-якої теми (тем), представлені в цифровій формі, наприклад, бази даних про рельєф, населенні пункти, бази геологічної або екологічної інформації. Формування баз даних, доступ і роботу з ними забезпечує *система управління базами даних* (СУБД), яка дозволяє швидко знаходити необхідну інформацію і проводити її подальшу обробку. Якщо бази даних розміщені на декількох комп'ютерах (зокрема, в різних установах або навіть у різних містах і країнах), то їх називають *розподільними базами даних*. Це зручно, оскільки кожна організація формує свій масив, стежить за ним і підтримує на рівні сучасності. Сукупності баз даних та засобів управління ними утворюють *банки даних*. Розподілені бази і банки даних з'єднують комп'ютерними мережами, і доступ до них (запити, пошук, читання, оновлення) здійснюється під єдиним управлінням.

Підсистема обробки інформації складається з самого комп'ютера, системи управління та програмного забезпечення. Створивши сотні різноманітних спеціалізованих програм (пакетів програм), які дозволяють вибирати потрібну проекцію, прийоми генералізації і способи зображення, будувати карти, суміщати їх один з одним, віалізувати і виводити на друк. Програмні комплекси здатні виконувати й більш складні роботи: проводити аналіз території, дешифрувати знімки і класифікувати картографуванні об'єкти, моделювати процеси, зіставляти, оцінювати альтернативні варіанти і обирати оптимальний шлях вирішення. А сучасні «інтелектуальні» програми моделюють навіть деякі процеси людського мислення (штучний інтелект).

Велика частина підсистем обробки інформації працює у діалоговому (інтерактивному) режимі, в ході якого йде посередній двосторонній обмін інформацією між картографом і комп'ютером.

Підсистема виведення (видачі) інформації – комплекс пристроїв для візуалізації обробленої інформації в картографічній формі. Це екрани (дисплеї), друкуючі пристрої (принтери) різної конструкції, креслярські автомати (плоттери) та ін. З їх допомогою швидко виводять результати картографування і варіанти рішень у формі зручній користувачу. Це можуть бути не тільки карти, але й тексти, графіки, тривимірні моделі, таблиці, проте якщо мова йде про просторову інформацію, то найчастіше вона подається в картографічній формі, найбільш звичній і легко доступній для огляду.

Усі підсистеми, що входять до автоматизованих картографічних систем, також входять і в ГІС. До складу картографічної ГІС виробничого призначення включають ще і підсистему видання карт, яка дозволяє виготовляти друковані форми і друкувати накладі карт. Якщо наклад невеликий, що зазвичай при виконанні наукових досліджень використовують настільки картографічні видавничі системи.

ГІС, орієнтовані на роботу з аерокосмічною інформацією, включають спеціалізовану підсистему обробки зображень. У цьому випадку програмне забезпечення дозволяє виконувати різні операції зі знімками: проводити їх корекцію, перетворення, поліпшення, автоматичне розпізнавання та дешифрування, класифікацію тощо.

Особливу підсистему у високорозвинених ГІС може становити база знань, тобто сукупність формалізованих знань, логічних правил і програмних засобів для вирішення завдань визначеного типу (наприклад, для проведення меж або районування території). Бази знань допомагають діагностувати стан геосистем, пропонувати варіанти вирішення проблемних ситуацій, давати прогноз розвитку. Можна вважати, що в базах знань реалізуються деякі принципи функціонування штучного інтелекту.

11.3. Геоінформаційне картографування: сутність, основні поняття, види геоінформації

Геоінформаційне картографування – автоматизоване створення і використання карт на основі ГІС і баз картографічних даних і знань. Суть геоінформаційного картографування складає інформаційно-картографічне моделювання геосистем.

Геоінформаційне картографування може бути галузевим і комплексним, аналітичним і синтетичним. Відповідно до прийнятих класифікацій виділяють види і типи картографування (наприклад, соціально-економічний, екологічне або інвентаризаційне, оцінне геоінформаційне картографування тощо).

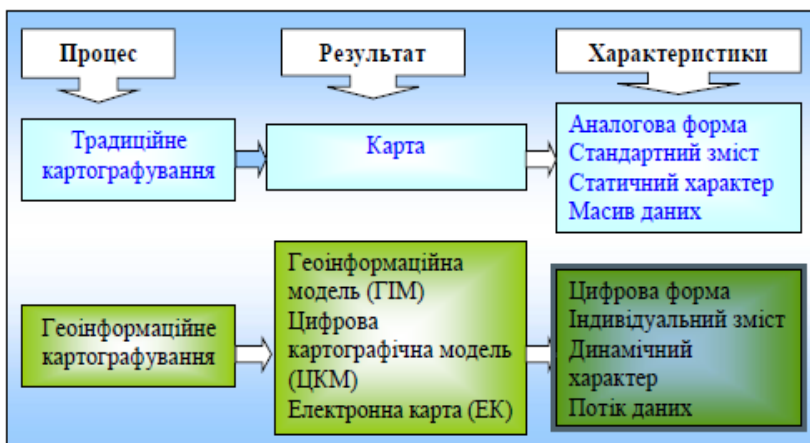


Рис. 11.5. Відмінності між традиційним і геоінформаційним картографуванням

Напрямок геоінформаційного картографування сформувався не спонтанно і не на порожньому місці. Воно інтегрувало ряд галузей картографії, піднявши їх на більш високий

технологічний рівень. Його витoki простежуються у комплексному, потім у синтетичному та оцінно-прогнозному картографуванні. Наступним кроком став розвиток системного картографування, при якому увага зосереджується на цілісному відображенні геосистем та їх елементів (підгеосистем), ієрархії, взаємозв'язків, динаміки, функціонування. Усе зазначене вимагає використання сучасного математичного забезпечення (супроводу) та автоматизованих технологій, що стало ще одним кроком до створення автоматизованих картографічних систем і ГІС. Інакше кажучи, геоінформаційне картографування виникло і розвивається як пряме продовження комплексного, синтетичного і далі – системного картографування в новому геоінформаційному середовищі.

З-поміж характерних рис цього виду картографування найважливішими є:

- ☐ високий ступінь автоматизації, опора на бази цифрових картографічних даних і бази географічних (геологічних, екологічних та ін.) знань;
- ☐ системний підхід до відображення та аналізу геосистем;
- ☐ інтерактивність картографування, тісне поєднання методів створення і використання карт;
- ☐ наближену до реального часу оперативність, у тому числі з широким використанням даних дистанційного зондування;
- ☐ багатоваріантність, що передбачає різнобічну оцінку ситуацій і спектр альтернативних рішень;
- ☐ мультимедійність, що дозволяє поєднувати іконічні, текстові, звукові відображення;
- ☐ застосування комп'ютерного дизайну і нових графічних образотворчих засобів;
- ☐ створення зображень нових видів і типів (електронні карти, тривимірні комп'ютерні моделі, анімації);
- ☐ переважно проблемно-практична орієнтація картографування, націлена на забезпечення прийняття рішень.

Геоінформаційне картографування – програмно-кероване картографування. Воно акумулює досягнення ДЗ, космічного картографування, картографічного методу дослідження та математико-картографічного моделювання. У своєму розвитку геоінформаційне картографування використовує досвід комплексних географічних досліджень та системного тематичного картографування. Завдячуючи цьому в кінці ХХ ст. геоінформаційне картографування стало одним із магістральних напрямків розвитку картографічної науки і виробництва характерні риси геоінформаційного картографування подано на рис. 11.6.



Рис. 11.6. Характерні риси геоінформаційного картографування

Оперативне картографування – одна з гілок геоінформаційного картографування, суть його складають створення і використання карт у реальному або близькому до реального масштабах часу з ланцюгом швидкого (своєчасного) інформування користувачів і впливу на хід процесу.

Реальний масштаб часу характеризує швидкість створення – використання карт, тобто темп, забезпечує оперативну обробку інформації, що надходить, її картографічну візуалізацію оцінку, моніторинг та контроль будь-яких процесів і явищ, що змінюються в тому ж темпі.

У практичних ситуаціях оперативне виготовлення картографічних творів та доставлення їх споживачам стають важливою, а часто вирішальною умовою виконання завдання. Оперативні карти призначені для вирішення широкого спектру проблем, і перш за все для попередження про несприятливі або небезпечні процеси, стеження за їх розвитком, складання рекомендацій і прогнозів, вибору варіантів контролю, стабілізації або зміни ходу процесу в самих різних сферах – від екологічних ситуацій до політичних подій.

Слід розрізняти оперативні карти двох типів: одні поділяються на довготермінове подальше використання і аналіз (наприклад, карти підсумків голосування виборців), а інші деталі – на короткочасне застосування для негайної оцінки будь – якої ситуації (наприклад, карти стадій дозрівання сільськогосподарських культур).

Вихідними даними для оперативного картографування служать матеріали аерокосмічних знімків, безпосередні спостереження і виміри, статистичні дані, результати опитувань, переписів, референдумів, кадастрова інформація. При цьому ефективність оперативного картографування визначається трьома факторами:

- 1) надійністю автоматизованої системи, швидкістю введення і обробки даних, зручністю доступу до баз даних;
- 2) відповідною читабельністю самих оперативних карт, простотою їх зовнішнього оформлення, що забезпечує ефективне зорове сприйняття в умовах оперативного аналізу ситуації;

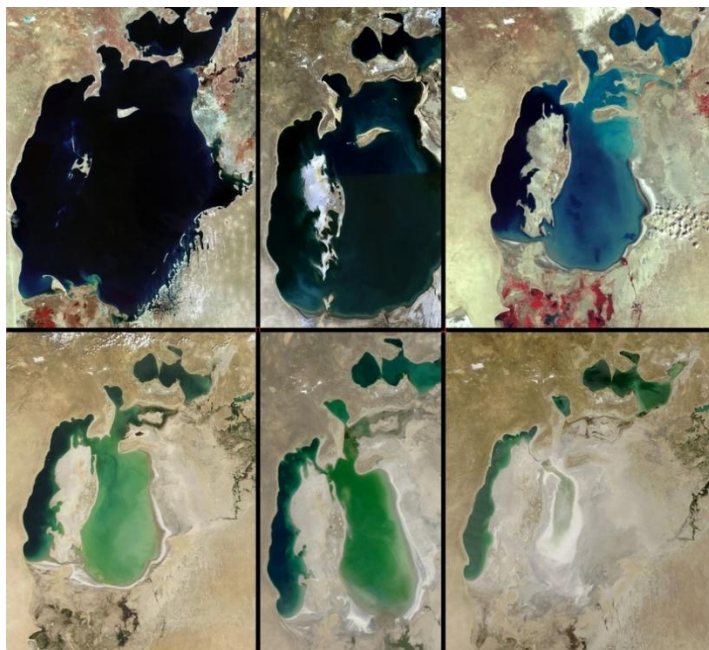
- 3) оперативністю розповсюдження карт і доставлення їх споживачам, у тому числі з використанням телекомунікаційних мереж.

Оперативне відображення стану і зміни явищ безпосередньо пов'язане з автоматизованим виготовленням динамічних карт. Вони дозволяють відобразити не тільки структуру, але й динаміку явищ і процесів, що відбуваються в земній корі, атмосфері, гідросфері, біосфері, що актуально, у зонах їх контакту та взаємодії. Динамічне картографування, крім того, є найефективнішим засобом візуалізації результатів моніторингу.

У традиційній картографії відомі три способи відображення динаміки явищ і процесів, їх виникнення, розвитку, змін у часі та переміщення в просторі:

- відображення динаміки на одній карті за допомогою способу ліній руху, «нарощування» значків і діаграм, розширення ареалів, ізоліній, швидкостей зміни явищ;
- відображення динаміки за допомогою серій різночасових карт, знімків, фотокарт, блок-діаграм, тощо, що фіксують стан об'єктів у різні моменти (періоди) часу;
- складання карт зміни станів явища, коли картографується не сама динаміка, а лише результати змін, що відбулися (ареал змін)

Геоінформаційне картографування істотно прискорює можливості відображення динаміки геосистем, практично використовуючи *картографічні анімації* (мультиплікації) – особливі динамічні послідовності карт – кадрів, створені для демонстрації ефекту руху (Рис. 11.7). Анімації міцно увійшли в повсякденне життя, вони стали настільки ж звичними, як космічні знімки і електронні карти. Добре відомим прикладом можуть служити телевізійні карти прогнозу погоди, на яких видно переміщення фронтів, областей високого і низького тиску, атмосферні опади.



**Рис. 11.7. Картографічна анімація осушення
Аральського моря**

Нині розроблено низку технологій і методик отримання рухомих зображень. Створено особливі комп'ютерні програми, які містять модулі, що забезпечують різні варіанти і комбінації картографічних анімацій, з-поміж яких:

- ❖ переміщення всієї карти по екрану;
- ❖ мультиплікаційні послідовності карт – кадрів або три-мірних зображень;
- ❖ зміна швидкості демонстрації, покадровий перегляд, повернення до вибраного кадру, зворотна послідовність;
- ❖ переміщення окремих елементів змісту (об'єктів, знаків) по карті;

- ❖ зміна виду елементів змісту (об'єктів, знаків), їх розмірів, орієнтації, мерехтіння знаків та ін.;
- ❖ варіаціювання забарвлення (пульсація і дефілірування), зміна інтенсивності, створення ефекту вібрації кольору;
- ❖ зміна освітленості або фону, «підсвічування» і «затінення» окремих ділянок карти;
- ❖ панорамування, зміна проекції і перспективи (точки огляду, ракурсу, нахилу), обертання 3-вимірних зображень;
- ❖ масштабування (зумування) зображення або його частини, використання ефекту «напливу» або видалення об'єкта;
- ❖ створення ефекту руху над картою («обліт» території), в тому числі з різною швидкістю.

Анімації можна демонструвати з нормальною (24 кадри в секунду), прискореною або уповільненою швидкістю. Звідси виникають абсолютно нові для картографії проблеми тимчасової генералізації, вибору образотворчих засобів, вивчення принципів сприйняття читачами рухомих карт.

Динамічні зображення додають традиційним статичним картам такий необхідний дослідникам часовий аспект. У зв'язку з цим виправдано введення поняття масштабу часу (або часового масштабу). У певному сенсі можна говорити про повільно-, середньо- і швидкомасштабні зображення, прийнявши такі співвідношення:

1. 1 : 86 000 – одна секунда демонстрації анімаційної карти відповідає (округлено) одній добі;
2. 1 : 600 000 – в одній секунд – один тиждень;
3. 1 : 2 500 000 – в одній секунд – один місяць;
4. 1 : 31 500 000 – в одній секунд – один рік.

Віртуальне картографування. Подальший розвиток геоінформаційних технологій призвів до створення зображень, які поєднують властивості карти, перспективного знімка, блок-діаграми та комп'ютерної анімації. Такі зображення отримали назву віртуальних (від лат. *virtualis* – можливий, потенційний). Цей термін має кілька смислових відтінків: можливий, потенційний, неіснуючий, але здатний виникнути за певних умов, тимчасовий чи нетривало існуючий, а головне – не реальний, але такий же, як реальний, відрізнити від реального. У машинній графіці візуалізація віртуальної реальності пропонує, перш за все, застосування ефектів тривимірності та анімації. Саме вони створюють ілюзію присутності в реальному просторі і можливості інтерактивної взаємодії з ним.

У картографії віртуальні моделі розуміються як зображення реальних або уявних об'єктів, що формуються і існують у програмно – керованому середовищі. Як будь-яке картографічне зображення, вони мають проекцію і масштаб. Сама ж *віртуальна реальність* – це інтерактивна технологія, що дозволяє програмувати реальні та (або) уявні об'єкти, їхні зв'язки і відношення у програмно – керованому середовищі.

Вважається, що відмова від умовних знаків, прагнення надати віртуальним зображенням «натуральність», об'ємність, реальне забарвлення і освітлення створює ілюзію реального існування об'єкта. Тим самим прискорюється процес комунікації, і підвищується ефективність передачі просторової інформації.

Технології створення віртуальних зображень різні. Зазвичай спочатку по топографічній карті, аеро- або космічному знімку створюється цифрова модель, потім – тривимірне зображення місцевості. Його забарвлюють в кольори гіпсометричної шкали або поєднують з

фотозображенням ландшафту і далі використовують як реальну модель.

Одна з найбільш поширених віртуальних операцій – «обліт» отриманого зображення. Спеціальні програмні модулі забезпечують управління польотом: рух за обраним напрямком, повороти, розвороти, зміна швидкості показу перспективи. За допомогою клавіатури і джойстика (маніпулятора у формі рукояті з кнопками) можна витримувати політ на заданій висоті, з установленою швидкістю, над точками з раніше обраними координатами. Крім того, передбачені можливості вибору стану неба (хмарності), туману, умовне освітлення місцевості, висоти Сонця, часу дня, ефекту дощу або снігопаду тощо. Модулі редагування дозволяють додатково наносити новий тематичний зміст, змінювати текстуру місцевості, використовувати кольорові сітки і підкладки, розмістити написи, вибираючи розмір і колір шрифтів, додавати тексти і навіть звуки.

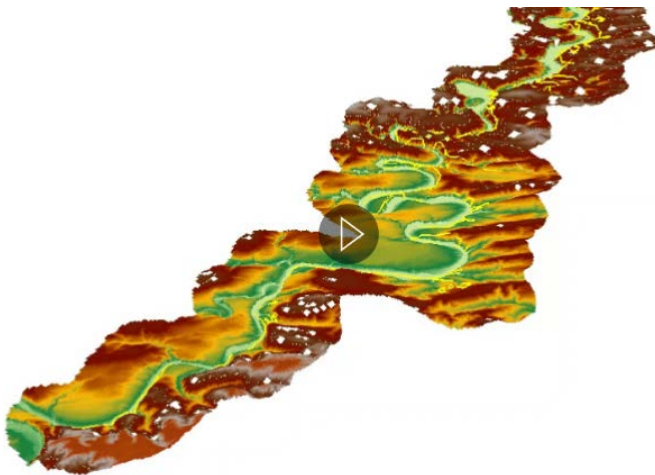


Рис. 11.8. Застосування функції “Обліт”

Великомасштабні тематичні віртуальні зображення мають досить докладне уявлення про рельєф і ландшафти, геологічну будову, водні об'єкти, рослинний покрив, міста, шляхи сполучення тощо. Можливість інтеграції різної тематичної інформації в єдиній моделі – одна із головних переваг віртуального зображення. Пролітаючи і «зависаючи» над горами, можна детально розглянути терасування їх схилів, провести морфометричні вимірювання, визначити характер ерозійних та зсувних процесів, а рухаючись над міськими територіями – оцінити особливості забудови і розміщення зелених масивів, спроектувати розміщення нових будівель і транспортних магістралей.

При віртуальному моделюванні часто використовують багатогранну апроксимацію. За однією і тією ж цифровою моделлю рельєфу, ландшафту або рослинного покриву виконують кілька апроксимацій з різними рівнями детальності. Це дозволяє не обмежуватися збільшенням або зменшенням масштабу, а переходити при необхідності на інший рівень детальності. Так виникає своєрідна багаторівнева генералізація.

Найбільше застосування віртуальні зображення мають при виконанні таких практичних завдань, як моніторинг районів природних ризиків, будівництво будівель і автострад, прокладка трубопроводів, оцінка забруднення середовища і поширення шумів від аеропортів тощо. Можливе використання аналогічних технологій в наукових і навчальних цілях, наприклад, для створення середньо- і дрібномасштабних віртуальних зображень, у тому числі глобусів. На глобусах зображують, зокрема, природну зональність земної кулі, хід кліматичних процесів, сезонні зміни рослинного покриву і ландшафтів, міграцію населення, рух транспортних потоків та ін. Сюжети віртуальних тематичних карт настільки ж різноманітні, як і в традиційному картографуванні.



Рис. 11.9. Приклади віртуального картографування

11.4. Банки картографічних даних

Нині більша частина світової інформації, у тому числі і просторово-розподіленої, зберігається в цифровому вигляді в різних базах даних. Частина таких баз даних відома, доступ до них має обмежена кількість співробітників, інша частина пропонує інформацію на комерційній основі або на умовах вільного поширення. Збереження інформації забезпечують тисячі і десятки тисяч серверів баз даних, обладнаних засобами віддаленого доступу на основі провідних або бездротових комунікаційних мереж. Такий набір розміщених у різних географічних пунктах сховищ інформації, об'єднаних лініями зв'язку, називається розподіленою базою даних.

Здатність працювати в системі розподілених баз даних у наш час є однією з найважливіших властивостей програмного ГІС-продукту. Сучасні комерційні програмні ПС-пакети здатні обробляти дані, розподілені на безлічі баз даних, керування якими здійснюють різні СКБД, що працюють на численних апаратних платформах із різними операційними системами, об'єднаними комунікаційними мережами.

Обробка даних здійснюється в такий спосіб, що для користувача керування віддаленою базою даних логічно не відрізняється від керування локальною базою даних.

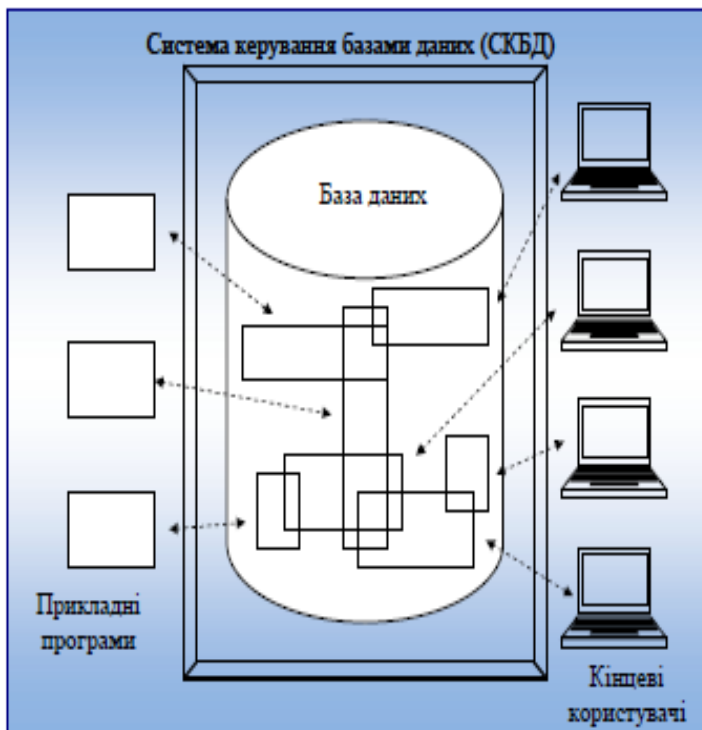


Рис. 11.10. Спрощена схема бази даних

Робота з віддаленою базою даних здійснюється шляхом відправлення користувачем оформленого за певними правилами запиту. Обробка запиту здійснюється на сервері бази даних, у цьому випадку запит користувача є клієнтом, що обслуговується сервером, точніше – СКБД сервера бази даних. Сервер має обслуговувати кілька запитів одночасно (пікові навантаження можуть складати

до декількох тисяч одночасних звернень). У свою чергу, клієнт може одночасно звертатися до кількох серверів.



Рис. 11.11. Підходи щодо організації обробки інформації в ГІС

Використання на серверах баз даних різних типів СКБД визначило розроблення універсальної мови для побудови запитів. Сьогодні універсальною мовою спілкування різних СКБД є SQL – Structured Question Language (мова структурованих запитів). Ця мова постійно розвивається, включаючи в себе чимраз нові засоби роботи з базами даних. Найбільш відомі стандарти – ANSI SQL'89 і SQL*92. Засоби мови SQL включають оператори для з'єднань з базою даних, відкриття і сортування реляційних таблиць з даними, вибірки потрібних записів за різними критеріями, створення звітних форм шляхом злиття різних таблиць тощо. Написання текстів запитів мовою SQL потребує певних навичок програмування, тому до складу програмних продуктів зазвичай включені спеціальні утиліти, що допомагають недосвідченому користувачу конструювати SQL – запити, звертаючись до списків готових елементів у процесі діалогу.

Побудова баз даних ГІС здійснюється за допомогою програмних засобів, вбудованих або інтегрованих у комерційні СКБД. Найбільш поширені комерційні СКБД Oracle, Informix, Microsoft SQL Server, IBM DB2, Sybase та ін. Обмін запитами різних оболонок СКБД здійснюється за допомогою шлюзів – спеціальних програм, що дозволяє СКБД сервера «розуміти» протокол відправлення іншої СКБД. Між провідними виробниками комерційних продуктів СКБД досягнуто згоди про взаємний обмін програмами – шлюзами.

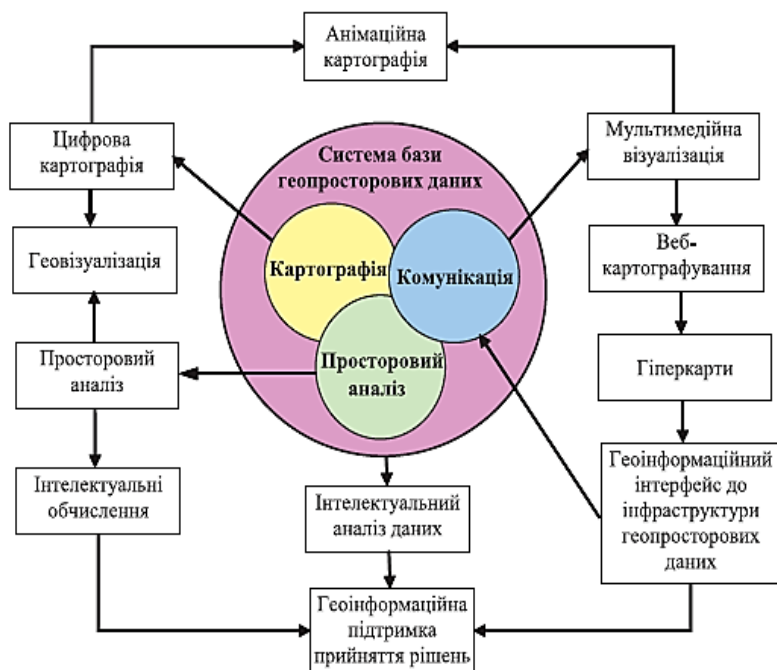


Рис. 11.12. Нова концепція функцій геопросторової інформації

Програмні оболонки більшості комерційних пакетів обладнані кількома шлюзами, що дозволяє спілкуватися з різними типами СКБД, звичайно організується спеціальна сервісна служба – Менеджер баз даних (DBMS).

Для створення розподілених баз даних, у структуру яких може входити кілька десятків робочих місць з різною конфігурацією апаратних і програмних засобів, багато фірм – розробників програмного забезпечення ГІС створює спеціалізовані програмні модулі. Наприклад, фірма ESRI розробила модуль ArcSDE (Spatial Database Engine), який дозволяє зовнішнім користувачам працювати з просторовими базами даних ArcGIS, а так само іншим модулям ArcGIS працювати із зовнішніми базами даних. SDE забезпечує сучасні функції створення розподілених баз даних, підтримки різних моделей просторових даних, просторового пошуку, перевірки просторової геометрії (наприклад, межі сусідніх полігонів повинні збігатися), завдання картографічних проекцій, швидкого завантаження картографічних баз даних і звітів, засобів адміністрування систем «клієнт – сервер». Клієнти і сервери можуть взаємодіяти в рамках локальної або розподіленої мережі, а так само в Internet/Intranet мережах через протокол TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Важливою частиною SDE є Менеджер ліцензій. Для роботи зі спеціалізованими просторовими базами даних ESRI (shape – файли, покриття, map libraries, віртуальні шари ArcStorm) застосовується модуль ArcSDE for Coverages.

За допомогою інтерфейсу ArcSDE менеджер бази даних може створювати різні схеми доступу різних користувачів до різних наборів даних, створювати і зв'язувати нові класи об'єктів у базах даних з використанням бібліотек ArcObjects. Для побудови запитів використовуються мови високого рівня – C чи Java. Для користувача доступні стандартні додатки, що

можуть використовуватися у віддалених базах даних: ArcIMS, ArcView GIS 3.x, Map Objects, ArcSDE CAD Client, ArcInfo Workstation.

Для роботи в групах розроблений ArcStorm (Arc Storage Manager) – спеціальний модуль, інтегрований у DBMS сімейства програмних продуктів ESRI. Цей модуль дозволяє працювати з базами даних покрить і табличних баз даних одночасно кільком користувачам, забезпечуючи їхню коректну взаємодію при створенні, редагуванні або видаленні окремих блоків даних шляхом створення віртуальних картографічних шарів.

Використовуючи технології «клієнт – сервер», можна будувати прикладні ПС різної архітектури, що включають як картографічні, так і некартографічні сервіси, використовуючи для окремих робочих місць більш прості і дешеві СКБД. Користувачі звичайних СКБД мають можливість звертатися до ПС для виконання визначених певних розрахунків, результати яких можна подати в табличному вигляді. У свою чергу, користувачі ГІС можуть звертатися за додатковою інформацією до «некартографічних» систем, яку можна оформити у вигляді карти, проаналізувати та ін. У рамках спілкування ГІС з іншими інформаційними системами функціонують різні сервіси, наприклад, розрахунок відстаней і часу руху транспортних засобів, на основі чого складається розклад руху пасажирських рейсів, планується доставка вантажів та ін.

11.5. Інтернет – картографування та картографічне моделювання в інтерактивному режимі.

Інтернет – ГІС. Широка експансія Інтернету значно змінила ГІС – технології і виявила цікаву діалектику. Спочатку розвиток ГІС закономірно призвів до мережеских

технологій, але потім виявилось, що поодинокі ГІС, створювані окремими особами (або колективами дослідників), становляться малоефективними, якщо вони не інтегровані до комп'ютерної мережі.

В усякому разі в міру розвитку Інтернет дедалі більше звітливо набуває рис глобальної ГІС. Справді, всесвітня комп'ютерна мережа, мов величезна ГІС, забезпечувала збір і зберігання даних, доступ до них клієнтів, передавання і обмін інформацією, її програмну обробку та аналіз, а в підсумку – представлення результатів (часто нових карт) широкому колу користувачів.

Поєднання ГІС та інтернет-технологій дозволяє досліднику відшукувати потрібні йому карти і далі працювати з ними в інтерактивному режимі, як зі звичайними настільними ГІС. Такий процес реалізують двома способами: або «навчають» веб – сервер, на якому розташовуються інтерактивні карти, основних функцій ГІС, або створюють спеціалізоване програмне забезпечення, що підтримує функції настільної ГІС. У цьому випадку веб – сервер забезпечує лише комунікацію.

Подібність геоінформаційних та мережевих технологій призвела до їх з'єднання, створення Інтернет-ГІС та формування інтегрального мережевого геоінформаційного середовища.

Інтернет-ГІС – це геотелеінформаційна система, яка використовує телекомунікаційні мережі як засіб передачі інформації, доступу до віддалених баз даних і програмних модулів для аналізу, прийняття рішень та презентації результатів, включаючи карти. Інтернет – ГІС сприймає і відтворює в розширеному вигляді всі функції звичайних ГІС, а до того ж забезпечує доступ і обмін прикладними програмами. Таким чином, дослідники отримують можливість користуватися програмним забезпеченням, яке

необов'язково інстальоване в їх персональних комп'ютерах. При цьому Інтернет-ГІС забезпечує розподіленість просторових даних і засобів аналізу, які можуть бути розміщені в різних точках мережі, оперативне оновлення як інформації, так і програмного забезпечення.

Інтернет-ГІС реалізує дві технології картографування. В одному варіанті карти повністю створюються на віддаленому сервері за запитом користувача і потім передаються йому, до іншого користувача надходять лише файли вихідних даних, і він самостійно виконує їх обробку і складання карт в інтерактивному режимі. Обидві технології передбачають досить високу картографічну культуру користувачів у поєднанні з певним знанням можливостей електронних мереж.

Види і варіанти для користувача Інтернет – ГІС вельми різноманітні за призначенням і функціями. Одні з них дозволяють тільки знаходити, візуалізувати та обробляти необхідну інформацію, інші, крім того, здійснювати оперативне стеження за ресурсами просторовими даними, а треті, найбільш розвинені системи, забезпечують ще й обмін даними з іншими серверами.

Функціонування картографічних Інтернет-ГІС потребує певної перебудови системи зберігання цифрової інформації, більшої її концентрації, централізації фондів і вдосконалення системи доступу для максимальної кількості користувачів. Ряд країн створюють державні бібліотеки цифрових даних, які налічують мільйони одиниць зберігання аеро- і космічних знімків. Такі бібліотеки містять доступні всім клієнтам комп'ютерної мережі описи (метадані) різних фондів і колекцій цифрової геоінформації. Доступ до баз даних обмежений, він відкритий тільки для зареєстрованих державних відомств та осіб, що володіють відповідними паролями.

Багато країн роблять зусилля для створення єдиних регіональних інфраструктур просторових даних. Так поступили західноєвропейські держави, країни Азії та Тихоокеанського регіону.

Картографування в Інтернеті. Картографування в Інтернеті або, точніше, за допомогою Інтернету має три аспекти:

1. Отримання інформації для складання карт;
2. Сам процес інтерактивного картографування;
3. Презентація картографічних творів.

Слід мати на увазі ще один важливий момент. Комунікація в комп'ютерних мережах забезпечує налагодження тісних контактів між картографічними установами, фірмами, окремими особами для обміну досвідом. З'являється можливість швидко отримати відомості про новітню електронну продукцію, програмні засоби для картографування та ін. Укладач може «перекачувати» цю інформацію до свого комп'ютера та використовувати як джерело. Картографи – користувачі Інтернету мають можливість оперативно брати участь в обговоренні актуальних професійних проблем, регулярно відшукувати необхідні картографічні відомості на довідкових серверах і в базах метаданих.

Можливості інтерактивного складання карт в інтернеті досить різноманітні. Один з найбільш доступних варіантів – побудови картограм і картодіаграм за статистичними даними (з цього починалася вся автоматизована картографія). Це своєрідна «інтерактивна композиція карт», яка не передбачає жодної складної обробки вихідної інформації. Достатньо мати бази цифрових статистичних даних та картографічну основу з сіткою адміністративного територіального устрою досліджувальної території.

Більш складні тематичні карти вимагають звернення до Web для цілеспрямованого пошуку джерел, підбору шарів, їх подальшого поєднання і комбінування, управління різними базами даних, виконання процедур генералізації і класифікації, вибору способів зображення, включаючи оформлення сторінки в Інтернеті.

Нові технології дозволяють урізноманітнити способи зображення, змінювати стилі оформлення карт, використовувати ефекти машинної графіки та комп'ютерного дизайну, застосовувати анімації і засоби мультимедіа. Компактне електронне видавниче картобладнання та прилади і системи з високим розширенням оперативно розмножують складені карти в необхідній кількості примірників.

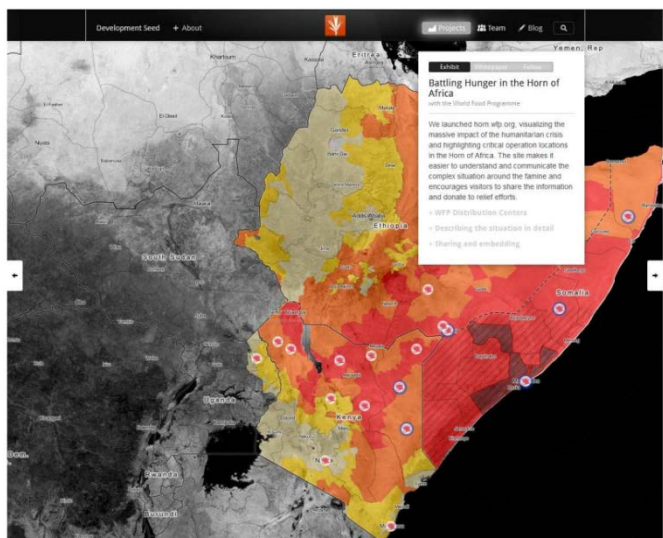


Рис. 11.13. Одна з ініціатив веб-картографічного проекту Development Seed: комплексна інформація щодо боротьби з голодом у країнах Африканського Рогу

Усі ці процедури й технології позначаються термінами інтернет-картографування та веб-картографування. Правомірно говорити і про інтерактивне інтернет – використання карт, включаючи картометричний. Морфометричний та математико-статистичний аналіз, вивчення структури, взаємозв'язків, способів районування за комплексом показників та – що особливо ефективно в Інтернеті – дослідження динаміки за розділами різночасових карт і знімків.

Один із способів веб-картографування – це створення віртуальних картографічних творів на базі комп'ютерної мережі карт і окремих фізичних шарів, знімків, анімацій, інших зображень, статистичних даних тощо. Віртуальні карти і атласи можна аналізувати в мережі так само, як звичайні, моделювати ситуації, програвати будь-які завдання і приймати рішення. Вони мають різне просторове охоплення – від оглядового глобального до регіонального і локального.

Пошук в Інтернеті картографічних джерел здійснюється різними шляхами, з-поміж них:

- *«графічний» або, точніше, «картографічний»* шлях, коли на екран виводиться карта світу і користувач послідовно вказує необхідний йому континент, потім країну, регіон, місто тощо;
- *«тематичний» варіант*, при якому інформаційні ресурси згруповані за видами і темами, так що можна, наприклад, викликати знімки, анімації або історичні, туристичні, дорожні карти;
- *«текстовий» шлях*, коли користувач здійснює швидку навігацію області що цікавить його за допомогою текстового меню;
- *«пошуковий» шлях*, тобто пошук потрібного зображення за допомогою ключових слів;
- *«газетір»*, який надає користувачеві повні списки документів по кожному континенту або регіону.

Надаючи нові можливості для картографування, комп'ютерні мережі самі потребують картографічного відображення.

Картографування мереж телекомунікації – особливий підрозділ тематичної картографії, який охоплює різні аспекти розміщення, оцінки стану і перспектив розвитку мереж.

Карти телекомунікаційних мереж показують положення каналів і центрів зв'язку, мережеву інфраструктуру загалом, об'єктивні інформації, що проходить за одиницю часу, ступінь і динаміки завантаження по місяцях, тижнях, днях. Особливий напрямок – картографування взаємодії мережі з середовищем, в якому вони функціонують, показ регіональних відмінностей в щільності мереж, забезпечення колективних та індивідуальних користувачів послугами телекомунікації. Нарешті, карти спонукають прогнозування та планування територіального розвитку мереж, оптимізації їх функціонування.

11.6. Картографія і телекомунікація

У 90-х роках ХХ ст. стрімкий розвиток науково-технічного прогресу призвів до появи нових засобів комунікації – глобальних комп'ютерних мереж, по яких з високою швидкістю рухаються потоки цифрової інформації, у тому числі картографічної.

Найбільш розгалужена і потужна планетарна комп'ютерна мережа Інтернет у короткий термін стала ефективним середовищем безпаперовій передачі інформації. Початок її розробки припадає на 50-ті роки ХХ ст., коли у США створили мережу ARPANET – прообраз Інтернету – для сповіщення про можливі ядерні атаки. Незабаром ця мережа була поставлена на службу науковій спільноті і комерційним фірмам. А вже до початку 90-х років Інтернет перетворився на «інформаційну супермагістраль», яка включала в себе близько 5 тис. мереж і лише 700 тис. комп'ютерів у 40 країнах.

Розвитку мережі вирішальною мірою сприяла розробка протоколу TCP/IP (Transmission Control Internet Protocol) – особливої системи узгоджених правил і способів обміну файлами в комп'ютерах. Всі комп'ютери, що входять до мережі, рівноправні, що забезпечує особливу стійкість системи і можливість практично необмеженого її розширення. У даний час мережа Інтернет – основний канал міжнародного спілкування, універсальний засіб передачі комерційної, наукової та навчальної інформації. Важлива особливість комп'ютерної мережі Інтернет полягає в тому, що вона є, з одного боку, високошвидкісним і ефективним транспортним середовищем, а з іншого – сукупністю розподілених інформаційних ресурсів. З її допомогою реалізуються послуги електронної пошти, доступ до видалених баз даних, різних наукових документів, у тому числі до карт і знімків, електронних каталогів та бібліотек.

Фахівці в галузі наук про Землю, картографи та геоінформатики, будь то окремі дослідники або організації, мають можливість, користуючись Інтернетом, реалізувати, «три бажання»:

1. Налаштувати оперативну передачу повідомлень і зображень;
2. Отримати доступ до глобальних геоінформаційних ресурсів;
3. Ввести масиви власних даних до міжнародного обігу, зацікавлюючи ними потенційних партнерів і клієнтів.

Суспільний попит на засоби швидкого поширення географічної інформації, карт, даних дистанційного зондування дуже високий. Використання комп'ютерів у мережах телекомунікації (з'явився особливий термін – мережевий комп'ютинг) називають іноді п'ятою інформаційною революцією, маючи на увазі, що перші чотири були пов'язані з винаходом друкарського станка,

телефону, радіозв'язку і персональних комп'ютерів. Комунікація перестала залежати від відстані, просторова інформація циркулює в мережах практично в режимі реального часу. Це помітно змінило стиль управління, характер наукової і виробничої картографічної діяльності. ГІС геоінформаційного картографування і мереж телекомунікації, розвиток однієї технології спричинив нові розробки і рішення в іншій. Сформував глобальний геоінформаційний простір, тобто середовище, в якому функціонують цифрова геоінформація та зображення різних видів і призначення.

Глобальна комп'ютерна мережа безупинно розширюється. За деякими оцінками, до середини ХХІ ст. кількість комп'ютерів, підключених до Інтернету, досягне 600 млн. Зростання йде стихійно і необмежено, і це створює труднощі при орієнтуванні в мережі, відшукуванні в ній необхідних відомостей.

Крім глобальної існують й інші мережі: регіональні (наприклад, геонаукові мережі для країн Європи), локальні (більшість ЗВО), спеціалізовані, відомчі, або корпоративні мережі (земельні, навчальні, академічні тощо). Ці останні називають Інтранет, і вони, як правило, мають вихід в Інтернет.

Всесвітня павутина. Перший досвід використання комп'ютерних мереж призвів до висновку, що велика кількість звернень до карт й інших зображень – це не тільки благо, але й велика проблема для користувача. Інформація оточує його, у ній важко орієнтуватися і знайти те, що потрібно, графічні документи надлишкові і не завжди впорядковані. Тому найважливішою проблемою відразу стала розробка способів організації інформаційних масивів і створення «навігаторів» – програмних засобів, що дозволяють орієнтуватися і пересуватися в електронній мережі по логічно пов'язаним шляхах у пошуках необхідної інформації.

«Всесвітня павутина» – точний переклад англійського слово-поєднання World Wide Web (WWW, 3W, або Web – (Веб)) – назва системи, що забезпечує пошук та обмін інформацією в комп'ютерних мережах. Вона була створена в 1989 р. для спрощення комп'ютерного обміну науковими відомостями і незабаром широко поширилася в Інтернеті. З 1993 р. Веб стала основним засобом мережевого комп'ютингу, в тому числі пошуку і передачі зображень.

Насправді Веб – не тільки система, але і спосіб одержання та доправлення необхідної інформації, протокол пошуку і передачі даних. Вона спирається на мову HTML (HyperText Markup Language – мова гіпертекстової розмітки), який дозволяє зручно кодувати текстові файли. Завдяки цьому будь-який елемент одного документа можна зв'язати з іншими документами, що забезпечує досить просте пересування – «навігацію» – за системою логічних зв'язків в Інтернеті. Іншими словами, за допомогою Веб узгоджують коди і адреси постачальників і користувачів послугами електронних мереж. Завдяки цьому HTML використовується не тільки в Інтернеті, але й в інших мережах, і на компакт – дисках (CD-ROM).

Крім єдиної гіпертекстової мови HTML, Веб використовує ще й єдиний протокол обміну гіпертексту – HTTP і загальний інтерфейс. Таким чином, Веб являється загальнодоступною системою, придатною для будь-яких комп'ютерних систем і не залежить від програмного забезпечення.

Робота з Веб нагадує роботу з енциклопедією, тексти постачання системою перехресних посилань до тих чи інших виділеними словами. Це дозволяє відшукувати додаткові відомості в іншому місці; достатньо лише натиснути клавішу, щоб перейти від виділеного слова до іншого документу. Все це забезпечує зручність і швидкість пошуку потрібної інформації. Мова HTML швидко

розвивається, в нього інкорпоруються інші мовні засоби, з'являються нові версії. Образ «всесвітньої павутини» виявився досить вдалим, карти немов вплетені в мережу ліній зв'язку, обплутують земну кулю.

Карти та атласи в комп'ютерних мережах. Усі карти, атласи, аерокосмічні знімки, в інтернеті, поділяються на три великі групи:

1. Статичні зображення — карти, атласи, знімки, отриманні шляхом цифрування і сканування або ті що, надійшли у цифровому форматі;
2. Інтерактивні зображення, що складаються і оновлюються за запитами користувачів;
3. Картографічні анімації, фільми, мультимедійні продукти, віртуальні моделі; карти, атласи, знімки в ГІС.

Публікація (розміщення) карт і атласів в Інтернеті виявилось більш простою та дешевою справою, ніж їх поліграфічне видання. Вона до того ж не вимагає додаткових витрат на розповсюдження продукції (перевезення, реалізацію та ін.) У цьому одна з причин перетворення Інтернету на важливий канал картографічної комунікації, навіть незважаючи на те, що перетворення в цифрову форму і наступне відтворення карт дещо знижує їх якість.

Число карт і атласів, існуючих в Інтернеті, обчислюється сотнями тисяч. Одна тільки Міжнародна служба погоди регулярно посилає в Інтернет метеорологічні фотокарти різних районів планети, кожні 15 хвилин оновлюючи їх за космічними даними. Існує ціла телекомунікаційна індустрія створення карт погоди. Ряд серверів містять тематичні карти населення, транспорту, клімату, рослинності, ландшафтів та ін. Для виклику їх на екран досить вказати тематику карти і назву регіону, що цікавить користувача. Найбільшим попитом в інтернеті користуються такі групи карт:

- оглядові довідкові карти;
- карти погоди, небезпечних атмосферних явищ (ураганів, циклонів), повеней тощо;
- карти стану довкілля і природних катастроф;
- карти транспорту, навігаційні, умов проїзду за шляхами сполучення;
- карти туризму, відпочинку, подорожей;
- карти поточних політичних подій, «гарячих» точок планети та ін;
- навчальні карти і атласи.

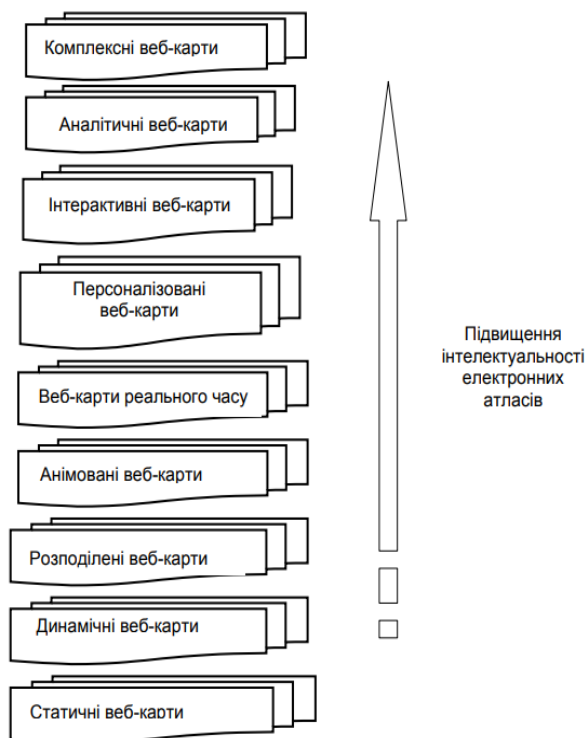
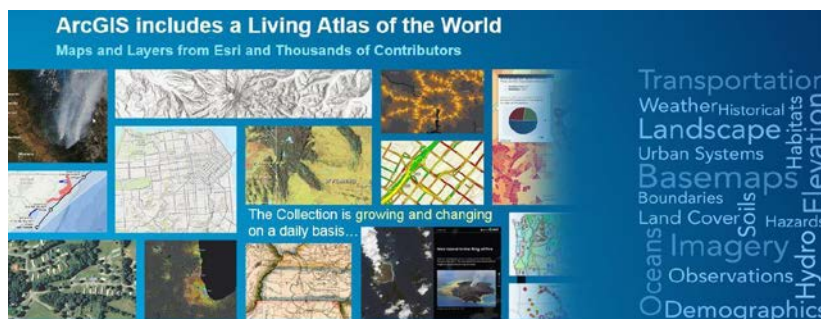


Рис. 11.14. Класифікація електронних веб-атласів

Особливий інтерес представляє публікація в електронних мережах національних атласів. Це забезпечує оперативне і, головне, економічне оновлення карт в міру надходження нової інформації, наприклад від державної статистичної або земельної служби. Тим самим здійснюється постійне чергування по атласу або своєрідний моніторинг. По суті, формуються національні атласні інформаційні системи, які можуть використовувати установи і приватні особи. Такі системи створені в багатьох країнах світу. Гарним прикладом може служити Національний Атлас Канади.



**Рис. 11.15. Інтерактивний атлас
ArcGIS “Living Atlas of the World”**

Доводиться, однак, беручи до уваги, що растрові і векторні картографічні зображення утворюють величезні масиви цифрової інформації, на їхню передачу витрачається дуже багато часу. Приймальні канали середнього користувача не завжди відповідають масивам інформаційних ресурсів, утримуючи в Інтернеті – для спрощення процесу оновлення картографічної інформації створюють так звані гібридні атласи, коли фундаментальні базові карти зберігають в Інтернеті постійно, а

швидкоплинні зображення оперативно перескладають. Наприклад, в атласі періодично актуалізуються соціально-економічні карти і метадані, що описують нову інформацію, що надійшла.

В Інтернет потрапляють не тільки національні атласи. На картографічних серверах розміщують довідкові регіональні, міські, туристичні, навчальні електронні атласи та ін. Є атласи, користуючись якими читач може самостійно відбирають масштаби і способи картографічного зображення, створюють по одним і тим бажаним кілька варіантів карт. Кількість атласів різного типу і призначення, розміщених в Інтернеті, вже насилу піддається обліку.

Запитання та завдання

1. Коротко охарактеризуйте взаємини картографії з дистанційним зондуванням та геоінформаційними системами.
2. Які рівні територіальної організації ГІС Вам відомі та що входить до обов'язкових ознак геоінформаційних систем.
3. Охарактеризуйте підсистеми введення, обробки та виведення інформації.
4. У чому полягають відмінності між традиційним та геоінформаційним картографуванням?
5. Опишіть застосування картографічних анімацій.
6. Що представляють собою розподілені бази даних?
7. Назвіть та коротко охарактеризуйте картографування в Інтернеті.

ТЕМА 12. ГЕОЗОБРАЖЕННЯ В КАРТОГРАФІЇ

- 12.1. Поняття про геозображення їх види та класифікації.
- 12.2. Геоіконіка в системі наукових дисциплін.
- 12.3. Масштаби простору.
- 12.4. Тимчасові діапазони зображень.
- 12.5. Генералізації геозображень.
- 12.6. Геоіконометрія.

12.1. Поняття про геозображення їх види та класифікації

Для того, щоб орієнтуватися в усьому різноманітті геозображень, необхідні їх упорядкування і групування, які дозволяють знайти місце для простих, похідних і комбінованих варіантів. Крім того, важливо, щоб система класифікації залишала можливість для поповнення і розширення її в міру появи нових видів геозображень, що відбувається постійно.

Геозображення поділяють на три класи:

- плоскі, або двомірні, – карти, плани, анаморфози, фотознімки, фотоплани, телевізійні, сканерні, радіолокаційні та інші дистанційні зображення;
- об'ємні, або тривимірні – анагліфів, рельєфні і фізичні карти, стереоскопічні, блокові, голографічні моделі;
- динамічні трьох- і чотирирівнірні- анімації, картографічні і стереокартографічні фільми, кіноатласи, віртуальні зображення тощо.

У межах кожного виду є десятки різновидів: карти різнопланової тематики, знімки в різних діапазонах спектру, блок-діаграми в будь-яких проекціях і ракурсах. Окрім того, існує ще безліч *комбінованих геозображень*,

впроваджених в собі властивості різних моделей. Такі, наприклад, комбінації карт і знімків: фотокарти, ортофотокарти, космокарти. Зазвичай це поліграфічні відбитки з аеро- або космічних фотопланів, в які вдруковані координатні сітки і рамка, картографічні позначення і надписи. Широко відомі топографічні і тематичні фотокарти: космо тектонічні, космофотогеоботанічні та ін. Вони зручні для проєктно – вишукувальних робіт, геологічної розвідки, сільськогосподарського освоєння земель. Застосовують і спрощені монтажні космічних знімків із нанесеною на них координатною сіткою, так звані «іконокарти», оперативно складаються у великих масштабах на маловивчені території.



Рис. 12.1. Приклади різних гео зображень

До комбінованих зображень належать і фототелевізійні знімки, в яких переваги чітких і малоспотворених фотографій поєднуються з оперативністю телевізійного способу їх передачі на Землю. Є багато прикладів поєднання і синтезування телевізійних і сканерних, сканерних і радіолокаційних зображень. До

комбінованих тривимірних геозображень можна віднести дисплейні стереомоделі і анагліфи. Погляд на них через спеціальні окуляри створюють повну ілюзію об'ємного зображення. Нині розроблено методи побудови цифрових голограм, у тому числі і метахронність. Віртуальне зображення, що сполучає тривимірну модель рельєфу, фотозображення ландшафту і комп'ютерну анімацію, – один із найбільш яскравих прикладів багатовимірного комбінованого геозображення.

Такі складні комбіновані моделі, що поєднують у собі різні властивості, можна назвати гіпергеозображеннями (або для стислості – гіперзображенням).

У різних комбінаціях вони синтезують геометричні, якісні, динамічні, стереоскопічні властивості. Крім віртуальних моделей, до них можна віднести і статичні «пейзажні карти» – особливі тривимірні зображення, в яких реалістична наочність художніх пейзажів поєднується з точністю блок-діаграм, і кольорокодуванням космофотокарти, що охоплюють всю планету або крупні її регіони, і багато інших. Гіперзображення – це майже завжди програмно-керовані моделі, конструюючи які можна ставити ті чи інші властивості і змінювати їх по мірі необхідності.

Класифікація геозображень повинна не тільки групувати й містити найповніший перелік їх, але, головне, передбачати можливість появи нових видів і типів геозображень з тими чи іншими властивостями. У цьому полягає важливе формування ролі будь-якої класифікації й систематизації, Багато в чому слід спиратися на досвід картографічних класифікацій, оскільки саме вони розроблені найбільш зручно.



Рис. 12.2. Загальна класифікація віртуальних геообразень

Можливі різні підходи до класифікації геообразень, скільки вони володіють багатьма загальними властивостями і одночасного істотними відмінностями. Перш за все, геообразення поділяють за способами їх отримання:

- *знімання* – комплекс натурних інструментальних спостережень та реєстрації (наземних, підземних, водних, підводних, аеро- і космічних) з метою отримання первинних геообразень;
- *лабораторне створення* – операції з обробки і перетворень (корекція, узагальнення, монтування) первинних знімальних матеріалів для отримання похідних геообразень;
- *конструювання* – виконання аналітичних, фотомеханічних чи комп'ютерних процедур для створення реальних або абстрактних геообразень із заданими властивостями.

Можна поділяти вагу геозображень за *тематикою чи змістом*, як це прийнято для карт, але тоді перелік стає практично невичерпним, адже карти і знімки відображають ці явища природи і багато соціально-економічних сюжетів, а знімки в інфрачервоному та радіохвильовому діапазонах можуть передавати навіть ті фізичні властивості об'єктів, які не видно або не сприймаються людиною. Тому від класифікації геозображень за змістом доведеться відмовитися через неможливість обійняти неосяжне.

Існують й інші підстави для класифікації. Наприклад, за рівнем генералізованості зображень, за тривалістю їх використання (скажімо, довготривалі, миттєві та ін.). Космічні знімки розрізняють за технологією отримання, спектральним розширенням, масштабом, оглядовістю, повторювань знімань, а крім того, застосовують багатопараметричну класифікацію за комплексом показників.

Нижче наводиться одна з класифікацій геозображень за двома ознаками: *статичності-динамічності і розмірності*.

Таблиця 12.1

Класифікація геозображень

Статичні		Динамічні	
2-вимірні	3-вимірні	4-вимірні	
Плоскі	Об'ємні	Плоскі	Об'ємні
Кarti, знімки, плани, фотокарти, електронні карти, синтезування зображення	Анаглiфiв, блок-дiаграми, рельєфні моделі, голограми	Кінофільми, анімації, слайд-фільми, ЕОМ-фільми, багаточасові знімки, метакронні блок-діаграми, кіноагласи	Стереofільми, стереoанімації кіноголограми, динамічні блок-діаграми, динамічні голограмми, віртуальні зображення

Зупинимося ще на одній класифікації, яка поділяє геозображення на типи: аналітичний, комплексний та синтетичний, включаючи й комбіновані варіанти – аналітико-синтетичний та комплексно-синтетичний.

Аналітичні геозображення вибірково характеризують будь-яке явище чи процес, окремі їх властивості поза зв'язками з іншими явищами або властивостями. Такими, наприклад, є аналітичні карти, що відрізняються високою вибірковістю, і знімки, отримані у вузьких зональних діапазонах, хоча ступінь аналітичності (вибіркової) знімків істотно інша.

Комплексні геозображення поєднують відображення декількох елементів або явищ близької тематики. Одночасне зображення двох, а іноді трьох-чотирьох показників дозволяє користувачу самому їх зіставити та оцінити закономірності розміщення одного явища стосовно іншого. Прикладом можуть слугувати електронні навігаційні карти: на них суміщені батиметричні зображення, дані навігаційної обстановки та поточної радіолокації.

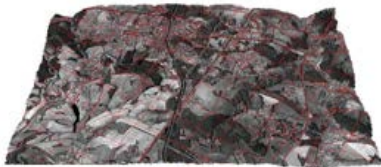
Синтетичні геозображення відображають складні явища разом з їх властивостями та взаємозв'язками як єдине ціле. Вони не містять поелементних характеристик, проте дають уявлення геосистеми в цілому. Є певна значна аналогія між синтетичними картами і синтезованими знімками, коли два, три або більше негативів зображень однієї і тієї ж місцевості, кожен з яких отримано в досить вузькій зоні спектра, інтегруються з метою отримання синтезованого кольорового зображення. Підбираючи світлофільтри і комбінуючи вихідні негативи, дослідник втручається в процес синтезу, змінює відтінки, підвищує «вагу» якоїсь складової, домагаючись чіткого виділення об'єктів, що цікавлять його, для прикладу, змішаних лісів, зволжених ландшафтів або забудованих територій. Існують ще й комбіновані аналітико-

синтетичні та комплексно – синтетичні зображення. Всі фотокарти, космофотокарти, космофотогеологічні та інші геозображення, поєднують фотографічне зображення місцевості зі знаковими позначеннями окремих її елементів, можна розглядати як комплексні або комплексно-синтетичні моделі.

- Фотокарти



- Ортофотокарти



- Космокарти

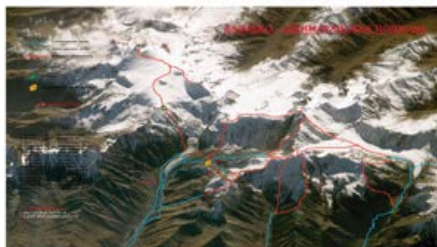


Рис. 12.3. Комбіновані геозображення

Поява все нових і нових видів і типів геозображень, їх майже безмежне розмаїття дозволяє в кожному конкретному випадку вибирати оптимальні поєднання так, щоб властивості різних просторово-часових моделей доповнювали один одного. Множинність геозображень забезпечує всебічне вивчення складних багатовимірних геосистем, виявлення їх структури ієрархії та динаміки.

12.2. Геоіконіка в системі наукових дисциплін

Безліч видів графічних просторово-часових моделей, різноманіття методів роботи з ними і сфер застосування вимагають формування єдиної теорії геозображень. Існує ряд факторів, що визначають доцільність створення такої теорії:

- 1) спільність досліджуваних (відображуваних) об'єктів – географічних, геологічних, океанологічних, планетологічних та ін;
- 2) зростаюча кількість і різноманітність геозображень різних класів і видів;
- 3) наявність загальних модельних властивостей;
- 4) схожість сприйняття, читання і розпізнавання людиною;
- 5) єдність науково – технічних прийомів аналізу, розпізнавання і перетворення;
- 6) необхідність комплексного використання і взаємної взаємодії геозображень при вирішенні наукових та практичних завдань.

Галуззю науки, яка займається загальними проблемами геозображень, стала геоіконіка. Початок її формування відноситься до середини 80-х років ХХ ст. *Геоіконіка* (від грец. «гео» + «зображення») – синтетична галузь знання, представлена область вивчення якої включає загальну теорію геозображень, методи їх аналізу, перетворення і використання в науці і практиці. Вона є частиною іконіки – науки про зображення, їх загальні властивості, методи отримання, обробки та відтворення.

Геоіконіка пов'язує картографію, аерокосмічне зондування та геоінформатику – три дисципліни, кожна з яких має справу з геозображенням певного типу: картами, знімками, електронними моделями (рис. 12.4). Вона скріплює, з'єднує ці дисципліни, зосереджуючи увагу на вивченні загальних властивостей геозображення. При

цьому геоіконіка вбирає в себе елементи теорії розпізнавання образів, спирається на досягнення машинної графіки, психології сприйняття і знаходиться в тісному контакті з науками про Землю, суміжними з ними соціально-економічними науками.

У своєму сучасному розвитку геоіконіка в найбільшій мірі опирається на теорію географічної картографії, тобто на ту дисципліну, яка найбільше просунулася в теоретичному осмисленні геообразень, їх властивостей, законів формування, а головне, в практиці їх створення і використання.

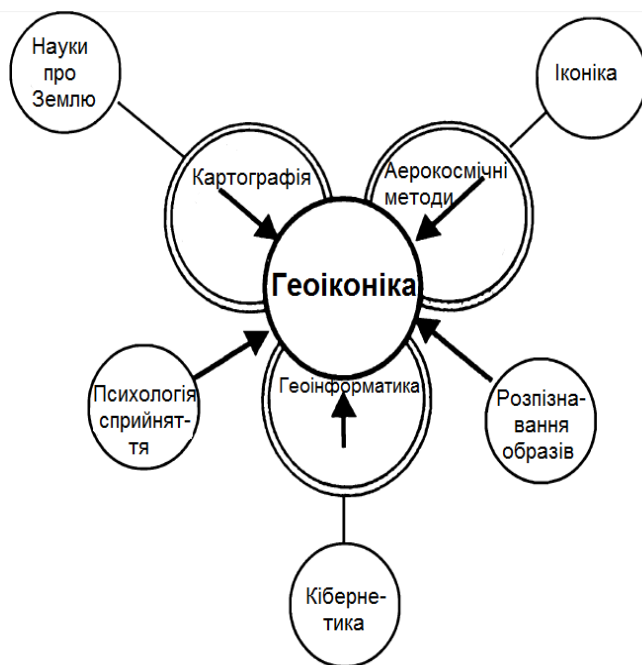


Рис. 12.4. Геоіконіка в системі наукових дисциплін

Умовно систему геообразень можна подати у вигляді “Квадрата геообразень” (Рис. 12.5.), який був розроблений О. М. Берлянтом у 1996 р. Ця діаграма ілюструє взаємозв'язки і закономірності зміни властивостей у системі геообразень.

У кутках квадрата поміщаються умовно-знакові плоскі статичні моделі (карти – К), плоскі статичні зображення, отримані шляхом знімання (знімки – З), об'ємні статичні моделі (блок-діаграми і рельєфні карти – Б) і динамічні моделі (фільми – Ф). Проміжки між ними займають перехідні геообразення.

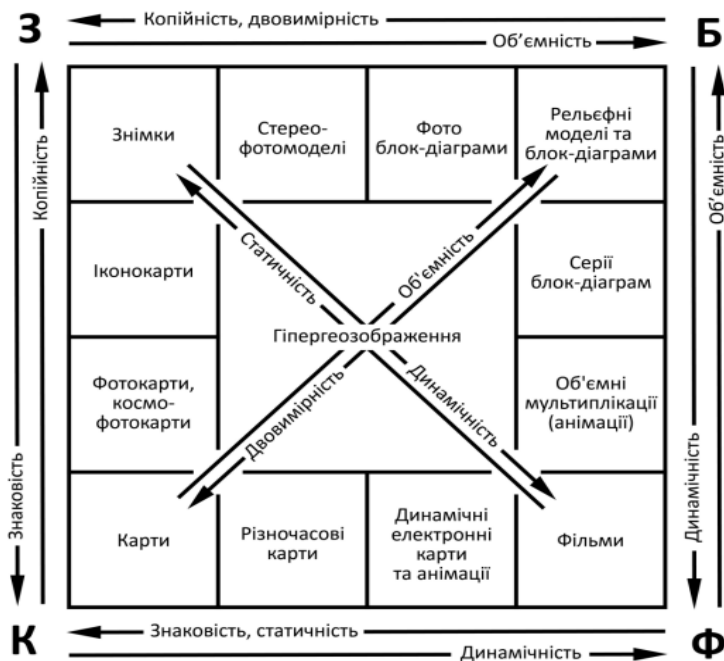


Рис. 12.5. Схематичне подання системи геообразень

Геоіконіка включає до кола своїх інтересів теоретичні проблеми системного вивчення просторово – часових моделей, оцінку їх інформативність, взаємну сумісність, загальні принципи генералізації, закони сприйняття тощо. Багато уваги приділяється методикам обробки і розпізнавання геозображень, прийомам кількісного аналізу, технологіям цифрування, перетворення, підвищення якості, збереження і відтворення їх. У прикладному плані геоіконіка розвиває методи інтерпретації та застосування геозображень у географії, геології та геофізиці, екології та соціально – економічних науках.

Цілі і завдання геоіконіки такі, що вона виступає як надсистема, що охоплює картографію, аерокосмічне зондування та геоінформатику. Але діалектика розвитку та опора на географічну картографію поступово ведуть до того, що геоіконіка стає частиною оновленої та інтегрованої системи картографічних дисциплін.

12.3. Масштаби простору

Масштаб геозображення є функцією його призначення, технічних засобів знімання, забезпеченості фактичним матеріалом. Одночасно сам він визначає найбільш суттєві властивості геозображення: від масштабу залежать просторове охоплення і обсяг змісту геозображення, його роздільна здатність, детальність та геометрична точність. Масштаб задає рівень узагальнення і абстрагування відображеної інформації, ступінь її інтеграції і генералізації, визначає інформативність геозображення, яка в кінцевому підсумку диктує вибір напрямку використання і встановлює межі застосування карт, знімків, анімацій тощо.

З масштабом і ступенем абстрагування безпосередньо пов'язані і евристичні якості геозображень як засобу пізнання навколишнього світу. Дрібномасштабні геозображення,

подібно до телескопа, відкривають погляду дослідника великі простори і планетарні закономірності. При цьому, зокрема, не видимі, а деталі узагальнені і згладжені.

Зовсім інша картина спостерігається на великомасштабних геозображеннях. Вони немов мікроскоп, показують лише малу частину простору, але проте з великою детальністю, безліччю деталей і мікроформ. За картами та знімками великого масштабу простежують локальні закономірності.

Класифікуючи будь-які геозображення за масштабами, найчастіше називають три групи: крупно-, середньо- і дрібномасштабні, проте характерно що градації, прийняті для основних видів геозображень: карт, аеро- і космічних знімків, не однакові.

В Україні використовується наступна класифікація топографічних і тематичних карт: великомасштабні – 1:100 000 і більше, середньомасштабні – від 1:200 000 до 1:1 000 000 і дрібномасштабні – дрібніше 1:1 000 000.

Масштабні класифікації мають пряме відношення до просторового охопленням. Це особливо добре видно на прикладі карт інших планет. Масштаб, який для великої планети являється великим, для іншої, меншої за розмірами, виявиться дрібним, бо «у кожної планети свій метр». На Землі метр дорівнює одній десятимільйонній частині 1/4 довжини меридіана, а значить, відношення «метрів» різних планів дорівнює співвідношенню їх розмірів. Якщо екваторіальний радіус Землі прийняти за 1, то радіус Меркурія складе 0,38; Венери – 0,97; Марса – 0,53; Місяця – 0,27. Звідси неважко підрахувати, що земний карті масштабу 1:1 000 000 відповідає (округлено) карта Меркурія масштабу 1:400 000, Венери – 1:1 000 000, Марса – 1:500000, Місяця – близько 1:250000.

Ці співвідношення корисно мати на увазі при порівнянні форм рельєфу планет (наприклад, кратерів) і взагалі за будь-яких порівняльно-планетологічних дослідженнях.

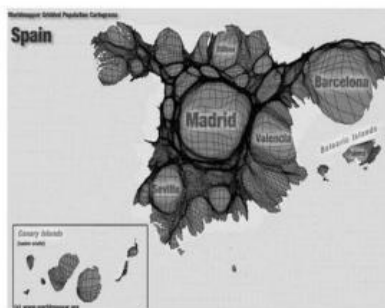
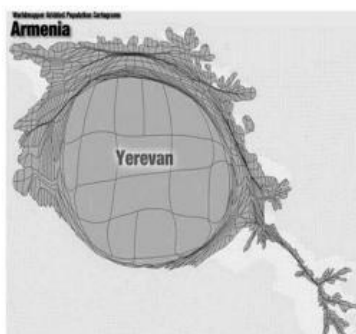
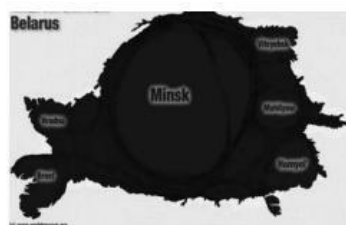
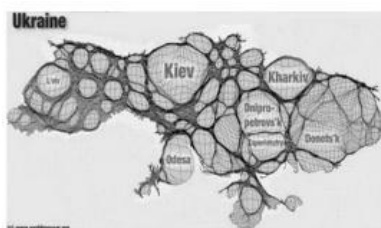
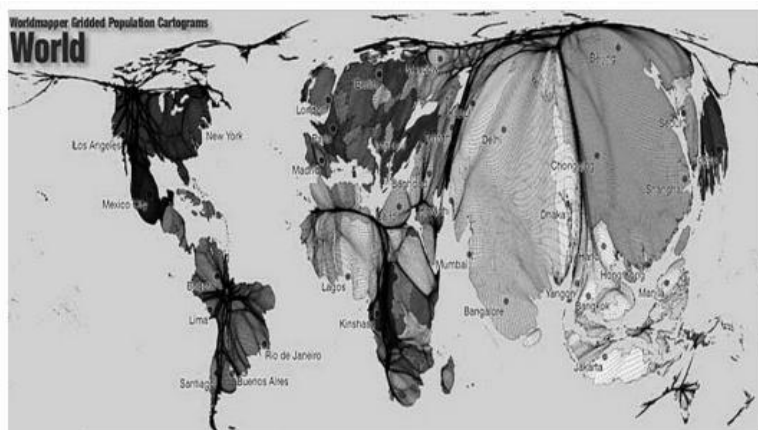


Рис. 12.6. Карті анаморфоз країн світу, створені на основі чисельності населення країн в різних масштабах

Що стосується аерофотознімків, то їхні масштабні класифікації найбільше за все пов'язані з висотою фотографування: при рівних умовах масштаб знімка буде тим дрібніше, чим вище піднятий аерофотоапарат. Знімання з гелікоптерів виконуються в основному у великих та іноді в середніх масштабах, із літаків – у середніх і дрібних масштабах, а з висотних літаків отримують дрібномасштабні і наддрібномасштабні аерофотознімки. Приймаючи триступеневий поділ, виділяють аерознімки: великомасштабної – 1:5 000 і крупніше, середньомасштабні – від 1:5 000 до 1:100 000 і дрібномасштабні – дрібніше 1:100 000.

Масштаб космічних знімків також тісно пов'язаний з висотою знімання. Так, автоматичні міжпланетні станції, пролітають на відстані в десятки тисяч кілометрів від Землі, дають досить дрібномасштабні зображення видимої її частини – півкулі. Метеосупутники і пілотовані космічні станції, які облітають Землю на орбітах заввишки в декілька тисяч кілометрів, забезпечують одержання в основному середньомасштабних знімків, що охоплюють окремі континенти, океани і крупні їх частини. А з орбіт заввишки в декілька сотень кілометрів із застосуванням довгофокусних об'єктивів отримують вельми детальні великомасштабні зображення, що покривають території площею близько 100 тис. км². Триступенева класифікація для космічних знімків виглядає так: великомасштабні знімки – більше 1: 1 000 000, середньомасштабні – від 1: 1 000 000 до 1:10 000 000, дрібномасштабні – від 1: 10 000 000 до 1: 100 000 000 (табл.12.2).

Таблиця 12.2

Масштабні класифікації геозображень

Геозображення	Великомасштабні	Середньомасштабні	Дрібномасштабні
Аерофото знімки	Крупніше 1 : 5 000	1 : 5 000 – 1 : 100 000	Дрібні 1 : 100 000
Карти	1 : 100 000 і більше	1 : 200 000 – 1 : 1 000 000	Менше 1 : 1 000 000
Космічні знімки	Крупніше 1 : 1 000 000	1 : 1000 000 1 : 10 000 000	Менше 1 : 10 000 000

Наведені масштабні ряди для трьох основних видів геозображень демонструють важливий, хоча, втім, досить точно очевидний факт: карти за своєю детальністю займають проміжне положення між аеро- і космічними знімками.

Практика застосування геозображень у науках про Землю свідчить про те, що кожному просторовому рівню дослідження відповідає певний оптимальний діапазон масштабів карт і знімків. Наприклад, дрібномасштабні геозображення зручні для простежування природної зональності, вивчення великих гірських систем і планетарних тектонічних структур. Середньомасштабні карти і знімки придатні для районування регіонів, аналізу глобальних елементів і кільцевих структур, а за великомасштабними картами і аерофотознімками зручно вивчати будову ландшафтів, мікрорельєф і мікроклімат території, окремі геологічні структури тощо.

Співвідношення масштабів, охоплення простору та рівня дослідження для основних геозображень проведено у табл. 12.3.

Таблиця 12.3

**Масштаби карт, аеро – і космічних знімків
основні просторові рівні дослідження**

Рівень дослідження	Покриття простору км ²	Діапазони масштабів для		
		карт	косміч-них знімків	аерофото-знімків
Глобальний	10 ⁸	1:60 000 000- 1:10 000 000	1:100 000000 1:20 000 000	-
Континентальний /океанічний	10 ⁷	1:15 000 000 1:1 000 000	1:50 000 000 1:5 000 000	-
Регіональний	10 ⁵ – 10 ⁷	1:2 500 000 1:200 000	1:10 000 000 1:1 000 000	1:100 000 1:20 000
Субрегіональний	10 ³ – 10 ⁴	1:500 000 1:50 000	1:2 000 000 і крупні-ше	1:50 000 1: 5000
Локальний	10 ²	1:100 000 1:5000	-	1:10 000 1:10 000
Фаціальний	10 – 10 ⁻²	1:1000 і крупні-ше	-	1:5 000 і більше

На локальному рівні дослідження космічні знімки застосовують нечасто, а на фаціальному – практично не використовують. Навпаки, аерофотознімки не застосовують на глобальному рівні і вкрай рідко – на континентальному (океанічному) рівні.

Звичайно, вибір гео зображень того чи іншого масштабу багато в чому визначається їх якістю (колір, роздільна здатність, спектральний діапазон) і характером вирішуваних завдань. Відомо, що аерознімки залучаються тоді, коли ставиться завдання підвищити детальність досліджень, виявити подробиці, відсутні на картах і космічних знімках. Тому при дослідженні завжди намагаються взяти знімки більшого масштабу, ніж карти. На фаціальному рівні діапазони масштабів аерознімків і

детальних карт зближуються, а далі вони все більше розходяться. На субрегіональному і регіональному рівнях відмінності масштабів вельми відчутні.

12.4. Тимчасові діапазони геозображень

При використанні різночасових геозображень важливо знати їхні часові діапазони, тобто відтинки часу, які можна відображати, вивчати, моделювати з їх допомогою. У цьому відношенні практично необмежені можливості різночасових карт – звичайних і електронних та комп'ютерних анімацій. Вони здатні передати динаміку та еволюцію явищ за будь-який мислимий відрізок часу: від годин (наприклад, на синоптичних картах) до геологічних епох (на картах палеогеографічних). Карти-реконструкції і карти-прогнози дозволяють відобразити ближню і дальню ретроспективу і заглянути в віддалене майбутнє.

Якщо ж говорити не про карти – реконструкції, а про складені на документальних картографічних матеріалах, то останні з достатньою точністю фіксують минулі стани природи, населення і господарств, то часовий діапазон для них звужується до двох-трьох століть.

Фонд аерокосмічних знімків характеризується істотно іншим діапазоном часу. Різночасові аерознімки дозволяють вивчати динаміку явищ в інтервалі від декількох годин до декількох десятиліть. Планомірні аерофотознімання почалися в середині 20-х років XX століття, але більшість районів Землі було покрито нею багато пізніше. Що стосується космічних знімків, то, як відомо, перші пробні знімання були виконані в 60-х роках, а активне впровадження дистанційного зондування припало на 70-80-ті роки минулого сторіччя. Сьогодні різночасові космічні

знімання дозволяють простежити еволюцію приблизно за три десятиліття. При цьому нагадаємо, що повторність сучасних орбітальних космічних зніманих для ресурсних супутників типу «Ландсат», СПОТ, «Метеор-Фрагмент» становлять близько доби, для метеосупутників – кілька годин. Тимчасові діапазони для основних видів геозображень мають певний порядок (див. табл. 12.4).

Таблиця 12.4

Діапазони використання різночасових геозображень

Геозображення	Тимчасові діапазони
Карти, електронні карти	Години – 200 – 350 років
Палеогеографічні і прогнозні карти (звичайні та електронні), комп'ютерні моделі, анімації тощо)	Будь-який часовий відрізок від годин до мільйонів років
Аерофотознімки, фотокарти і похідні від них геозображення	Години – 70-80 років
Космічні знімки, космофотокарти і похідні геозображення	Дні – 30-40 років

Для динамічних геозображень виправдано введення поняття *масштабу часу* або, точніше, тимчасового масштабу. Тоді, наприклад, 1:86 000 буде означати, що одна секунда (1 с) демонстрації фільму відповідає (округлено) 1 добі; 1:600 000 – приблизно 1 тижню; 1:2 500 000 – 1 місяцю; 1:31 500 000 – 1 року. Таким чином, з'являється можливість розрізняти повільні-, середні- та швидко-масштабні геозображення.

Важливо мати на увазі, що різні явища мають різні характерні інтервали простору-часу, в рамках яких виявляються особливості їх структури та динаміки.

Наприклад, для глобальних тектонічних процесів – це тисячі км² простору і тисячоліття, для сучасних геоморфологічних явищ – сотні км²/століття, для гідрологічних об'єктів – десятки км²/роки, для метеорологічних і погодних явищ – сотні км²/дні.

Наявність характерних просторово – часових співвідношень для різних об'єктів, явищ і процесів враховують при використанні різночасових геозображень, зніманнях, картографуванні і моніторингу. Проведення наукових і практичних пошуків вимагає вибору оптимальних просторово-часових рівнів (діапазонів) геозображень, тобто тих інтервалів, у межах яких можливі зміни проявляються найкращим чином.

12.5. Генералізація геозображень

Генералізація – невід'ємна властивість усіх геозображень. Теорія і методи картографічної генералізації розробляється давно, докладно досліджені її принципи, точність, суб'єктивні чинники та формальні критерії. Генералізація аерокосмічних геозображень вивчена гірше, і пов'язано це з тим, що вона довго не визнавалася «справжньою» (у порівнянні з картографічною) через її механічний, нетворчий характер. Те, що генералізація на знімках виникає ніби сама собою, призвело ще й до того, що в аерофототопографії, а згодом і в космічному зондуванні науковому осмисленню генералізації приділялося мало уваги.

Проблеми теоретичного обґрунтування генералізації виникли у зв'язку з впровадженням автоматизації. Саме цей процес виявився каменем спотикання через труднощі алгоритмізації неформальних сторін генералізації. Нові проблеми виникли з появою динамічних геозображень. Генералізація набула ще одного виміру – тимчасовості.

Виокремлюють наступні види генералізації зображень: картографічну, дистанційну, динамічну та автоматичну (див. табл. 12.5.).

Розгляд геозображень з позицій геоіконіки показує, що картографічна генералізація – не єдиний «законний» вигляд генералізації, вона існує і в інших видах і варіантах.

Нагадаємо, що *картографічна генералізація* – це відбір, узагальнення, виділення головних, типових рис зображуваних на карті об'єктів відповідно до призначення, масштабом, змісту карти і особливостям картографуванню території. Завдяки генералізації карта не є простою копією об'єкта. Вона «пропускається» через голову і руки картографа і несе в собі відбиток його уявлень про об'єкт, знань, наукового досвіду. Оперуючи філософськими категоріями, можна сказати, що генералізована карта – це суб'єктивний образ, об'єктивна дійсність.

Таблиця 12.5

Генералізація геозображень

Види генералізацій	Картографічна	Дистанційна	Динамічна	Автоматична
Картографічна	Кarti, плани			
Дистанційна	Фотокарти, космо-фотокарти	Аеро- і космічні знімки		
Динамічна	Картографічні фільми	Серії багато часових знімків	Кіно-фільми та анімації	
Автоматична	Віртуальні карти	Синтезовані і перетворення знімки	Картографо-етичні фільми і анімації	Електронні карти

Дистанційна генералізація – це геометричне і спектральне узагальнення зображення на знімках (аеро-, космічних, наземних, підводних), що визначається комплексом

технічних чинників (методом знімання, її висотою, спектральним діапазоном, масштабом, роздільною здатністю) і природними особливостями (характером місцевості, атмосферними умовами та ін.)

Генералізацію даного виду називають по різному: оптичною, фотографічною, космічною, механічною. Вона виникає, перш за все, за рахунок збільшення висоти, коли багато об'єктів стають просто невиразними. Інакше кажучи, із зменшенням масштабу зменшується і роздільна здатність знімка, його властивість роздільно відтворювати дрібні деталі місцевості. Крім того, чим вище піднята знімальна апаратура, тим товстіший шар атмосфери, тому земні об'єкти розрізняються менш чітко, обриси їх стають розпливчастими, контрасти слабшають, а деякі контрасти об'єктів зливаються.

При дистанційній генералізації інтегруються (синтезуються) спектральні і геометричні характеристики об'єктів, а зміна детальності зображення призводить до перебудови їх структури. На космічних знімках дрібного масштабу генералізація буває настільки сильна, що стають чітко видимі великі (планетарні) блоки літосфери і біосфери, виявляються межі природних зон і навіть макроеlementи соціально-економічної інфраструктури.

Дистанційна генералізація – механічний процес, хоча певною мірою його можна контролювати, наприклад, змінюючи технічні параметри знімання, підбираючи ті чи інші діапазони, чутливі матеріали і знімальну апаратуру.

Динамічна генералізація – механічне (анімаційне) узагальнене зображення, що дозволяє простежувати головні, найбільш стійкі в часі закономірності, типові довгочасові тенденції розвитку явищ за рахунок зміни швидкості демонстрації фільмів та анімації.

Принцип динамічної генералізації, визначається швидкістю зміни кадрів, простий, але ефект його ще недостатньо вивчений. Суть полягає в тому, що при швидкій демонстрації анімації коротко – періодичні зміни швидко промайнуть на екрані і глядач побачить лише довготривалі зміни, а при повільній демонстрації, навпаки, динамічні процеси можна роздивитися в усіх подробицях. Таким чином, динамічна генералізація додає до картографічної та дистанційної ще один аспект – тимчасовість, дуже корисну для вивчення структури і динаміки географічного простору.

Нарешті, як особливий вид виділяється *автоматична (логіко-математична), або «машинна» генералізація*, яка проявляється в формалізованому відборі, згладжуванні й фільтрації зображення відповідно до заданих формальних критеріїв.

Згладжування спрощує обриси звивистих контурів, ізоліній і розчленованих поверхонь. Залежно від прийнятих параметрів (згладжуючих функцій, кроку або вікна осереднення) можна отримати лінії і поверхні різної гладкості. Для тих же цілей застосовують апроксимуючі функції, за допомогою яких отримують поверхні тренду, по суті це те ж згладжування. Аналогічний сенс мають і процедури фільтрації, коли вихідне зображення як би пропускається через сито з комірками (вікнами) різної крупності, створюючи ефект генералізації. Процес автоматичної генералізації добре піддається управлінню, але до нього проблемно вводити неформальні оцінки, змістовні ціннісні параметри.

Отже, всі геозображення мають ту чи іншу генералізацію, хоча вона проявляється в різних видах і варіантах. Плани, карти і похідні від них геозображення будь-якого масштабу підлягають картографічній

генералізації, знімки – дистанційній, анімації – динамічній, а комп'ютерно оброблені або перетворені геозображення – автоматичній генералізації. Комбіновані геозображення, поєднують у собі різні види генералізації. Зокрема, фотокарти володіють і картографічною, і дистанційною генералізаціями, а перетворені космічні знімки – автоматичною та дистанційною.

Особливим комбінованим видом є *інтерактивна генералізація*, що поєднує змістовні принципи картографічної генералізації формальні логіко-математичні прийоми.

Отже, генералізація геозображень у різних її проявах стосується геометричної форми об'єктів, їх якісних і кількісних особливостей, спектральних характеристик, динамічних аспектів. Розуміння загальних закономірностей цього процесу наближає до роз'язання проблеми управління генералізацією геозображень, надзвичайно актуальною з точки зору їх використання в наукових дослідженнях.

Відмінності між видами генералізації очевидні. Якщо виділити головний момент у кожному з видів, то для картографічної генералізації – це відбір, для дистанційного – узагальнення, для динамічної – стиснення в часі, для автоматичної – згладжування. Найбільшою гнучкістю і керованістю відрізняється картографічна генералізація, а найменшою – дистанційна. Слід мати на увазі дві загальні властивості генералізації:

- 1) генералізація будь-яких геозображень веде не тільки до стиснення і втрати даних, але й сприяє появі якісно нової інформації і закономірностей;
- 2) послідовне підвищення рівня генералізації забезпечує прояв на геозображеннях рис найбільших геосистем.

Наслідком цього є важливі закономірності. Вивчення різномасштабних геозображень однієї і тієї ж території є засобом дослідження геосистем різного порядку та виявлення

їх просторової ієрархії. У міру посилення генералізації на геозображеннях дедалі виразнішими стають провідні закономірності просторового та часового розподілу явищ, виявляються головні, найбільш сильні та сталого розвитку в часі зв'язки та властивості. Генералізація за своєю суттю сприяє зняттю дрібних флуктуацій, звільненню зображень від випадкових помилок та дефектів, внаслідок чого головні властивості постають як би в очищеному вигляді.

12.6. Геоіконометрія

Сучасні дослідники в галузі наук про Землю і суміжних з ними соціально-економічними науками основну частину часу проводять не в полі, а в камеральних умовах за персональним комп'ютером, аналізуючи аеро- і космічні знімки, карти, профілі, розрізи, інші графічні документи і витягуючи з них потрібну інформацію. Звідси стає зрозумілою актуальність розвитку методів і засобів вимірювання за геозображенням.

У картографії, дистанційному зондуванні, фотограмметрії і в голографії існує комплекс метричних дисциплін, які забезпечують виконання вимірювань. У геоіконіці поступово формується *геоіконометрія* – система дисциплін, вивчаюча теорію, методи і засоби вимірювань за геозображеннями. У неї входять дисципліни, що мають тривалу, багатовікову, історію і добре розвинений апарат вимірювань, методики, що сформувалися порівняно недавно, а також ті, що знаходяться в стадії зародження.

Відповідно до метрики самих геозображень виділяють три гілки метричних дисциплін:

- ❖ геопланіметрія – вимірювання за плоскими 2-вимірними геозображеннями;
- ❖ геостереометрія – вимірювання за об'ємним 3-вимірним геозображенням;

- ❖ геохронометрія, чи динамічна геоіконометрія – вимір за динамічними 3- і 4-вимірними геоображеннями (Рис 12.6.).

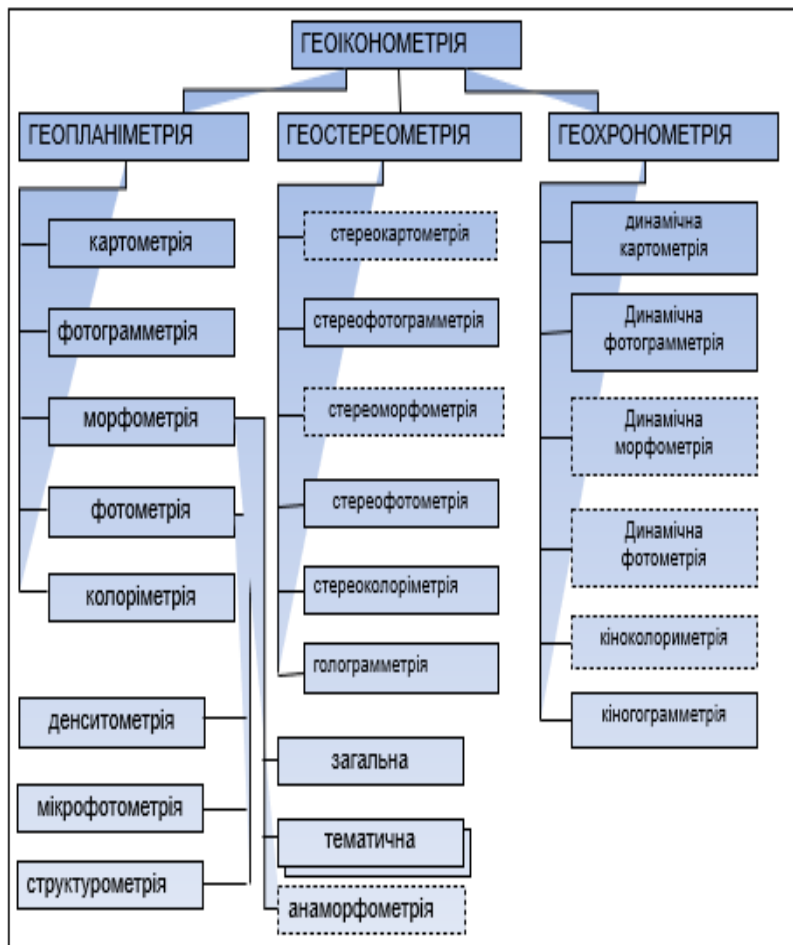


Рис. 12.6. Система геоіконометрії
(Рамка пунктиром тільки зароджуються напрямки геоіконометрії)

Геопланіметрія – найбільш розвинена галузь геоіконометрії, включає картометрію, фотограмметрію, морфометрію (яка в широкому розумінні охоплює вимірювання форм об'єктів на картах і знімках), а також фотометрію та колориметрію, займаючись відповідно вимірами оптичного випромінювання об'єктів і їх колірними характеристиками.

Друга гілка – *геостереометрія* – включає ті ж вимірювальні дисципліни, але в додатку до об'ємним геозображень: стерео моделей, анагліфів, блок – діаграм, метакронних діаграм і голограм. Добре розвинені *стереофотограмметрія* і *стереофотометрія*, тобто вимірювання геометричних характеристик та параметрів випромінювання об'єктів по стереопарам фотознімків на основі стереоскопічного ефекту. Значно розвинута і *голограмметрія* – вимірювання за голограмами, але в геоіконіці вона поки залишається на рівні експериментів. Поява стерео – картографічних і віртуальних геозображень поступово веде до розвитку відповідних метричних дисциплін – *стереокартометрії* і *стереоморфометрії*.

У *геохронометрію*, третю гілку геоіконометрії, входять динамічна картометрія і динамічна фотограмметрія, тобто виміри просторових і часових параметрів за динамічним картами, різночасових знімків, картографічним анімаціях та інших динамічних геозображеннях. З розширенням сфери практичного використання динамічних геозображень отримують розвиток і такі дисципліни, як динамічна морфометрія, динамічна фотометрія, кіноколориметрія.

Розглянута класифікація систематизує і впорядковує вже відомі дисципліни геоіконометрії і одночасно виконує програмуючу функцію, показуючи можливі точки зростання нових метричних дисциплін.

Ніколи раніше вчені і практики, що працюють в галузі наук про Землю та суспільстві, не мали справи з такою великою кількістю карт самого різного призначення і тематики, а крім того, аеро- і космічних знімків, тривимірних моделей, електронних карт, анімацій та інших екранних зображень. Прогрес геоінформаційного картографування, дистанційного зондування і засобів телекомунікації привів до того, що карти традиційного типу перестали бути єдиним і неподільним засобом пізнання навколишнього світу.

Знімання в будь-яких масштабах і діапазонах, з різним просторовим охопленням ведуться на землі і під землею, на поверхні океанів і під водою, з повітря і з космосу.

Усю безліч карт, знімків та інших подібних моделей можна позначити загальним терміном – «геозображення», під яким розуміють будь-яку просторово-тимчасову, масштабну, генералізовану модель земних (планетних) об'єктів або процесів, представлену в графічно образній формі. В цьому формулюванні відзначені головні властивості, притаманні всім геозображенням (масштаб, генералізація, наявність графічних образів), і вказана їх специфіка – це зображення Землі і планет.

Запитання та завдання

1. Зазначте основні види геозображень та коротко охарактеризуйте їх.
2. Розкрийте зміст терміну «геоіконіка». Охарактеризуйте зв'язки геоіконіки з науковими дисциплінами.
3. Що таке тимчасові діапазони зображень?
4. У чому полягають відміни між картографічною, дистанційною та динамічною генералізаціями?
5. Опишіть сучасно систему геоіконометрії.

ТЕМА 13. АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА ГЕОГРАФІЧНИХ КАРТ І АТЛАСІВ

13.1. Методика аналізу і оцінки карт.

13.2. Аналіз математичної основи та геометричної точності карт.

13.3. Оцінка повноти змісту та обсягу інформації на картах.

13.4. Аналіз актуальності, відповідності дійсності та якості оформлення карт.

13.5. Оцінка наукової та ідеологічної цінності карт.

13.6. Географічні атласи: аналіз та оцінка.

13. 1. Методика аналізу і оцінки карт

Аналіз карт полягає в різнобічному дослідженні елементів і властивостей географічних карт для з'ясування їх особливостей і якостей; оцінка встановлює ступінь придатності карти для використання з конкретною метою.

Якість карти визначають за: її змістом (повнотою і відповідністю дійсності), масштабом та іншими елементами математичної основи, точністю, актуальністю та оформленням і звичайно, науковою обґрунтованістю й ідейною спрямованістю карти.

Аналіз і оцінка карт необхідні: картографам під час проектування і створення нових картографічних розробок; географам та іншим фахівцям під час використання карт як засобу дослідження; користувачам при виконанні за допомогою карт конкретних практичних завдань.

Звернемося спочатку до процесів виготовлення нової карти. Збір, аналіз і оцінка джерел – це одна з відповідальних стадій будь-якої картоскладальної роботи. Повнота, точність і актуальність вихідних даних багато в чому визначають переваги майбутньої карти, а зручність

їхнього використання впливає на кошторис складання карт. Важливо не тільки підібрати джерела, але також проаналізувати їх, зіставити, оцінити й у кінцевому підсумку вибрати з-поміж них найкращі.

Аналіз і оцінка карт необхідні також під час розробки програми карти, зокрема під час визначення змісту карти, ступеня генералізації і способів зображення. У цьому випадку для вивчення залучають карти тієї ж тематики чи того ж типу і складають заново. Уникнути вад наявних карт і врахувати їхні позитивні сторони – мета такого вивчення. До аналізу джерел доводиться звертатися й у процесі безпосереднього складання карти, наприклад під час вирішення питань про зв'язок і узгодження різних джерел між собою. Аналізу й оцінці піддається також закінчений оригінал карти, щоб перевірити, наскільки вона відповідає своєму цільовому призначенню і як здійснені в ній програмні установки.

Щодо опублікованих карт їх аналіз та оцінка обов'язкові: під час складання рецензій, тобто відгуків, що вказують на наукову та ідейну завершеність карти і її практичне значення; під час рекомендацій та виборі карт, що використовують для виконання конкретних наукових чи практичних завдань (наприклад, для картометричних робіт) тощо.

Отже, аналіз карти може мати різні цілі. Саме з огляду на мету дослідження встановлюють ті елементи й особливості карти, що вимагають найбільшої уваги, і намічають критерії для оцінки переваг твору. Найбільш різнобічний аналіз, що встановлює відповідність карти її цільовому призначенню і виявляє придатність карти для визначеного кола споживачів і реалізації встановлених завдань: наукових, технічних, навчальних і подібних. У цьому випадку досліджують усі згадані вище елементи і властивості карти, враховуючи, що їхнє значення на різних картах неоднакове. Наприклад, геометрична точність –

один з найважливіших показників якості топографічних карт, що широко використовують для вимірів, втрачає своє значення на демонстраційних картах-плакатах.

Слід зазначити, що залежно від цілей аналізу та сама карта може мати різні оцінки. Наприклад, висновки, зроблені під час аналізу карти як джерела для складання іншої конкретної карти, можуть відрізнятися від тих, які зробили під час оцінки карти за її першочерговим цільовим призначенням. Так, точність конкретної топографічної карти масштабу 1 : 100 000, яка не відповідає встановленим для цього масштабу нормам, може виявитися цілком придатною для складання карти в масштабі 1 : 1000000 і може бути використана в якості джерела.

Розглянемо особливості аналізу, критерії оцінки окремих елементів і властивості географічних карт переважно загально-географічної тематики. Ці елементи і властивості мають між собою тісний зв'язок; їхній відособлений аналіз має головним чином методичний зміст і практичне значення. Спочатку досліджують окремі властивості карти, не втрачаючи їхніх зв'язків, а вже потім розробляють кінцеві висновки, підбиваючи загальний підсумок (Рис. 13.1).

Оцінка карти ґрунтується на її глибокому вивченні і всебічному аналізі. Для успішної роботи необхідні, по-перше, цілеспрямованість і послідовність дій, по-друге, залучення інших карт до порівняльного аналізу і, нарешті, знання географії та картографії країни.

Відповідь на запитання про те, з якою метою аналізують і оцінюють карту визначає вибір напрямків аналізу і критеріїв оцінки. У першу чергу досліджують відповідність карти її *цільовому призначенню*. На основі цього встановлюють коло споживачів карти, комплекс завдань, для виконання яких вона призначена, і вимоги до карти і значення критеріїв, що впливають звідси.



Рис. 13.1. Критерії аналізу та оцінки карт

Про призначення карти можна дізнатися з її програми або інструкції з виготовлення, якщо ці документи доступні. Іноді призначення вказують на самій карті, наприклад «карта для початкової школи», «туристична карта» тощо. Однак у багатьох випадках призначення доводиться встановлювати на основі змісту карти і непрямих ознак.

Аналіз карти після загального ознайомлення з нею починають з математичних елементів: проекції, масштабу і компонування. Відомості про їхній вплив, а особливо вплив масштабу, на зміст, повноту, детальність і точність карти, а також на способи зображення не можна втрачати в процесі дальшого дослідження карти.

Після математичної основи докладно вивчають легенду карти. Читаючи легенду, треба вдумуватися в самі формулювання, опрацьовувати її так, як, наприклад, юрист чи дипломат читають свої юридичні чи дипломатичні документи. Вивчаючи легенду, необхідно одночасно звіряти позначки на карті із самою картою.

Таке вивчення не тільки готує до читання карти, але

значною мірою розкриває її зміст. Воно дає змогу встановити елементи змісту, оцінити наукову обґрунтованість і логічність класифікацій, доцільність використаних способів зображення та ін., тобто допомагає зробити висновок про низку принципово важливих особливостей карти й оцінити ступінь їхньої відповідності вимогам, які сформульовані для цієї карти.

Становище ускладнюється, коли аркуші багатоаркушної карти (наприклад, топографічної) позбавлені умовних позначень. У таких випадках важливо мати таблицю, що складена окремо або супроводжує інструкцію для складання цієї карти. Інакше доводиться складати таблицю самому. Правильна розшифровка умовних позначень допомагає під час ознайомлення з іншими картами країни і її географічними умовами.

Після вивчення легенди уважно читають саму карту, спочатку за окремими її елементами (гідрографія, рельєф, населені пункти), а потім за елементами тематичного змісту. Перегляд карти за елементами має допоміжний характер – він поглиблює уявлення про зміст карти і полегшує її далі, комплексне читання за окремими ділянками. Під час комплексного читання з'ясовують зв'язки, взаємну погодженість і «частку» всіх елементів карти так само як обсяг і повноту відомостей, що містить карта. На цій стадії також виконують оцінку якості оформлення, що не може ґрунтуватися тільки на загальному враженні від графіки, фарб, паперу та ін. Головна мета оцінки оформлення – з'ясувати, наскільки чітко та виразно розкрито зміст карти.

Цілеспрямоване, уважне та кваліфіковане вивчення самої карти дає змогу сформулювати навіть без залучення інших матеріалів загальне уявлення про її переваги щодо вибору масштабу і проекції, повноти змісту і якості оформлення. Інакше проводять аналіз і оцінку карти за іншими критеріями.

Окремі результати, що можна отримати про геометричну точність (за масштабом і типом карти) (табл.13.1, рис.13.2.), про якість генералізації (за взаємною погодженістю різних елементів змісту), про сучасність (за часом складання і видання карти), недостатні для остаточних висновків. Для цього використовують різні дані. Найпростіше скористатися програмою карти, її формуляром та джерелами, але вони доступні дуже рідко.

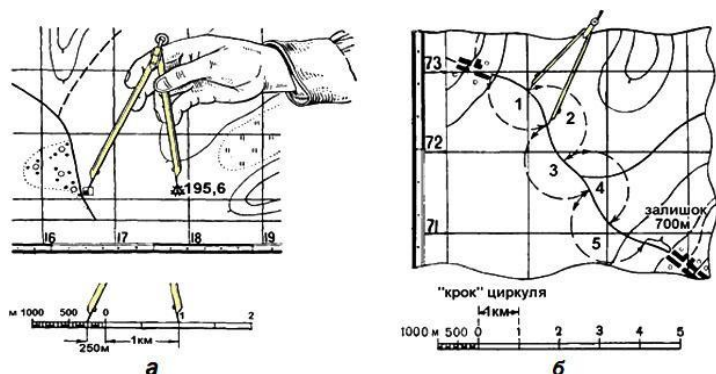


Рис. 13.2. Вимірювання відстаней та довжин на топокартах

Таблиця 13.1
Точність вимірювання відстаней

Масштаб карти	Точність вимірювання відстаней, м	Крайня графічна помилка, м
1:25 000	13 – 25	2,5
1:50 000	25 – 50	5
1:100 000	50 – 100	10
1:200 000	100 – 200	20
1:500 000	250 – 500	50
1:1 000 000	500 – 1 000	100

Тому для аналізу часто вдаються до порівняння досліджуваної карти з іншими. Такими картами можуть бути:

- а) карти тієї ж території і тематики, що використовують переважно для з'ясування точності і ступеня генералізації;
- б) зразкові карти тієї ж тематики та близьких масштабів на інші території, аналогічні з географічного погляду, для аналізу повноти змісту і якості генералізації;
- в) карти іншої тематики для зіставлення за загальними елементами змісту;
- г) новітні картосхеми, особливо для перевірки сучасності.

Заради економії часу порівняльний аналіз проводять вибірково по ділянках за найбільш характерними, що найповнішими допоміжними даними із залученням тих осіб, які краще знайомі з територією.

Наприклад, під час оцінки географічної карти країни доцільно використовувати для аналізу аркуші з характеристикою районів, типових з природного та економічного погляду. Може статися, що зміст і оформлення, вдало розроблені для передачі одних ландшафтів, наприклад рівнин, виявляться малопридатними для інших, гірських.

Під час аналізу карт залучають також текстові джерела, наприклад, адміністративні довідники і матеріали переписів населення, для перевірки на загальногеографічних картах адміністративного значення та чисельності жителів населених пунктів. Текстові дані набувають особливого значення під час оцінки карт, що складають за матеріалами тематичних досліджень: економічного, статистичного та ін.

Аналіз полегшується і стає більш обґрунтованим під час ознайомлення з географією країни, що зображують на карті, та із сутністю явищ, що картографуються. Щоб оцінити якість картографічного відображення дійсності,

треба мати правильне уявлення про неї. Дуже важливо знати географію країни, щоб краще зрозуміти особливості цієї карти і вибрати необхідні карти для порівняння.

На завершальній стадії аналізу варто приділити увагу додатковим даним на полях карти, що пояснюють і доповнюють картографічне зображення, а також допоміжному оснащенню, що полегшує роботу з картою.

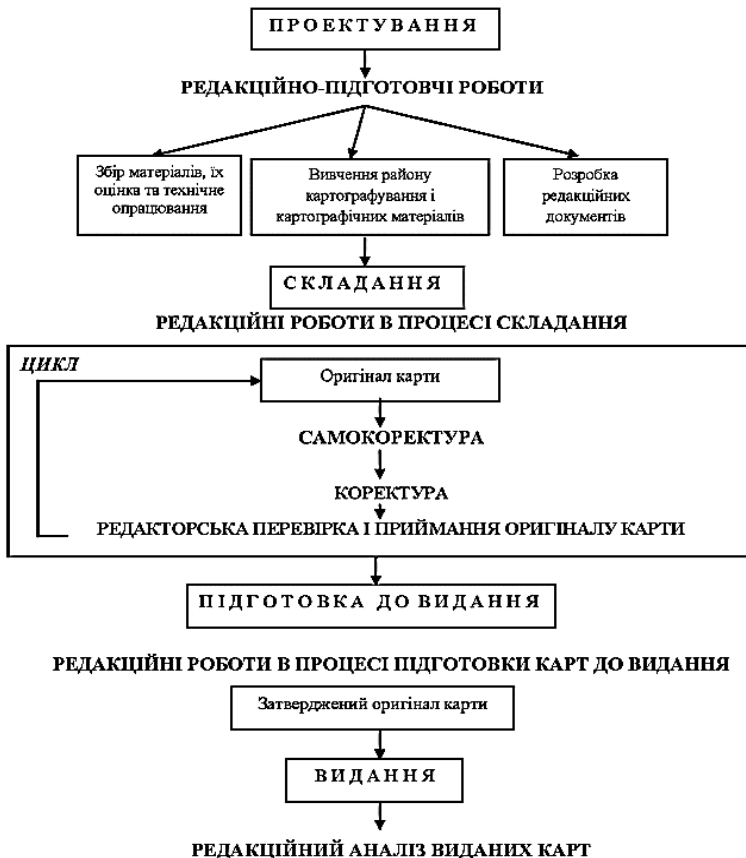


Рис. 13.3. Аналіз карти та підготовка до видання

Уважний аналіз дає змогу зрозуміти суть карти, побачити її справжні переваги та вади, з'ясувати, наскільки вона задовольняє поставлені вимоги. Далі залишається підбити загальний підсумок: дати коротке, недвозначне формулювання кінцевих висновків. Його не слід подавати у вигляді якоїсь алгебраїчної суми позитивних та негативних якостей карт, особливо, якщо є намір усвідомити місце цієї карти в розвитку відповідної галузі картографії.

13.2. Аналіз математичної основи та геометричної точності карт

Під час аналізу математичної основи карти, тобто її масштабу, проекції і координатних сіток, компонування і системи розграфлення (а для топографічних карт також системи координат і геодезичної основи), у багатьох випадках найбільш важливо встановити доцільність прийнятого масштабу. Для цього треба з'ясувати, наскільки цей масштаб задовольняє вимоги, що впливають із призначення карти, стосовно її точності, повноти і докладності змісту, а також величини картографічного зображення.

Звернемося до зв'язку між масштабом і заданою точністю координат і відстаней. Основні положення, що визначають вимоги до топографічних карт (звичайно призначених для точних вимірів), зумовлюють середні квадратичні та граничні похибки розміщення предметів і контурів місцевості. На топографічних картах середні похибки в розміщенні твердих контурів не повинні перевищувати 0,5 мм, а в гірських і пустельних районах – 0,75 мм, при-цьому за граничні похибки беруть подвоєні значення середніх.

Це означає, що середні похибки – m_k і m_d – у координатах окремих точок і відстанях між ними на картах рівнинних територій будуть однакові:

$$m_k = \pm 0,5 N_{\text{мм}} = \pm 0,0005 N_{\text{м}}, \quad (13.1)$$

$$m_d = \pm 0,5 \sqrt{2 N_{\text{мм}}} = \pm 0,7 N_{\text{мм}} = \pm 0,0007 N_{\text{м}}. \quad (13.2)$$

$$\text{Звідси } N = 2000 \quad m_{kM} = 1420 \quad m_{dM}, \quad (13.3)$$

де N – знаменник чисельного масштабу. Формула 13.3 дає змогу визначити найменший масштаб, що забезпечує необхідну точність.

Наприклад, якщо середня похибка в координатах твердих контурів на карті не повинна перевищувати ± 100 м, то $N = 200\,000$. Отже, карта масштабу $1 : 200\,000$ (і більше) задовольняє поставлену умову.

Розглянемо тепер зв'язок між масштабом карти і точністю визначення площ. Відомо, що середня квадратична похибка m_p визначення площі за картою залежить від розміру ділянки P в масштабі карти, причому з його зменшенням відносна похибка $\frac{m_p}{P}$ визначення площі зростає.

Цю залежність показано в табл. 13.2, де наведено похибки визначення площ палетками (для ділянок менше 1 см^2 на карті) і планіметром (двома обведеннями при ціні поділки планіметра $p = 0,1 \text{ см}^2$). Подвоєну середню похибку вважаємо за граничну.

Дані табл. 13.2. свідчать, що під час визначення площі ділянки розміром 10 га, що займає на карті масштабу $1 : 10\,000 - 10 \text{ см}^2$, а на карті масштабу $1 : 100\,000 - 0,1 \text{ см}^2$, гранична відносна похибка для першої карти буде дорівнювати $1 : 83$, а для другої – $1 : 6$. Тобто ця похибка на карті масштабу $1 : 10\,000$ виявиться близькою до 1% , а на карті масштабу $1 : 100\,000$ зросте до 15% .

Таблиця 13.2

Похибки визначення площ

Ділянка на карті, см ²	Похибки			Площа відповідної ділянки на місцевості, га		
	середня квадратична	гранична 2σ см ²	гранична відносна $2\sigma/P$	1:10000	1:25000	1:100000
0,05	0,006	0,012	1:4	0,05	0,312	5
0,10	0,009	0,018	1:6	0,10	0,625	10
0,5	0,020	0,040	1:12	0,50	3,125	50
1	0,028	0,056	1:18	1	6,250	100
2	0,045	0,090	1:22	2	12,500	2 км ² = 200
5	0,052	0,104	1:48	5	31,250	5
10	0,060	0,120	1:83	10	62,500	10
20	0,073	0,146	1:137	20	125,000	20
50	0,100	0,200	1:250	50	312,500	50
100	0,140	0,280	1:357	100	625,000	100

За даними табл. 13.2. легко визначити найменший масштаб, що забезпечує необхідну точність (наприклад, зумовлену граничною відносною похибкою у 2 %) під час виміру площ, що перевищують заздалегідь задану мінімальну межу, наприклад 5 га. Цю вимогу задовольняє карта масштабу 1 : 10 000, тоді як карта масштабу 1 : 100000 дає змогу забезпечити необхідну точність лише для ділянок понад 5 км² на місцевості.

Зауважимо, що на точність визначення площ за картами впливають не тільки похибки вимірів площ палеткою чи планіметром (помилки, зазначені в табл. 13.2), але і власні похибки карт. Таким чином, щоб оцінити,

наскільки масштаб карти відповідає вимогам точності, треба встановити ці вимоги і з'ясувати, як їх задовільняють при заданому масштабі.

Під час аналізу відповідності масштабу карти вимогам повноти досліджують можливість карти вмістити необхідний зміст, зберігаючи його досить добре сприйняття. Для цього треба знати густоту явищ q , що картографуються в натурі, і встановити доцільне навантаження карти n_0 . Для об'єктів, локалізованих за пунктами, зручно виражати щільність об'єктів у натурі їхньою кількістю на 100 км^2 місцевості, а навантаження – кількістю об'єктів на 100 см^2 карти. Але якщо масштаб M іменований і визначена кількість кілометрів у 1 см , 100 см^2 карти відповідають 100 км^2 місцевості:

$$n = M^2 q \quad (17) \quad \text{чи} \quad M = \sqrt{n_0/q} \quad (13.4)$$

Отже, для вичерпного позначення населених пунктів із навантаженням n_0 , що дорівнює, наприклад, 100 (100 пунктів на 1 дм^2 карти) і з густотою q , що дорівнює, наприклад, 16 і 4 поселенням (у середньому на 100 км^2), достатні масштаби в першому випадку $1 : 250\,000$, у другому – $1 : 500\,000$.

Водночас відношення $n = M^2 q$ дає змогу легко визначити n – навантаження, що припадає на 1 дм^2 карти масштабу M , при будь-яких значеннях густоти q . Наприклад, якщо густота 16 і 4 , вичерпний показ пунктів на карті масштабу 10 км в 1 см вимагав би позначити в 1 дм^2 карти відповідно 1600 і 400 пунктів. Тому в зазначеному прикладі якщо навантаження карти обмежене 100 пунктами на 1 дм^2 , можливо зберегти в масштабі $1 : 1\,000\,000$ лише $1/16$ і $1/4$ від загальної кількості пунктів.

Під час аналізу повноти карти, щодо лінійних об'єктів можна застосовувати також порівняння загальної (сумарної) довжини цих об'єктів на карті і їхньої загальної довжини в натурі (з урахуванням масштабу карти).

Оскільки, прямі й повні розрахунки величин, потрібних для аналізу, вимагають тривалого часу, тому варто застосовувати вибіркові розрахунки, використовуючи спрощені прийоми.

Способи виконання вибірових розрахунків, що забезпечують бажану точність, розглядають у математичній статистиці, а спрощені виміри – у картометрії. Наприклад, показують, що загальна довжина дорожньої мережі сума L , см у межах якої-небудь ділянки карти, наприклад, у дециметровому квадраті, може бути приблизно визначена за формулою:

$$\Sigma_l = \frac{1}{2}L(\sqrt{n} - 1) \quad (13.5)$$

де L см – довжина зовнішнього контуру (у цьому разі 40 см), а n – кількість замкнутих ланок (контурів) дорожньої мережі в межах цієї ділянки. Таким чином, усі виміри обмежені підрахунком кількості ланок.

Для наближеного визначення сумарної довжини L ліній гідрографічної мережі зручно використовувати прозору палетку з рівнобіжними прямими, проведеними з постійним інтервалом k (3-5 мм); після накладення палетки на карту підраховують кількість усіх перетинів її ліній з лініями гідрографічної мережі. Тоді:

$$\Sigma_l = 1,57 nks. \quad (13.6)$$

Такий підрахунок варто виконувати двічі при двох перпендикулярних положеннях палетки.

Відповідь на запитання, наскільки масштаб карти забезпечує необхідну величину зображення визначених об'єктів, легко знайти, коли відомі вимоги, що впливають із призначення карти й особливостей її використання. Наприклад, необхідно виділити на топографічній карті сільськогосподарські угіддя з мінімальною площею 1 га. Нехай далі встановлено, що прийняті умовні позначки забезпечують достатню чіткість зображення, коли розмір

мінімальної ділянки на карті не менше 16 мм² (4 x 4 мм). Звідси випливає, що 4 мм на карті повинні дорівнювати 100 м на місцевості, тобто поставлені вимоги задовольняє масштаб 1 : 25 000.

У загальному вигляді формулу для визначення масштабу, що відповідає поставленим умовам, записують так:

$$\frac{N}{1} = \frac{1}{10^5} \sqrt{\frac{P}{P}}, \quad (13.7)$$

де N – знаменник числового масштабу карти, P – мінімальний розмір ділянки в натурі (км²), а p – мінімальний контур на карті, що відповідає йому (см²).

Якщо задана величина зображення окремих об'єктів може вимагати збільшення масштабу, то велике зображення території в цілому (загальний розмір карти) іноді спонукає до зменшення масштабу. Наприклад, швидкості сучасних літаків такі, що потрібно менше 30 хв, щоб пролетіти територію, що покривається одним аркушем карти мільйонного масштабу, і менше 15 хв – для аркуша масштабу 1 : 500 000. Якщо врахувати також, що візуальне орієнтування поступилося місцем іншим методам пілотування, то стане зрозумілою тенденція до зменшення масштабів аеронавігаційних карт. Як інший приклад візьмемо національні атласи, у яких максимальний масштаб карт, що відображають країну в цілому, є функцією формату атласу.

Під час оцінки доцільності масштабу доводиться також враховувати: співвідношення масштабу досліджуваної карти з масштабами споріднених карт; технологічні моменти, зокрема економічність використання картографічного паперу стандартних розмірів тощо.

Оцінку масштабу стосовно до вимог точності, повноти та ін. часто не узгоджують. Тому в кінцевому висновку про масштаб варто враховувати весь комплекс вимог до карти і його відображення як у масштабі, так і в

інших особливостях карти: у повноті змісту, геометричній точності тощо. Загалом для топографічних карт особливо істотна відповідність масштабу вимогам точності, а для оглядових – вимогам повноти і зручності роботи з картою.

Аналіз інших математичних елементів може різнитися залежно від масштабу і виду карт. Стосовно іноземних топографічних карт, основну увагу звертають на з'ясування проєкції, системи координат і особливостей координатних сіток. Ці зведення необхідні під час використання топографічних карт як картоскладальних джерел (коли може виникнути необхідність в обчисленні та внесенні виправлень для переходу до математичної основи, прийнятої для карти, яку складають) чи під час спільного використання різних топографічних карт при виконанні точних картометричних робіт.



Рис. 13.4. Використання проєкцій для карт світу

Для дрібномасштабних карт істотне значення має аналіз проекції і компонування. У проекції враховують характер і величину спотворень, особливості їхнього розподілу, доцільність проекції з географічного погляду і зручність використання у зв'язку з призначенням карти. На картах, що використовують для виміру кутів і відстаней (у навігації, метеорології, інженерній справі), необхідні рівнокутні проекції, але якщо необхідним є облік площ (наприклад, на економічних картах), звертаються до рівновеликих проекцій. Для багатоцільових науково – довідкових карт нерідко використовують проміжні проекції за їхніми властивостями.

Підходи до оцінки величини спотворень дуже різні. Часто обмежуються вимогою, щоб спотворення були візуально непомітні. Наприклад, проекції візуально рівновеликі, якщо спотворення їхніх площ не перевищує 5 %. В інших випадках надають великого значення розміщенню спотворень на тих частинах карти, де зосереджено її основний зміст, і допускають істотні спотворення в інших частинах. Іноді доводиться погоджуватися з дуже великими спотвореннями, якщо проекція зручна для розв'язування визначених задач. Класичний приклад – використання проекції Меркатора на морських навігаційних картах.

Географічна доцільність проекції передбачає її вибір з урахуванням теми і змісту карти. Зразком географічного підходу є Великий атлас світу, у якому для карт світу застосовані дві проекції: циліндрична стереографічна проекція Голла і псевдоциліндрична рівновелика проекція Еккерта, побудована з розривами по океанах. Перша проекція з великими спотвореннями, але дає безперервне зображення планети, її використовують для карт, зміст яких поширюється і на материки, і на океани (карти магнетизму та ін.).

Другу проекцію, на якій краще зображення материків досягнуте за рахунок втрати цілісності океанів, застосовують для карт населення, промисловості та ін., на яких зміст локалізований на суходолі. Інший приклад – вибір проекцій з рівнобіжними чи навіть прямими паралелями для карт, що відображають широтну зональність явищ.

Під час аналізу компоновання карти враховують такі вимоги: *географічні* (цілісність зображення території, облік зовнішніх зв'язків), *естетичні* (загальна врівноваженість усіх частин карти, зручність розміщення додаткових карт-вставок, графіків, легенди, тощо) і *технологічні* (економія місця і паперу).

Картографічна сітка дозволяє визначати масштаби зображення в будь – якій точці карти і вимірювати за картою координати, відстані і площі. За умов геометрично точного, масштабного зображення такі виміри теоретично повинні давати дійсні значення координат, відстаней і площ (точніше, проекцій відстаней і площ на поверхню еліпсоїда). Однак визначення за картами пов'язані з похибками, що виникають через погрішності виміру і погрішності у розміщенні (тобто через зміщення) позначених на карті точок, ліній і контурів.

Під час створення карт аерофототопографічними методами ці зміщення виникають у результаті:

- 1) похибок положення точок геодезичної основи;
- 2) похибок побудови (визначення положення) точок, ліній і контурів місцевості щодо точок геодезичної основи;
- 3) генералізації.

На картах, складених камеральним шляхом, зміщення відбуваються через:

- а) похибки в положенні точок і контурів на картографічних джерелах;
- б) похибки картоскладальних процесів (тобто графічних побудов);
- в) генералізацію.

Під час обліку цих зміщень можна визначити сумарні похибки (середні і граничні) положення точок, ліній і контурів та з'ясувати таким способом геометричну точність карти.

Геометричну точність топографічних карт можна встановити безпосередньо під час їхньої польової перевірки рекогносрування за допомогою точок, визначених на місцевості аналітичним шляхом. Зрозуміло, такі перевірки опублікованих топографічних карт здійснюють лише під час спеціальних досліджень точності, вони недопустимі для іноземних карт.

Однак норми точності державних топографічних карт визначають інструкції чи настанови, що регламентують створення цих карт. Якщо інструкцій немає або їх не можна скласти (що нерідко трапляється під час оцінки іноземних карт), то судження про точність може бути засноване на ознайомленні з історією і сучасним станом картографування країни, з типами знімань і їхнім призначенням.

Нарешті, у багатьох випадках можна скласти уявлення про геометричну точність карти за допомогою її порівняння з новітньою, більш точною картою, що частково перекриває досліджувану. Такий прийом особливо доцільний для іноземних карт, маловивчених територій, тобто для карт, які дуже різноманітні за способами виробництва та за точністю і тому потребують особливої оцінки.

Для оцінки геометричної точності карт, складених камерально, істотним є ознайомлення з картографічними джерелами і способами складання карти. Ці зведення – перелік джерел, що супроводжується їхньою загальною оцінкою та описом процесів складання карт, вказують в їхніх формулярах.

Через різноманітність джерел, покладених в основу досліджуваної карти, неминуча різна геометрична точність окремих її ділянок. Отже, під час оцінки корисною буде

схема, що показує розміщення використаних джерел. Такі схеми звичайно поміщають у формулярі карти, іноді їх друкують на її полях.

Коли джерела невідомі, застосовують звірку координат чи відстаней, які виміряні на досліджуваній карті, з даними геодезичних каталогів чи з результатами вимірів за більш точними картами. Два-три десятки відмінностей, знайдених на аркуші карти й оброблених за правилами теорії похибок, дають змогу оцінити середню квадратичну похибку положення точок (якщо треба, звільнивши її попередньо від впливу можливої систематичної похибки загального зрушення зображення). Зрозуміло, що обрані для аналізу точки мають бути вільні від зміщень під час скупчення поза – масштабних знаків і спотворень прилеглих контурів, що виникають під час використання таких знаків.

На настінних і взагалі на дрібномасштабних картах з великими умовними знаками зміщення можуть досягати порівняно значної величини, що не викликає ускладнень, тому що ці видання не призначені для картометричних робіт.

13.3. Оцінка повноти змісту та обсягу інформації на картах

Аналіз повноти змісту карти і її відповідностей дійсності найбільш істотний для визначення якості карти.

Під *повнотою змісту карти* розуміють різнобічність і обсяг укладеної в карті інформації. Повнота змісту карт означає, що на них повинні бути зображені всі типові риси та характерні топографічні елементи, які відображають в першу чергу тактичні властивості місцевості у відповідності з масштабом карти та її призначенням.

Призначення карти – основний фактор, що визначає її зміст. З призначення карти випливають вимоги до неї, що зумовлюють: *добір елементів змісту, розробку для них класифікацій, вибір способів зображення, цензи і норми генералізації, співвідношення («частка») елементів і загальний обсяг інформації.*

Добір елементів змісту може видозмінюватися навіть на топографічних картах. Наприклад, деякі з них видають у різних варіантах, кожний з яких зберігає лише елементи, що цікавлять визначені групи споживачів карт.

Вплив призначення на розробку класифікацій окремих елементів карти виявляється у виборі класифікаційних ознак і в детальності класифікації. Наприклад, на топографічних картах рослинний покрив класифікують в основному за природними формами рослин (ліс, чагарники, трав'яниста рослинність та ін.), але на великомасштабних сільськогосподарських картах землекористування його розглядають як угіддя: рілля, перелоги, сіножаті, пасовища, городи, тощо. Узгодження детальності класифікації з призначенням карти чітко видно на навчальних картах тієї самої тематики, що призначаються для різних класів закладів загальної середньої освіти. Наприклад, політико – адміністративна карта для старших класів відображає обласний поділ, тоді як карта для початкових класів обмежується виділенням держав.

Розбіжності в значенні окремих елементів найбільш очевидні на тематичних картах, ідея яких заснована на перевазі, що віддають визначеним явищам чи деяким їхнім характеристикам. На загальногеографічній карті масштабу 1 : 2 500 000 населені пункти утворюють найважливіший елемент змісту, тоді як на гіпсометричній карті того ж масштабу вони відіграють лише допоміжну роль як орієнтири.

Залежність оформлення від призначення карти притаманне і загально-географічним, і тематичним картам. Дуже добру ілюстрацію цього дає зіставлення настільних і настінних карт.

Неоднаковий обсяг інформації очевидний, наприклад, під час зіставлення одномасштабних довідкових і навчальних карт. Перші мають на меті забезпечити надання довідкового матеріалу про розміщення (й особливості) якомога більшої кількості географічних об'єктів і тому звичайно мають максимальну повноту. Навпаки, повнота змісту навчальних карт, зумовлена в основному навчальними програмами і завжди обмежена.

Зазначимо, що великий вплив на повноту змісту карти мають географічні умови території, що картографується. Простежується тісний зв'язок між змістом карти і її масштабом, що визначає територіальний рівень системного картографування та характер відображення явищ, що картографуються. Отже, під час оцінки повноти змісту карти відповідно до її призначення необхідно конкретно сформулювати вимоги до карти, усвідомити особливості її використання і далі, на основі цих передумов, географічних умов і масштабу карти проаналізувати: перелік елементів змісту карти; вибір ознак для класифікації кожного із цих елементів, відповідність класифікацій вимогам методології і логіки (послідовність переходу від загального до окремого, повнота класифікації, взаємна відповідність її основних розділів та ін.) і, нарешті, ступінь дрібності класифікації; належне співвідношення між окремими елементами карти залежно від їхнього значення; доцільність обраних способів зображення; загальний обсяг інформації.

Останнє завдання (тобто кількісний аналіз повноти карти) актуальне під час оцінки карти як джерела інформації, поки немає іншого простого рішення.

Спочатку пропонували обчислювати загальне графічне навантаження карти, тобто сумарну площу, зайняту на карті умовними знаками і написами (звичайно виражену у відсотках до площини карти), і розглядати цю величину як непрямий показник повноти карти. Легко побачити недосконалість такого прийому. Якщо зміст карти той самий, зміна розмірів позначень впливає на величину навантаження в квадратичному ступені (наприклад, у разі збільшення позначень у два рази навантаження зростає в чотири рази). Тому цей прийом дійсний тільки для зіставлення повноти ідентичних за змістом карт.

Теорія інформації підказує більш об'єктивні підходи до розв'язання задачі. Один із шляхів – використання *структурної міри інформації*, коли кількість інформації обчислюють як суму величин, що характеризують інформаційне значення знаків дискретних об'єктів за кількістю інформаційних елементів, що містяться в кожному знаку. За одиницю виміру приймають кожну розбіжність об'єктів і в положенні, і у властивостях. Наприклад, під час зображення поселень пунсонами з характеристиками за кількістю населення та адміністративним значенням кількість інформації для кожного пункту буде виражатися трьома одиницями розбіжності (у положенні і двох характеристиках). Такі підрахунки абсолютної кількості інформації не викликають труднощів, і результати обчислень на одиницю площі можуть переводити у відносні показники, що обчислюють на одиницю площі карти.

Завдання ускладнюється для явищ лінійного і площинного поширення, коли окремі об'єкти (наприклад, велику річку і струмок) не можна розглядати як однозначні. Для підрахунку інформації про лінійні об'єкти можна застосовувати геометричну міру – вимір їхніх довжин з подальшим множенням кожної довжини на кількість

характеристик, використаних у знаку відповідного об'єкта. Після підсумовування лінійної інформації легко уявити її відносну щільність по тих чи інших районах.

Геометричний підхід доцільний і для площинних об'єктів. Однак величина їхньої площі не може бути основою підрахунку інформації. Наприклад, ділянка карти, що лежить у межах якої – небудь акваторії, позбавленої характеристик, не має всередині себе розбіжностей і формально не містить інформації. Територіальні розбіжності і розчленованість площинних об'єктів проявляються в довжинах їхніх граничних ліній. Ця міра під час множення на кількість характеристик об'єкта дає деяке уявлення про його інформаційне значення. Аналогічний прийом можна застосувати для явищ суцільного поширення під час їхнього картографування ізолініями чи за способом якісного фону.

Таке визначення обсягу інформації реалізується у процесі переведення змісту карти в цифрову форму методом спостереження (обведенням контурів карти) із записом на який-небудь носій інформації. Цей прийом, пов'язаний з впровадженням у картографію автоматичних пристроїв для складання і використання карт, полягає в переведенні тривимірної інформації в одновимірну.

Для підсумовування складових частин інформації з категорій об'єктів, різних за характером розміщення (лінійних, площинних та ін.), необхідно звести цю інформацію в одну систему за допомогою умовних коефіцієнтів.

Цей спосіб визначення кількості інформації і різних його варіантів формальний за своєю суттю. Не беруть до уваги велику кількість інформації, яку отримали під час аналізу за картою зв'язків явищ, переданих взаємним розташуванням, просторовими сполученнями та згрупуванням знаків. При цьому не враховують якості такої інформації: її сучасності, корисності і значення.

13.4. Аналіз актуальності, відповідності дійсності та якості оформлення карт

Аналіз повноти карти показує, що зображено на ній, але при цьому необхідно також враховувати, наскільки достовірно відображена *реальна дійсність*, і правильно передані типові і характерні риси явищ, що картографуються. Для цього застосовують аналіз якості генералізації.

Зрозуміло, щоб виявити відповідність карти дійсності, треба знати цю дійсність, усвідомити для себе регіональні особливості зображених на карті явищ. Це досягається шляхом вивчення географічної і спеціальної (за темою карти) літератури, а також відповідних картографічних матеріалів. У результаті такого вивчення складають узагальнене уявлення про місцевість (наприклад, про основні форми рельєфу) та характер зображених на карті явищ, керуючись яким можна отримати перше враження про географічні переваги карти. Але це лише початок роботи. Послідовне зіставлення карти, що досліджується, із джерелами дає змогу всебічно оцінити генералізацію. При цьому аналізі варто звернути увагу (з урахуванням призначення і масштабу карти) на:

- ❖ збереження типових і характерних рис місцевості (явищ, що картографуються), істотних у зв'язку з призначенням карти і необхідних для правильного відображення дійсності, наприклад передача переважного розміщення сільських населених пунктів по долинах річок і балках у деяких районах рівнинно-ерозійного рельєфу, на височинах у районах горбистого рельєфу тощо або показ природних і соціально – культурних об'єктів.
- ❖ обґрунтованість використання різних способів зображення, зокрема своєчасність заміни контурних

позначень поза – масштабними (наприклад, перехід на карті мільйонного масштабу до пунсонів для населених пунктів) або, навпаки, своєчасність заміни індивідуальних знаків загальним контуром, що показує ареал поширення (наприклад, чагарники);

- ❖ усунення другорядних деталей, що підсилює чіткість зображення і увиразнює особливості розміщення, наприклад, виключення на карті мільйонного масштабу другорядних сідловин, що ускладнюють читання основних форм гірського рельєфу, і відповідне узгодження рисунка горизонталей;
- ❖ обґрунтованість добору – наскільки він забезпечує правильне уявлення про відносну густоту (щільність) явищ, що картографуються, наприклад населених пунктів;
- ❖ взаємна узгодженість зображення різних явищ (елементів ландшафту), наприклад, погодженість рельєфу з гідрографією, дорожньої мережі з населеними пунктами і рельєфом; для ілюстрації зазначимо, що на середньомасштабних картах часто трапляються неточності в зображенні гірських доріг, коли їхні звивини на карті не виправдані рельєфом.

Під час аналізу повноти карти і її відповідностей дійсності добір елементів змісту, їхньої класифікації та співвідношення, так само, як і способи зображення, аналізують двічі: один раз – з погляду призначення карти, другий – відповідно до суті й особливостей явищ, що картографуються.

Аналіз генералізації із залученням джерел потребує тривалого часу. Тому звичайно його не поширюють на всю карту, а обмежують окремими її ділянками – найбільш типовими, краще відомими або для яких є джерела інформації. Дуже корисні для аналізу якості генералізації на

картах масштабу менше 1 : 500 000 космічні знімки зі штучних супутників Землі. Даючи широкий просторовий огляд, вони розкривають макрориси і закономірності розміщення багатьох регіональних явищ, що на великомасштабних картах (чи аерознімках) маскуються деталями ландшафту і можуть бути не виявленими в процесі послідовних генералізацій у разі переходу до дрібних масштабів.

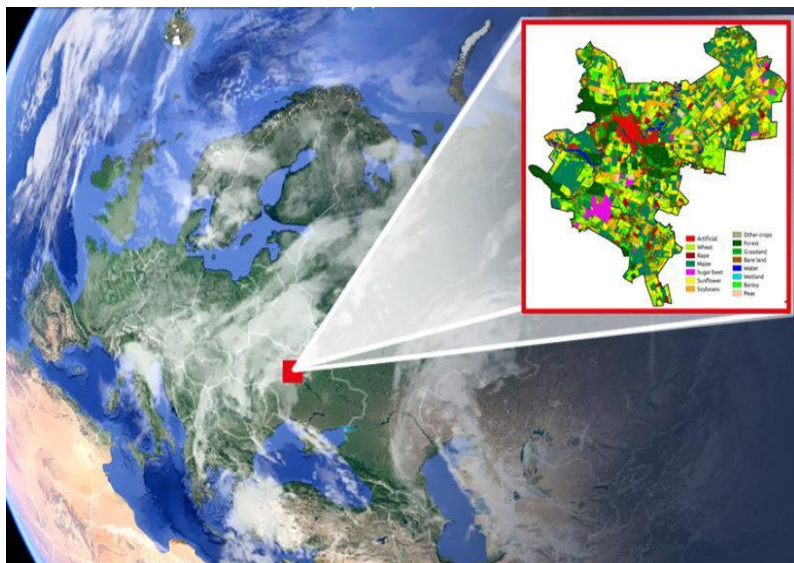


Рис. 13.5. Використання методів ДЗЗ для картографування

Коли картографічні джерела невідомі чи недоступні (наприклад, для іноземних карт), тоді деякі висновки про характер і якість генералізації можливо зробити, зіставивши досліджувану карту з іншими картами тієї ж території чи з картами того ж масштабу інших територій з близьким за типом географічним ландшафтом.

Під *актуальністю карти* зазвичай розуміють її відповідність поточній дійсності. У процесі свого розвитку природа і людське суспільство безупинно змінюються, тому раніше створена карта із часом перестає правильно відображати дійсність. З'являються нові об'єкти (населені пункти, дороги, водойми та ін.), інші зникають чи втрачають значення (вирубка лісів, осушення боліт, зменшення запасів під час розробки родовищ корисних копалин тощо); змінюються характеристики об'єктів (чисельності населення, адміністративний поділ, кількість населених пунктів, значення і технічний клас доріг) та положення об'єктів у просторі (перенесення населених пунктів і меж, меандрування річок та або абразія берегової лінії, випрямлення доріг тощо).

Якщо поглянути ширше, під сучасністю карти можна розуміти відповідність її змісту визначеній даті (наприклад, синоптична карта Європи на 13 год 1 лютого 2023 р.), або епосі (карта утворення і розвитку Київської держави в IX – XI ст.). Тому під час аналізу сучасності карти спочатку слід визначити, які тимчасові рамки обрані для неї, оцінити доцільність їхнього вибору і перевірити відповідність змісту цьому терміну.

Фактично для всіх карт, окрім історичних, доцільні найбільш нові терміни, але їхній вибір (а під час аналізу – оцінки) треба робити уважно, з урахуванням суті явищ, що картографуються, та особливостей їхнього розвитку. Під час поступального розвитку кращі новітні дати. Для явищ циклічного характеру, стійких у тривалому періоді, але зі значними відхиленнями в малих періодах, беруть великі періоди. Наприклад, під час складання кліматичних карт обчислюють середні значення величин для періоду 30-х років і навіть більше. Явища поступально-циклічного характеру (наприклад, урожайність сільськогосподарських культур, що

залежить від вдосконалення агротехніки і від кліматичних умов) враховують для максимально стиснутого циклу. Нарешті, явища епізодичного характеру (землетруси й інші стихійні лиха, епідемії та ін.) показують на момент максимального розвитку, у періоди їхнього інтенсивного прояву.

Розглянемо докладніше процеси старіння картматеріалів дотно до аналізу топографічних карт. Велике значення мають темпи економічного розвитку країни і масштаб карти. В економічно розвинених районах ландшафт змінюється значно швидше, ніж у малоосвоєних. На територіях новобудов, де за короткий час виникають нові населені пункти (наприклад ОАЕ, Дубаї), прокладають дороги, потреба в оновленні карти може виникнути через два – три роки після її створення. А там, де вплив людини на природу невеликий, період актуальності карти може тривати десятиліття. Інший важливий факт полягає в тому, що окремі елементи карти старіють з різною швидкістю. Загалом природні елементи ландшафту (рельєф і гідромережа) змінюються повільніше від антропогенних, і карта, що застаріла для населених пунктів, шляхів сполучення, адміністративно – територіального поділу, може давати уявлення про гідрогеографію і рельєф, що відповідають сучасності.

Термін служби карти значною мірою пов'язаний з її масштабом. У міру зменшення масштабу підсилюється генералізація. Другорядні деталі, нерідко дуже непостійні, випадають з масштабу або знімаються з карти, а для зображуваних об'єктів використовують більш узагальнені характеристики, що враховують лише великі кількісні розбіжності чи істотні якісні зміни в цих об'єктах. Наведемо кілька прикладів. Є річки, у яких переміщення русел настільки інтенсивні, що про них можна судити із зіставлення топографічних зніманих різних років. Але ці «меандрування» русла можуть виявитися невідчутними на дрібномасштабній карті. Ріст міста (у його планових

абрисах) зображують на карті дрібного масштабу, де населені пункти розрізняють за кількістю жителів за допомогою геометричних значків ступінчастої шкали. Якщо поділка шкали менше 10 000 мешканців, від 10 000 до 100 000 і збільшення кількості жителів, наприклад з 20 000 до 80 000, не викликає віднесення населеного пункту до іншої градації. Отже, узагальнена характеристика, властива дрібним масштабам, деякою мірою запобігає швидкому старінню карти.

Зазначимо, що карти можуть застарівати також унаслідок нагромадження нових знань про предмет картографування. Наприклад, багато тематичних карт дрібних масштабів, складених за перевіреними джерелами великих масштабів, виявилися застарілими після отримання супутникових знімків, що показали важливі особливості макроструктури, які маскуються деталями під час фотографування та знімання великого масштабу. Оцінка сучасності топографічних карт ґрунтується, в першу чергу, на даті проведення знімань (або відновлення карти), а також на обліку господарських і природних особливостей території. Але таке судження має загальний характер і його слід перевіряти на тих ділянках карти, де зміни найбільш імовірні.

Найпростіше зіставлення із черговими картами, що безупинно реєструють зміни в найбільш важливих і динамічних елементах карти у населених пунктах, адміністративному поділі, шляхах сполучення, географічних назвах та ін. Але у великих масштабах чергові карти готують тільки на райони інтенсивного економічного розвитку. Тому основним джерелом для аналізу змін місцевості служать її аерофотознімки, а для оглядово-топографічних карт – дані ДЗЗ. Для закордонних територій іноді вдається залучити сучасні картографічні джерела, що частково перекривають досліджувану карту.

Для первинного судження про ступінь сучасності карт камерального виготовлення звертаються до дат, що розміщують (не завжди) у заголовку або на полях карти. Коли дат немає, може знадобитися дослідження для визначення часу виготовлення карти. Однак недавня дата складання (а тим більше видання) ще не свідчить про сучасність карти, тому що вона могла бути складена за застарілими джерелами. Якщо джерела невідомі або недоступні, дослідження проводять шляхом зіставлення аналізованої карти із сучасними космічними знімками, довідковими виданнями, черговими і новітніми картами.

Для аналізу сучасності нерідко залучають карти з дрібним масштабом і навіть схематичні. Останні не дають точної картини розміщення, але можуть виявити прогалини та факти застарілості аналізованої карти. Певну користь можуть дати відгуки про карту авторитетних установ і осіб та опубліковані рецензії.

Аналіз актуальності починають з менш стійких елементів змісту (зокрема, на загальногеографічних картах – з населених пунктів, дорожньої мережі, адміністративного поділу, лісового покриву тощо), ознайомлення з якими нерідко цілком достатньо для загального висновку про карту. Однак у окремих випадках увагу зосереджують на тих елементах карти, які є істотними незалежно від їхньої мінливості з погляду майбутнього використання карти. Наприклад, застарілість у зображенні населених пунктів чи дорожньої мережі під час визначення за картою ступеня розчленованості рельєфу або площ річкових басейнів не має ніякого значення.

Під час оцінки карт, які використовують як джерело для картоскладання, важливо не тільки встановити факти застарілості, але й з'ясувати питання, про їхнє можливе відображення в масштабі карти, що складається.

Морські навігаційні карти звичайно дійсні один рік. Для деяких з них «термін життя» скорочується до 6 місяців. Є аеронавігаційні карти, що оновлюють кожні два тижні. Топографічними картами користуються по декілька років, але взагалі середній період їхнього відновлення із часом скорочується, особливо зі збільшенням темпів зміни вигляду земної поверхні, через втручання людини.

Особливе питання – актуальність історичних карт. Для них необхідна відповідність усіх елементів (у тому числі географічних назв) їхньому стану в епоху, відображену на карті. Було б помилкою показати водойми, створені в 1950 – 1970 рр., на карті України 1930 р. Звичайно, карти, що застаріли, зберігають визначену цінність, тому що відтворюють деякий минулий етап дійсності.

Іноді під сучасністю карти мають на увазі також її відповідність сучасним науково-технічним вимогам, але їх враховують під час аналізу карти за всіма іншими критеріями.

Доцільність обраних для карти способів зображення (наприклад, обґрунтованість вибору для передачі рельєфу горизонталей і відмивки) розглядають одночасно з аналізом змісту карти у зв'язку з її призначенням, масштабом і специфікою явищ, що картографуються. Власне оцінка якості оформлення, тобто застосованих на карті образотворчих засобів, має на меті з'ясувати «читабельність» карти: легкість і швидкість сприйняття карти в процесі її читання, а також визначити економічність використаних засобів та їхнє естетичну перевагу. На читабельність карти впливає ряд чинників: розрізнення (індивідуальність) і наочність окремих позначень; зорове сприйняття логічних зв'язків і підпорядкованість у системі позначень, а також загальне графічне навантаження карти.

Розрізнення позначень – припускає їхню безперечну зорову диференціацію, багато в чому залежить від простоти

і чіткості штрихових знаків, належного контрасту фарб, фонових розфарбувань і штрихувань. Великий вплив мають загальні розміри знаків та їхніх деталей.

Під наочністю позначень розуміють можливість швидкого огляду для безпосереднього впізнання за зоровою асоціацією окремих знаків і кольорів карти, що відображаються об'єктами натури; як приклади можуть служити знаки плавучих маяків, вітряних млинів тощо на топографічних картах, що нагадують за малюнком їхній вигляд на місцевості. Однак вплив цього фактора на якість оформлення обмежений: за самою суттю знакових картографічних систем межі використання принципу наочності дуже вузькі, особливо на тематичних картах.

Логічні зв'язки в системі знаків виявляються в спільності і співвідпорядкованості знаків та розфарбованості об'єктів споріднених категорій. Наприклад, аналізуючи карту, важливо не тільки розрізнати окремі категорії об'єктів (зокрема, одноколійні, двоколійні чи багатоколійні залізниці), але і наочно поєднувати їх у спорідненні групи (загалом залізниці), бачити їхню внутрішню співвідпорядкованість (наприклад, у значенні меж), сприймати з нарощуваною інтенсивністю розфарбування інтенсивності явищ (наприклад, збільшення густоти населення) та ін. Логічно продумане оформлення забезпечує *виразність карти* – стислу подачу і передачі на перший план основних елементів і головних об'єктів змісту. Це досягають за допомогою використання для них відносно великих знаків і насичених яскравих фарб. Навпаки, другорядним об'єктам присвоюють незначні за розмірами знаки і слабо розфарбовують, що відводить їх на задній план. Такий прийом, іноді навіть з використанням трипланової подачі матеріалу, застосовують на багатьох тематичних картах, зокрема для ослаблення основи, коли їй не слід конкурувати з основним змістом карти.

Логічно продумане оформлення дає змогу виявляти на карті оптимальні співвідношення і встановлювати одночасно загальні закономірності просторового розміщення явищ.

Вплив *загального графічного навантаження* на читабельність карти виражають у відсотках площі, зайнятої штриховими знаками і написами, або у відсотках площі чорного картографічного зображення (чорного і кольорового) у штрихових знаках і написах стосовно загальної площі. Очевидно, навантаження можна обчислювати також у квадратних міліметрах на 1 дм² карти. За Ж. Бертеном, оптимальна площа чорного, що забезпечує найкращу читаність карти, становить 5 – 10 %. о Науковці в галузі картографії вважають, що оптимальне навантаження загально-географічних карт знаками і підписами населених пунктів має дорівнювати 12 %, а граничне 15-18 %. Нагадаємо, що той самий зміст може дати різне навантаження карти залежно від малюнка і розмірів знаків. Тобто поняття «зміст» і «навантаження» нетотожні. Але за визначеної системи знаків навантаження функціонально пов'язане з обсягом змісту карти. Щоб уникнути втрати читабельності, обсяг змісту карти не повинен виводити загальне графічне навантаження за допустимі межі.

Багатоколірний друк полегшує читання карти. Уміле, логічне застосування різних барв дає змогу водночас підсилювати навантаження карти. Але збільшення кількості барв (точніше, кількості друкованих форм) викликає подорожчання карти й ускладнює її друкування. Саме досягнення доброї читабельності карти з можливо меншою кількістю друкованих форм багато в чому визначає економічність використаних засобів. Це важке і відповідальне завдання оформлення та підготовки карти до видання. Для прикладу наведемо національні атласи України та Швеції, що відрізняються високою якістю оформлення.

Поряд з різноколірними аркушами в них є карти, зміст яких чітко передано всього лише двома кольорами.

Судити про оптимальну читабельність карти треба з урахуванням призначення, тобто користування нею у звичних умовах. Наприклад, було б абсурдно перевіряти сприйняття настільної навчальної карти, закріпивши її на дошці. Знаки, добре видимі на відстані найкращого зору, будуть збігатися, якщо віддалитися від карти на кілька метрів. Карта-ілюстрація має давати зоровий образ, цілком розкриватися відразу під час погляду на неї. Але науково – довідкова карта, призначена для вивчення, може потребувати для сприйняття значного проміжку часу, що не є її вадою. З погляду призначення карти оцінюють і її виразність – зорова диференціація елементів змісту за їхнім значенням для читача.

Питання естетичних переваг карти особливо істотне щодо карт, розрахованих на широкі кола читачів. Саме від зовнішнього вигляду карти залежить перше враження про неї. Гарна карта привертає увагу читача; навпаки, карта, яка має непривабливий вигляд, може бути відкладена вбік, перш ніж її позитивні якості будуть гідно оцінені. Сприятливе зорове враження про карту залежить від вдало обраних форм і правильно розрахованих розмірів знаків і написів, їхнього розміщення, логічності і гармонії фарб, врівноваженого компонування, якості паперу та друку, а також взаємної відповідності цих особливостей карти як єдиного цілого.

Під час аналізу картографічних джерел, що застосовують для складання нових карт, оцінка якості оформлення втрачає значення, але можуть виникнути питання технологічного характеру, наприклад, про наявність декількох фотокопій.

13.5. Оцінка наукової та ідеологічної цінності карт

Аналіз географічних карт викликає питання про їхню наукову та ідеологічну цінність. Наукові ідеї та погляди автори так чи інакше відображають у створюваних картах та атласах. Це зауваження справедливе також і стосовно знімання на місцевості в процесі спостереження фактів у натурі та їхньої картографічної фіксації. У цьому разі наукові принципи втілюють в інструкціях та настановах, що регламентують зміст і оформлення карт – склад елементів, їхню класифікацію і співвідношення, правила генералізації тощо. Наприклад, еволюцію наукових основ топографічних карт можна простежити у вдосконалюванні класифікацій рослинного покриву і ґрунтів, у геоморфологічному обґрунтуванні рекомендацій з генералізації рельєфу тощо. Аналіз наукової цінності дуже важливий для похідних карт, що використовують складні класифікації або дуже узагальнені показники, особливо в синтетичних картах, що характеризують явища за допомогою спільного використання і злиття декількох показників, які не мають на карті відособленого, конкретного вираження.

Наукові ідеї, закладені в карту, можуть бути сучасними чи застарілими, прогресивними або відсталими, правильними або помилковими. Яскравий приклад заміни застарілих наукових ідей дає історія ґрунтового картографування. Воно стало на шлях справді наукового розвитку, коли у 80-х рр. XIX ст. В.В. Докучаєвим було розроблено класифікацію ґрунтів і методи знімання, засновані на обліку природних факторів ґрунтоутворення. Він протиставив свої ідеї колишнім поглядам на ґрунт як на землісті гірські породи, що належать до поверхневих геологічних утворень. У наші дні спостерігаємо принципові суперечності в картографічному відображенні тектоніки Землі, що можна пояснити розбіжностями в теоріях утворення океанічних

западин і рельєфу всієї Землі, використовуваних під час розробки тих чи інших карт.

Спотворене відображення дійсності під час використання помилкових наукових ідей можна спостерігати на тих картах сільськогосподарського районування, де за основу районування було обрано природні умови, або перевага в посівних площах окремих культур сільського населення. Тобто на цих картах головними факторами сільського господарства неправильно визнавали або природне середовище, або перевагу визначеної культури (яка може не мати провідного економічного значення), або густоту населення. На противагу цьому на сучасних економічних картах для сільськогосподарського районування прагнуть враховувати: для України – сформовану виробничу спеціалізацію господарств (за структурою товарної продукції) і рівень їхньої інтенсивності (за виробничими і трудовими витратами і вартістю основних виробничих фондів на 1 га сільськогосподарських угідь); для закордонних країн – також особливості виробничих відносин (рівень концентрації виробництва та ін.).

Значення прогресивних наукових ідей у конкретних картографічних роботах визначають активним використанням карт, особливо оцінних і прогнозних, для цілеспрямованого перетворення дійсності. Природно, що обґрунтований науковий аналіз конкретної карти потребує знання й обліку загальних тенденцій у розвитку відповідної галузі картографії.

Метою аналізу ідеологічних переваг карти є визначення й оцінка її соціальної і політичної мети. Ідеї та погляди автора можуть проявлятися у будь-якому елементі, у будь-якій особливості карти. Тому варто з'ясовувати їхній вплив під час аналізу карти за всіма розглянутими вище критеріями. Але, крім цього, соціальна і політична спрямованість карти повинна привернути особливу увагу в підсумковій, завершальній частині аналізу. Карта може не

[illegible]

389

13.6. Географічні атласи: аналіз та оцінка.

Аналіз географічних атласів не можна обмежувати вивченням їх карт окремо. Впровадження в картографію системного підходу спонукає бачити в кожному атласі систему карт, що перебувають у взаємозв'язках. Атласи як системи карт відображають природні, соціально-економічні та природно-суспільні комплекси за допомогою роздільного моделювання елементів комплексів, їхнього стану і взаємозв'язків поряд із синтетичною передачею цих комплексів. Тому під час аналізу атласу важливо оцінити його повноту і внутрішню єдність, а для цього розглянути атлас у цілому, зіставити його окремі карти й розділи. Вихідною підставою служать вимоги до атласу, що виникають у зв'язку з його призначенням. Зокрема, з урахуванням цих вимог установлюють оптимальні формат і обсяг атласу.

Атлас повний, коли він відображає, згідно зі своїм призначенням, все необхідне (теми, райони, країни), причому з достатньою детальністю.

Уніфікація масштабів, проекцій, класифікацій, що виконують для внутрішньої єдності атласу в цілому, може завдавати шкоди якості окремих карт, стосовно яких індивідуальний підхід до розробки змісту й оформлення з урахуванням специфіки теми і географічних умов здатний сприяти досягненню кращих результатів. Нагадаємо, наприклад, що для зіставлення рельєфу на різних картах атласу світу важливо мати загальну гіпсометричну шкалу, тоді як для найліпшої передачі рельєфу окремих країн на відповідних картах потрібна розробка самостійних шкал.

Щоб уникнути складності, завдання, що включає аналіз атласу в цілому, аналіз окремих карт і порівняльний аналіз карт і розділів атласу, зручно виконувати за етапами.

Перший етап – загальне ознайомлення з атласом, а також його вивчення в цілому, дає змогу встановити структуру атласу (визначити і побудувати розділи), тематичну повноту кожного розділу, систему масштабів та проєкцій і обґрунтувати їхній вибір, особливості компонування, загальний характер типових карт, наявність і особливості супровідних текстів, рівень поліграфічного виконання.

У результаті складається попереднє враження про атлас, що в окремих питаннях, зокрема щодо тематичної повноти атласу, може бути настільки обґрунтованим, що набуває сили остаточних висновків. Наприклад, аналіз складу загально-географічних карт атласу за територіальним охопленням, масштабами і послідовністю виявляє районування за масштабами та, як наслідок, подробиці картографування та відносну значущість різних територій відповідно до поглядів авторів атласу. Так, у Атласі вчителя (2010 р.) видавництво ДНВП «Картографія» використано такі масштаби для карт частин континентів: Європи – 1 : 20 000 000, Північної Америки – 1 : 30 000 000, Африки і Південної Америки – 1 : 35 000 000 та ін.

Загальний аналіз тематики особливо важливий для комплексних атласів. Наприклад, уже первинне ознайомлення з Національним атласом США (1970, 2014) виявляє його своєрідні риси – наявність великого розділу загальногеографічних регіональних карт, докладну характеристику картографічної вивченості країни з топографічного і тематичного поглядів, досить скромний обсяг природничого розділу (у якому, зокрема, немає карт ландшафтів, тваринного світу і дуже обмежено показані карти ґрунтів і рослинності) тощо.

Загальне вивчення атласу служить водночас передумовою до наступного етапу – *окремого аналізу карт атласу*. Це дає змогу зрозуміти місце, значення і

своєрідність кожної карти у всьому комплексі, намітити питання, специфічні для конкретних карт і їхніх груп (наприклад, про сучасність політичних кордонів на загальногеографічних картах, практичну спрямованість тематичних карт тощо), тим самим надаючи цілеспрямованості детальному аналізу карт атласу.

Хоча цей аналіз дає змогу оцінити окремі карти, він фактично супроводжується зіставленням карт між собою (зокрема, карт, близьких за тематикою). Це підсилює обґрунтованість оцінок і водночас дає фактичний матеріал для систематичного порівняльного аналізу карт і розділів атласу. Наприклад, підхід до оцінки ступеня генералізації на загальногеографічній карті країни в цілому може бути різним залежно від того, поміщені чи ні в комплексному атласі регіональні карти. Коли регіональні карти є, тоді на загальній карті доцільний більш строгий добір навантаження, щоб підвищити ясність карти і зосередити увагу на головних об'єктах змісту.

Особливо важлива завершальна стадія дослідження – *порівняльний аналіз*, що дає змогу перевірити внутрішню єдність атласу, прийти до остаточної думки про повноту атласу і дати йому оцінку з наукового та ідейно-політичного погляду. Ця стадія потребує особливо вдумливої роботи.

Прагнення до єдності не означає формальної, безумовної уніфікації карт навіть щодо таких питань, як проєкції, масштаби, способи зображення, картографічні знаки, шрифти. Наприклад, сувора уніфікація розмірів шрифтів для назв населених пунктів на картах різних масштабів в атласах світу позначається негативно на дрібномасштабних картах, затіняючи міста великими написами назв. Водночас поняття єдності розширюється настільки, що охоплює аналіз погодженості тематичних карт, які показують різні, але взаємозалежні явища,

наприклад рельєф, ґрунти, рослинний і тваринний світ чи геологічну будівлю, тектоніку, гіпсометрію та геоморфологію. Дуже цінно, коли в разі наявності розбіжностей аналіз не обмежується їхньою констатацією, а виявляє причини, що можуть полягати не тільки в недоліках авторської і редакційної роботи, але й у різноякісності джерел і розбіжності наукових поглядів авторів карт.

Під час загальної оцінки атласу істотним є аналіз внутрішньої закінченості атласу, зокрема, якою мірою розміщення тих чи інших явищ, зображених на одних картах, пояснюють на інших картах того ж атласу.

Нарешті, дуже важлива оцінка наукової об'єктивності і політичної спрямованості атласу, що ґрунтується на вивченні окремих карт також на вдумливому їх зіставленні й аналізі компонентів у цілому.

Запитання та завдання

1. Розкрийте зміст поняття «математична основа карти».
2. Що розуміють під терміном «повнота змісту карти» та «загальне графічне навантаження карти»?
3. Опишіть знаки за якими здійснюється оцінка актуальності та якості оформлення карт.
4. Які критерії лежать в основі оцінки наукової та ідеологічної цінності карт?
5. Як здійснюється аналіз і оцінка географічних атласів?

ТЕМА 14. КАРТОГРАФІЧНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ

- 14.1. Поняття про картографічний метод дослідження.
- 14.2. Комплексне застосування картографічного та інших географічних методів.
- 14.3. Роль картографічного методу на різних етапах спеціальних досліджень.
- 14.4. Основні способи аналізу під час картографічного методу дослідження
- 14.5. Перспективи та шляхи розвитку картографічного методу дослідження.

14.1. Поняття про картографічний метод дослідження

Високий рівень розвитку сучасної картографії зумовлює постійне розширення сфери її діяльності. Продовжуючи удосконалювати всебічну методику та технічні засоби картографування, розробляючи нові типи карт, сучасна картографія починає ставити та розв'язувати нові проблеми, яких раніше не було. Однією з таких проблем, зокрема розроблення сучасних методів використання карт у господарській практиці та наукових дослідженнях. Можливість використання географічних карт як засобів дослідження відома досить давно. З античних часів до наших днів карти служать для систематизації знань, створення теорій та розвитку філософських уявлень про світ. Способи використання карт для наукового пізнання та практичної діяльності, отримання при читанні карти якісної та кількісної інформації мають розвиток протягом довготривалого часу. Ще у первісному суспільстві картографічні малюнки та спрощенні плани слугували для орієнтування у просторі задовго до виникнення писемності, для розуміння взаємного розміщення об'єктів і явищ навколишнього середовища та для

практичних потреб. Такі карти вказували місця полювання, випасу тварин, розташування угідь та сусідніх поселень, а головне – стежки, річки, дороги, орієнтири.

У Давньому Єгипті, античній Греції та Римі на практиці застосовувалися прості способи визначення за картами відстаней, розрахунку площ, що також можна пов'язати із розвитком математики. Епоха Великих географічних відкриттів свого часу, надала поштовх розвитку цілої системи досить досконалих на той час методів використання карт. Великий картограф Герард Меркатор (1512-1594 рр.), якого називають «Королем Картографів», відчував необхідність практичного використання картографічних творів, які він створював, тому супроводжував їх настановами та вказівками по використанню.

Перші ідеї використання карт для наукових досліджень відносяться до кінця XVIII – початку XIX ст., коли систематизація великої кількості фактичного матеріалу, який був накопичений до цього часу науками про Землю (географією, геологією, кліматологією), призвела до створення перших наукових карт, а також підґрунтям цього стає інтенсивний розвиток топографічного й, особливо, тематичного картографування.

Саме систематизація значного фактичного матеріалу, накопиченого до цього часу попереднім розвитком географії та її окремих галузей, спонукало до необхідності створення науково-обґрунтованого картографічного зображення, що спостерігалось суспільством у природі. В свою чергу, картографічне узагальнення цього фактичного матеріалу на великих територіях надало імпульс до розвитку співставлення географічних досліджень у різних напрямках, а карти стали слугувати засобом таких досліджень.

За картами були визначені різні глобальні закономірності, виявлено зв'язки одних явищ з іншими,

тощо. Варто звернути увагу на праці Ф. Бьюша, який у 1783 році саме за картами досліджував розташування найважливіших хребтів та річок земної кулі. В 1817 році Олександр Гумбольдт, намагаючись з'ясувати картину розподілу тепла на земній кулі, вперше створив карту ізотерм та відкрив за нею кліматичні зони, а також визначив зональність рослинного покриву. Дещо пізніше, В. В. Докучаєв на основі картографічного аналізу довів наявність зональності географічного середовища в цілому.

Ще один з яскравих прикладів – відкриття А. Вегенером за картами вражаючої подібності окреслень східного узбережжя Південної Америки та західного узбережжя Африки, що надало імпульс ідеї мобілізму, дрейфу континентів та теорії глобальної тектоніки плит.

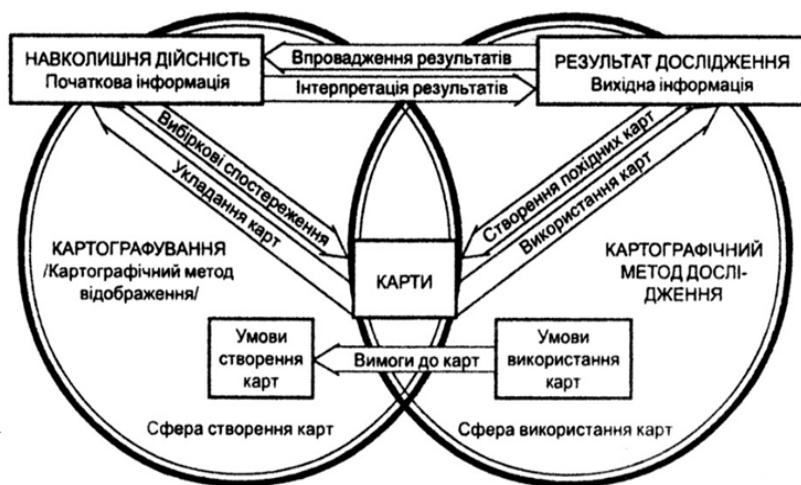


Рис. 14.1. Схема взаємозв'язку картографування та картографічного методу дослідження

Центральною фігурою в історії використання карт є видатний картограф, географ, геодезист А. А. Тілло (1839-1899 рр.), який визначив закономірність зв'язку рельєфу із

геологічною будовою, що створило основи виникнення сучасного морфоструктурного аналізу в геоморфології, а також розробив методи аналізу за картами вікових змін магнітних полів, глобальних орографічних та гіпсометричних і геологічних закономірностей.

У 60-х роках минулого століття *картографічний метод* дослідження було визначено як метод дослідження географічних карт для опису, аналізу та пізнання явищ, для отримання нових знань і характеристик, для вивчення процесів розвитку, встановлення просторових взаємозв'язків та прогнозу явищ. Саме в такому розумінні термін «картографічний метод дослідження» увійшов тепер в науковий обіг та виробничу практику, й саме в такому розумінні він буде використовуватися в подальшому викладенні. Картографічний метод має велику кількість прийомів, способів аналізу та вивчення карт, які далі будемо називати просто прийоми аналізу карт. Ці прийоми можуть бути якісними та кількісними. Окрім цього, вони поділяються за технічними засобами: можна виділити графічні, статистичні, геоінформаційні та інші прийоми.

Дуже важливим є те, що картографічний метод – це камеральний метод дослідження. З цією обставиною пов'язані його основні надбання: економічність, швидкість, а також деякі недоліки, які вимагають в певних випадках польової, експедиційної перевірки висновків, отриманих при аналізі карт.

Географічні карти мають велике практичне і наукове значення. Розвиток картографії завжди визначався потребами життя. Починаючи зі шкільних років, карта знайома кожній людині. Вона – повсякденне явище в нашому житті. Але саме ця щоденність нерідко приводить до спрощеного погляду на карту, її недооцінки, неповному використанню закладених у ній можливостей. Важливо не

тільки мати добру карту, але і вміти працювати з нею, максимально використовуючи всі її можливості. Тому розробка питань використання карт належить до найважливіших проблем картографії.

Узагальнюючи різноманіття картографічних ідей, можна виділити такі основні напрямки практичного і наукового використання карт:

- загальне ознайомлення з місцевістю за картами і з загальними зображеними на картах явищами й об'єктами – з їх просторовим розміщенням, сполученнями, зв'язками, властивостями й особливостями (читання карти, іноді з елементарними вимірами);

- орієнтування за картами, тобто застосування карт у ролі путівників на місцевості;

- використання карт як основи для інженерного проектування і будівництва; транспортного, гідротехнічного, містобудівного, сільськогосподарського та ін.;

- застосування карт для районних планувань, розробки і здійснення планів розвитку економіки культури, а також для раціонального природокористування;

- застосування карт для наукового опису, аналізу і пізнання явищ, що ми називаємо картографічним методом дослідження.

Картографічний метод дослідження – це один із сучасних наукових методів, пов'язаних з використанням карт як найповніших джерел інформації про зображення на карті, об'єкти для опису, аналізу та пізнання картографованих явищ для здобуття нових знань і характеристик, вивчення їх просторових взаємозв'язків та прогнозу їх розвитку. У картографічних дослідженнях земельних ресурсів цей метод виконує п'ять основних функцій:

- *комунікативну* – збереження і передача просторової інформації;

- *оперативну*, пов'язану з безпосереднім розв'язанням різних практичних задач (наприклад, з навігації, управління агробізнесом та ін.);
- *пізнавальну* – для просторових досліджень явищ природи і суспільства і нагромадження про них нових знань;
- *конструктивну* – застосування планів і карт під час проведення землеустрою, розробки систем заходів з підвищення родючості ґрунтів (агротехнічних, агрохімічних тощо) та ін.; прогнозну – карту земельних ресурсів розглядають як один із універсальних засобів прогнозування використання земель, їх екологічного стану тощо.

Успіх комунікативної функції карт здебільшого залежить від обраних для них способів зображення і знакових систем, а також досвіду в читанні карт, що набувають під час вивчення топографії, картознавства, тематичних розділів картографії і, звичайно, у процесі практичної діяльності. Методику оперативної роботи з картами встановлюють фахівці, що прибігають до допомоги карт, але картограф, що готує ці карти, повинний знати загальноприйняті вимоги. Методи використання карт як засобу пізнання розробляють фахівці у відповідних видах карт (геологи, геоботаніки, кліматологи та ін.) і картографи, що працюють у тих же розділах тематичної картографії (геологічної, геоботанічної та ін.). Однак загальні питання картографічного методу дослідження мають розробляти картографи (подібно тому, як розробка й удосконалення математичного методу, широко використовованого багатьма науками, належать математикам).

У зв'язку із цим помітно розширилися обсяг картографічних досліджень земельних ресурсів і впровадження картографічного методу в практику управління та планування використання земельних ресурсів на всіх рівнях – від окремого господарства до країни в цілому.

Суть картографічного методу полягає у включенні до процесу дослідження дійсності проміжної ланки – географічної карти як моделі досліджуваних явищ. При цьому карта виступає у двох ролях: як засіб дослідження і як його предмет у вигляді моделі, що замінює собою реальні явища, безпосереднє вивчення яких неможливе або складне. Яскравим прикладом таких явищ можуть бути географічні закономірності глобального масштабу. Висновки, зроблені за картами, і знання відносять до відповідних об'єктів дійсності. Картографічний метод дослідження передбачає не тільки використання «статичного потенціалу» карти, тобто суми зафіксованих у ній знань, але і мобілізацію її «динамічного потенціалу» – можливість розширення знань у результаті індуктивних і дедуктивних висновків. В основі картографічного методу дослідження лежить *картографічний метод пізнання*.



Рис. 14.2. Схема картографічного методу пізнання дійсності (за К.О.Саліщевим, 1990)

Схема, зображена на рисунку, відображає чотири послідовні стадії картографування і використання карт:

1) дістання інформації I_1 у результаті спостереження деякої частини дійсності D_1 – її явищ і процесів;

2) обробка інформації I_1 і побудова карти K – просторової образно-знакової моделі досліджуваної частини дійсності;

3) вивчення (читання) карти K для отримання з неї інформації I_2 про відображені на карті явища, якщо треба, з додатковою обробкою цих даних;

4) використання отриманої інформації із залученням наявних у дослідника знань і досвіду для формування представлення D_2 про змодельовану у вигляді карти частину реального світу.

Дуже важливо, що на другій, третій і четвертій стадіях відбувається не тільки вилучення зайвої інформації, але і набуття нових знань у результаті обробки інформації, а також індуктивних і дедуктивних висновків. Насправді, виготовлення карти дає новий просторовий образ дійсності; його аналіз способами картографічного методу дослідження приносить додаткову інформацію про відображені на карті явища. Нарешті інтерпретація інформації на основі раніше здобутих знань і досвіду сприяє подальшому збагаченню уявлень про розміщення, стан, взаємозв'язки і динаміку досліджуваних явищ. Таким чином, складання і використання карти розширює ту інформацію, яку використовували для її складання. Наприклад, топограф може побудувати горизонталі за висотними відмітками, а геоморфолог використовує зображення в горизонталях для висновків про морфологію і генезис рельєфу. Карта як засіб наукового дослідження служить для розробки гіпотез, прогнозів, рекомендацій та ін.

Математична теорія, за якою I_2 (інформація на виході з каналу комунікації) завжди менше I_1 (інформації, що

вводиться,)), не застосовна для розуміння комунікативної функції карт. На схемі зображено найпростіший шлях картографічного пізнання, коли карту виготовляють на основі безпосереднього спостереження (знімань) дійсності. Однак створення більшості карт ґрунтується не на прямому дослідженні натури, а на використанні вже наявних карт та інших джерел, які обробляють, щоб добрати необхідну і відсіяти надлишкову інформацію, а також здобути нові знання про картографовані явища.

Отже, картографічний метод пізнання дійсності передбачає *польове і камеральне картографування і дослідження з готових карт* для здобуття нових знань про досліджувану частину дійсності. Як ми зазначали, розробка питань польового і камерального картографування – це завдання топографії (аерофототопографії), проектування і складання карт, а також галузевих розділів тематичної картографії. Методика використання карт звичайно належить до сфери наукових і практичних досліджень у картознавстві, але в міру свого розвитку вона набуває значення самостійної картографічної дисципліни, а також її висвітлюють у розділах тематичної картографії.

Внутрішній поділ картографічного методу пізнання полягає в тому, що польове і камеральне картографування входять цілком у компетенцію професійних картографів і фахівців у відповідних галузях тематичної картографії. Готові ж карти як моделі дійсності для її пізнання можуть вивчати всі споживачі, для яких вони призначені. Саме застосування карт для здобуття нових знань про дійсність і передбачає картографічний метод дослідження.

Фахівець, який застосовує картографічний метод дослідження, перш за все картограф, повинен досконало та вільно «читати карту», знати принципи її укладання, способи відображення та технології видання, а також вміти орієнтуватися в прийомах аналізу карти, знати їх можливості, володіти основними технічними навичками, мати уявлення про точність дослідження, які проводяться за картами різного масштабу. «Читаючи карту, ми дізнаємося нової мови, інтерпретуючи карту, ми починаємо говорити за допомогою цієї мови» (англійський географ Ж. Дьюрі).

Безумовно, використання картографічного методу в конкретному географічному дослідженні допускає більш чи менш глибоке знання основ даної географічної дисципліни. Окрім того, необхідно мати чітке уявлення про роль та місце картографічного методу в комплексі інших географічних методів дослідження, з метою того, щоб аналіз карт не замінював, а органічно доповнював інші спеціальні дослідження.

Розробка методики конкретного використання різних видів карт (геологічних, геоморфологічних, кліматичних та інших) для цілей дослідження відноситься до відповідних галузей знань, в нашому випадку – до геології, геоморфології, кліматології. Однак розробку загальних питань картографічного методу дослідження правильно відносити до інтересів картографічної науки. Оскільки географічні карти служать одним із основних способів географічних досліджень, безумовно, географи повинні знати можливості та способи картографічного методу і в межах своїх інтересів працювати над його удосконаленням.

Картографічний метод дослідження сьогодні вже оформлено в особливий розділ картографії, в якому розглядаються питання використання карт для пізнання зображених на них явищ та процесів.

14.2. Комплексне застосування картографічного та інших географічних методів

До цього часу мова йшла про те, які географічні завдання можуть бути сформульовані та вирішені за допомогою картографічного методу і з якою точністю. Конкретні приклади із геоморфології, кліматології, ґрунтознавства тощо, підкреслюють, що картографічний метод безумовно ефективно застосовується в різних спеціальних дослідженнях, тоді виникає питання, яке положення займає картографічний метод в конкретних геоморфологічних, кліматичних та інших дослідженнях, де використовується велика кількість інших експедиційних, лабораторних та камеральних методів.

Вибір тих чи інших прийомів аналізу карт, їх застосування та інтерпретація отриманих результатів, ступінь достовірності цих результатів, обґрунтованість висновків та прогнозів – все це залежить від того, яке місце відводиться картографічному методу в системі інших методів. Якщо вважати аналіз карт способом дослідження, то варто припустити, що результати такого аналізу абсолютно вірні і не потребують додаткового підтвердження, наприклад, польовим спостереженням, зауважимо, що така точка зору популярна серед деяких географів та геологів.

Однак необхідно визнати, що вона помилкова. Справа в тому, що аналізуючи карти, географ в кожному конкретному випадку не тільки опирається на знання основних законів та процесів, які вивчаються, але й завжди намагається порівняти, підтвердити або спростувати дані, отримані при аналізі карт, з даними інших методів, якщо не знайдено підтвердження, не можна бути впевненим у дійсності висновків, оскільки більшість явищ, маючи різну природу, отримують на картах одне й те ж географічне відображення, тому необхідно комплексне застосування картографічного та інших методів.

Комплексне застосування методів не тільки охороняє від однобічного підходу у вивченні явищ, не тільки підвищує надійність та достовірність результатів дослідження, але й взаємно збагачує різні методи, сприяє їх розвитку і удосконаленню. Така співпраця веде до виникнення нових прийомів на стиках різних методик. В якості одного, найбільш яскравого прикладу, вкажемо на проникнення аналітичних прийомів аналізу і розкладання фізичних полів із геофізики в картографію.

Пошук місця картографічного методу дослідження в системі інших географічних методів має ще один аспект. Це його відповідність і зв'язок з такими методами як комплексне картографування, геодезичний та аерофотокосмічний методи.

Комплексне тематичне і топографічне картографування є основою для картографічних досліджень, оскільки тільки наявність різних карт за тематикою, атласів складає базу для ефективного застосування і удосконалення всіх багаточисельних прийомів аналізу карт. Це положення не потребує доказу. Одночасно з цим, перетворення картографічного зображення надає матеріал для створення нових карт, тобто для розвитку тематичного картографування. В попередніх параграфах як прикладів називалися морфометричні карти рельєфу, які є результатом картографічних досліджень, в той же час являють собою один із розділів тематичного картографування. Картографічний метод дослідження має велике значення для створення карт фізико-географічного і прикладного районування, ландшафтних карт і карт оцінки природних явищ тощо.

14.3. Роль картографічного методу на різних етапах спеціальних досліджень

Розглянемо роль і значення картографічного методу на окремих етапах спеціальних досліджень природних явищ, виходячи із уявлення про необхідність комплексного застосування різних методів.

У період підготовки, дослідження, вивчення та аналізу карт, наявних картографічний метод дозволяє порівняно швидко створити перше уявлення про основні особливості явища, що вивчається. У цей період необхідно ознайомитися з об'єктом дослідження з літературних джерел, провести приблизне районування території, враховуючи при цьому, які прийоми аналізу карт можуть бути застосовані в кожному з районів залежно від їх фізико-географічних особливостей. У подальшому слід зробити підбірку карт, вибрати масштаб в якому будуть виконуватися основні побудови. Крім цього, необхідно вивчити досвід аналогічних картографічних досліджень та оцінити, наскільки суттєві прийоми аналізу карт придатні для вирішення завдання. Може бути, що необхідно модифікувати ці прийоми, змінити порядок їх застосування або вибрати нові, які будуть точніше відповідати меті дослідження.

Аналіз карт не є механічним процесом, який виконується по встановленій програмі. У кожному конкретному випадку він потребує серйозної наукової творчості. Значення попередніх висновків, отриманих за допомогою картографічного методу, надзвичайно велике, перш за все тому, що вони допомагають раціонально і економно спланувати подальшу роботу. Ознайомившись з результатами аналізу карт, визначають, які результати і в якому об'ємі потребують перевірки та уточнення, яким

вибірковим або суцільним методом повинна бути виконана ця перевірка. Якщо плануються польові дослідження, то слід вибирати доцільний напрямок маршрутів чи ключових ділянок.

У процесі спеціальних досліджень відбувається перевірка попередніх висновків та збір нових матеріалів. Співставлення з даними інших методів дозволяє уточнити критерії та принципи інтерпретації кількісних характеристик, прослідкувати взаємозв'язки явищ. При цьому інколи може виникнути необхідність у проведенні нових досліджень за картами, застосування інших, більш ефективних прийомів аналізу.

На заключному етапі відбувається кінцева ув'язка й узагальнення результатів, отриманих картографічним та іншими спеціальними методами. Окрім цього, в процесі досліджень можуть бути складені нові карти, аналіз яких надає важливі доповнення відомостей для кінцевих висновків і практичних рекомендацій. Таким чином, при правильній організації спеціальних досліджень, картографічний метод тільки допомагає на всіх етапах.

14.4. Основні способи аналізу під час картографічного методу дослідження

Застосування картографічного методу дослідження засновано на роботі з картами як просторовими моделями дійсності. Для вивчення явищ за їхніми зображеннями на картах використовують різні способи аналізу, серед яких поширені: візуальний, картометричне дослідження, графічний, математико-статистичний, математичне моделювання, прийоми теорії інформації та ін. (Рис. 14.4-14.5).

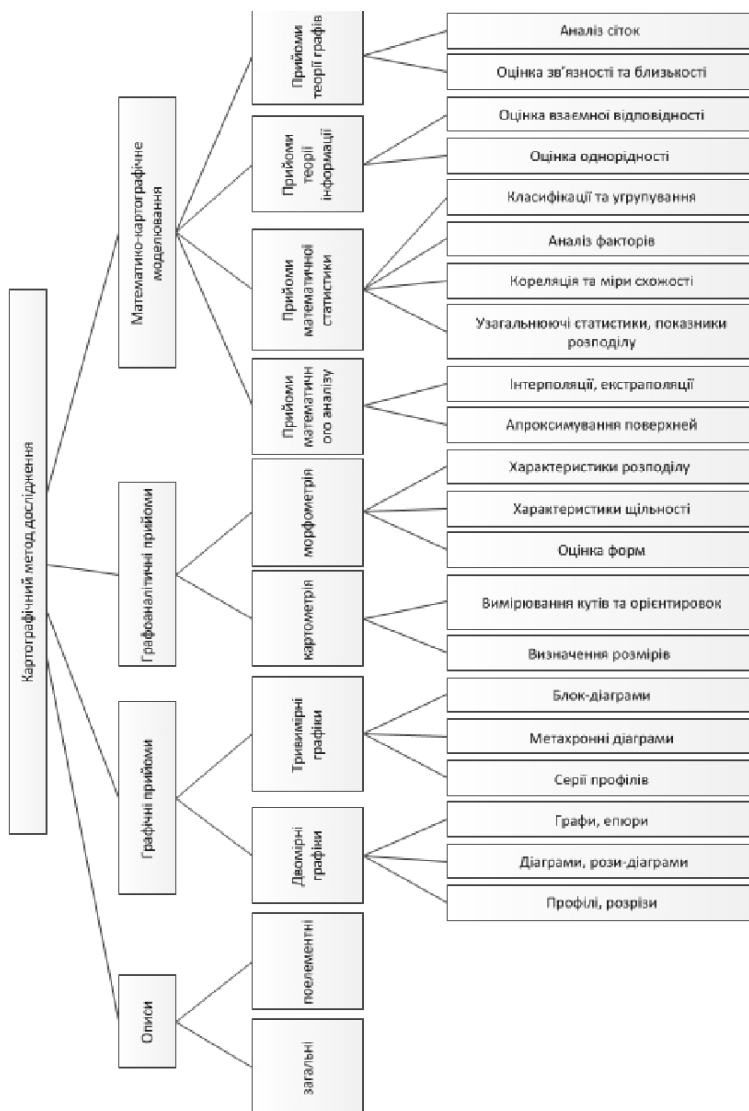


Рис. 14.4. Класифікація прийомів аналізу карт

Візуальний аналіз – найбільш вживаний прийом дослідження з карт, заснований на сутності карт як образно-знакових моделей, що відтворюють наочно просторові форми, відносини і структуру. Уже безпосередній погляд на карту викликає за наявності досвіду зоровий образ простору зображених явищ, наприклад загальне уявлення про місцевість за топографічною картою. Уважний перегляд карти дає змогу далі (залежно від її змісту) побачити особливості форм і своєрідність просторового малюнка явищ (наприклад, округлі чи лопатеві обриси озер, деревоподібну чи ґратчасту конфігурацію гідрографічної мережі, плямистість ґрунтів та ін.); зіставити величини показаних об'єктів (наприклад, співвідношення промислових пунктів за вартістю валової продукції); встановити закономірності розміщення (наприклад, зональність рослинного покриву), місця подібності і границі контрастів; знайти просторові взаємозв'язки (наприклад, між рельєфом, ґрунтами і рослинністю, між природними умовами і сільським розселенням); усвідомити характер просторових структур (наприклад, великих міст); оцінити особливості динамічних ситуацій (наприклад, синоптичної обстановки) тощо.

Такий аналіз однаково доцільний при вивченні планетарних закономірностей у розміщенні суші й океану, рельєфу, клімату, ґрунтів, рослинності, тваринного світу, населення, господарства або їх регіональних і навіть місцевих особливостей. Візуальний аналіз має переважно якісну характеристику явищ, але часто супроводжується окомірною оцінкою довжин, площ, висот тощо, а також їхніх співвідношень (при цьому не можна забувати про спотворення, внесені картографічними проекціями у процесі картографування великих територій). Його завжди використовують на першій стадії дослідження для загального ознайомлення з досліджуваними явищами.

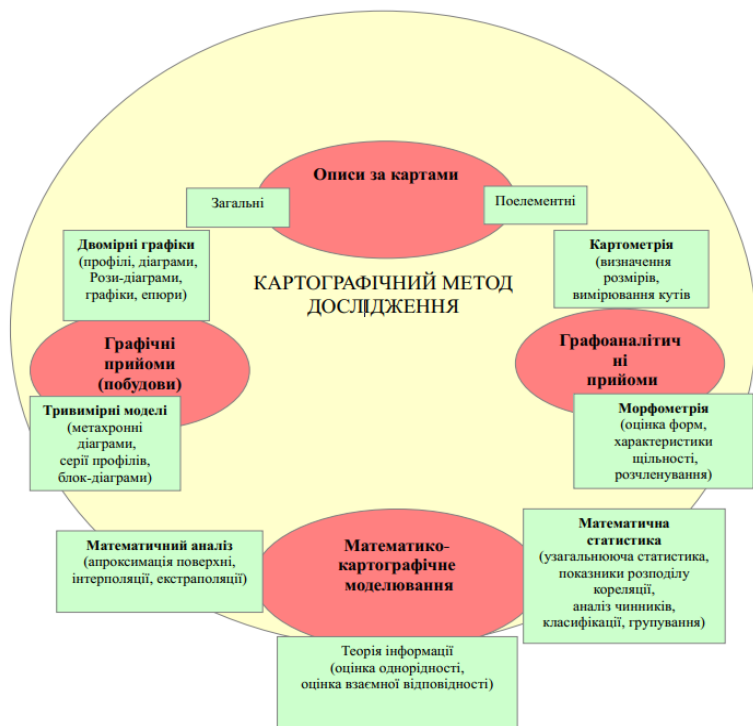


Рис. 14.5. Прийоми аналізу карт при картографічному методі дослідження

Загальний розвиток картографічного методу дослідження веде до розширення меж застосування візуального аналізу, який поширюється на нові види карт (наприклад, металогенічні, що використовують для прогнозу корисних копалин) і особливо продуктивний у комплексному картографуванні під час спільного аналізу сполучених карт. Спеціально для візуального аналізу пропонують нові варіанти уже відомих способів зображення, що полегшують сприйняття досліджуваних явищ, вишукують прийоми об'єктивізації візуального аналізу.

Прикладом одного з прийомів оформлення, спеціально розробленого для візуального аналізу, є застосування для картодіаграм і картограм кружків змінної величини, які поміщають у вершинах густої сітки квадратів. Такі зображення дістають автоматично за статистичними даними та друкують одним кольором. Розмір кружків і особливе затінення (частка чорного), створюване їх мережею, дають наочне уявлення про розбіжності в інтенсивності чи абсолютній величині, що дозволяє візуально районувати територію. Мета таких карт – переведення статистичних таблиць у наочний образ, що запам'ятовується, що полегшує аналіз явищ і їхнє районування.

Картометричні дослідження полягають у вимірі і розрахунках за картами кількісних характеристик явищ з оцінкою точності здобутих результатів. Визначення координат, відстаней, довжин, висот, площ, об'ємів, кутів, ухилів і інших топографічних характеристик, теорія і практичні прийоми цих визначень розглядають в особливому розділі картографії – *картометрії*.

Діапазон картометричних робіт надзвичайно широкий. Вони можуть зводитися до вимірів окремих об'єктів (наприклад, довжини якої-небудь річки) чи бути масовими (включати всі річки), мати локальний характер (наприклад, обмежуватися невеликим районом) чи поширюватися на значні простори (наприклад, ставити метою визначення площ земельних ресурсів за їх видами для всієї країни). Прикладом цього служать картометричні вивчення за Атласом Антарктиди (1966) таких характеристик Антарктиди, як площа материка, середня висота льодяного покриву та земної поверхні, об'єм і середня потужність льодового покриву, що дозволили прийти до нових уявлень про вплив льодів Антарктиди на зміни рівня Світового океану.

Традиційно картометрія обмежувалася дослідженнями щодо елементарних топографічних характеристик. Водночас, використовуючи сучасні карти, багато наук зацікавлені в відстанні за картами таких найрізноманітніших абсолютних і відносних показників, як градієнти, щільність і інтенсивність, кількісна структура явищ, сусідства і доступності. Наприклад, один з основних розділів геоморфології – морфометрія, що вивчає форми і структури рельєфу, ґрунтується, насамперед, на картометричних визначеннях (горизонтального і вертикального розчленовування, середніх ухилів, розмірів і особливостей форм).

Тепер «тематичну картометрію» широко використовують усі галузі географічних наук, ландшафтознавство, соціальна й економічна географія, а також геологія та ґрунтознавство. Вибір конкретних показників і способів їхнього визначення належить до завдань цих наук. Але за картометрією в її широкому розумінні залишаються розробка принципових положень, нових прийомів і техніки вимірів, оцінка їхньої точності, обґрунтування вибору карт. Наприклад, пропонують імовірно-статистичні прийоми, що замінюють безпосередні виміри більш зручними непрямыми, впроваджують автоматичну техніку вимірів.

Графічний аналіз полягає в дослідженні різних побудов, виконуваних за географічними картами. Такими побудовами можуть бути профілі, розрізи, блоки-діаграми й інші образнознакові моделі, похідні від карт, а також різні графіки-діаграми, рози напрямків (наприклад, тектонічних розломів).

Їх часто застосовують для наочного зображення явищ в інших, негоризонтальних площинах, а саме у вертикальній площині за допомогою профілів і розрізів, у похилій площині у вигляді блок-діаграми, що сполучає горизонтальні і вертикальні перерізи.

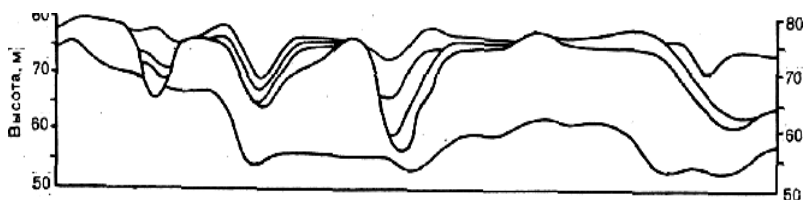


Рис. 14.6. Накладення профілів рельєфу, що дає змогу намітити поверхні вирівнювання (на висотах 75 – 76 м); ландшафт денудаційної рівнини

Профілі широко використовують для вивчення рельєфу земної поверхні та геологічної будови земної кори. Розрізи, що показують вертикальну структуру компонентів географічної оболонки, зручні для дослідження їхніх співвідношень із рельєфом земної поверхні, зокрема з висотною поясністю. Сполучення профілів дає змогу переходити до просторового аналізу, наприклад для виявлення поверхонь вирівнювання. Зазначимо, що профілі можна будувати за будь-якими картами з ізолініями і псевдоізолініями, наприклад за картами щільності різних ресурсів – природних або трудових. Блок-діаграми, що дають перспективне тримірне зображення простору, залучають для з'ясування зв'язків між рельєфом земної поверхні, геологічними структурами, ґрунтовим покривом.

Графічний аналіз нерідко служить для з'ясування закономірностей просторового розміщення, наприклад, розподілу (орієнтування) яких-небудь явищ (вітрів, водотоків, тектонічних розломів) за основними азимутами. Показує річки і відповідну діаграму (на якій довжина променів пропорційна сумарним довжинам водотоків за 12 напрямками), що характеризує в узагальненій формі основне орієнтування гідромережі.

Математико-статистичний аналіз використовують для дослідження явищ, які картографічно можна розглядати як однорідні нескінченності випадкових величин, що змінюються в просторі: висот, температур, посівних площ та урожайності, названих у математичній статистиці статистичними сукупностями. Статистичні дослідження за картами мають три основні цілі:

1) визначення узагальнювальних характеристик, особливостей розміщення і тимчасових змін якого-небудь однорідного явища, що залежить від багатьох факторів із невідомим функціональним зв'язком;

2) вивчення просторових і тимчасових залежностей явищ, що не мають строго функціональних зв'язків;

3) оцінка ступеня впливу окремих факторів на досліджуване явище і виділення головних факторів. Для складання узагальнювальних характеристик конкретного явища визначають його кількісні значення в багатьох точках карти, обробляють обчислені дані за правилами математичної статистики як вибірку *статистичну сукупність*.

Далі характеризують явище відповідно до обраних узагальнених статистичних показників, віднесених до одиниці обраної територіальної сітки – адміністративного поділу, природного районування, регулярної сітки тощо. Для здійснення вибірки найбільш зручні карти з ізолініями (чи псевдоізолініями), що дають змогу визначати величину явищ у будь-якій точці карти. Найбільш обґрунтована вибірка за сіткою рівномірно розташованих точок. Кількісні значення для статистичної обробки можна одержувати і за картами з іншими способами зображення: точками, ареалами, картограмами. Наприклад, під час точкового способу визначають інтенсивність явищ вибірково за сіткою контрольних майданчиків (часто у вигляді кружків), підраховуючи число крапок усередині кожного контрольного майданчика.

Під час дослідження за картами просторових (і тимчасових) залежностей явищ – їхньої форми і щільності – застосовують обчислення кореляційних показників (коефіцієнтів кореляції, кореляційних відносин, показників множинної кореляції та ін.) і до з'ясування (оцінки) їхньої надійності. Для цього треба мати вибірки двох значень явищ, що зіставляються, (наприклад, опадів і врожайності), виміряних у тих самих точках однієї чи двох порівнянних карт; для множинної кореляції залучають три вибірки і частіше за однією чи декількома картами.

Такі дослідження завдяки їхній деталізації дають матеріал для складання карт взаємозв'язків (кореляцій), що показують просторові зміни величини і знака показників кореляції; за ними можливе районування території за характером зв'язків – тісних і слабких, позитивних і негативних, що важливо для встановлення причинно-наслідкових відносин між досліджуваними явищами. Картографо-статистичне вивчення взаємозв'язків тепер широко використовують не тільки в географічних дослідженнях, але також в інших галузях знання, зокрема в геології, метеорології і медицині.

Завдання з оцінки впливу окремих факторів і виділення головних факторів виникають під час дослідження за картами складних комплексів явищ з безліччю взаємозв'язків. Прикладами можуть бути сукупність кліматичних показників, чи, що значно ширше, комплекс природних умов. Для цього в математичній статистиці використовують такий засіб, як факторний аналіз, що дає змогу зводити в одному показнику вплив комплексу споріднених явищ і, в кінцевому підсумку узагальнювати й оцінювати вплив багатьох факторів за допомогою дуже обмеженого числа синтетичних показників. Такий шлях дослідження є об'єктивним засобом до складання синтетичних карт.

Математичне моделювання полягає у створенні просторових математичних моделей чи явищ процесів за вихідними даними, зчитаними з карт. Принципова особливість застосування цього способу аналізу полягає в тому, що багато явищ і процесів, зображуваних на картах, або пов'язані між собою функціональними залежностями, або можуть виступати в ролі функцій простору і часу. Розповсюджений прийом моделювання полягає в складанні рівнянь поверхонь-реальних (наприклад, земного рельєфу, поверхні похованих порід визначеного геологічного віку тощо) чи абстрактних (річного шару опадів, густота населення, врожайності), щоб далі дослідити цю модель для інтерпретації і пояснення явищ.

Цей спосіб аналізу карт спочатку набув поширення в геофізиці і кліматології під час дослідження просторових закономірностей і динаміки гравітаційних, магнітних, баричних і температурних полів. Потім він знайшов застосування під час аналізу геоморфологічних поверхонь вирівнювання, густоти населення, мереж обслуговування й інших природних і соціально-економічних явищ.

Через складність модульованих явищ, зумовлених впливом нескінченності факторів (у т. ч. невідомих), їхні «поверхні» замінюють наближеними (апроксимаційними), що виражаються в математичній формі апроксимаційними функціями, які звичайно зображують у вигляді рівнянь. Невідому функцію:

$$z = f(u, v), \quad (14.1)$$

де u і v – координати точок на карті в будь-якій системі координат $> (x, y, \phi, K \text{ тощо})$, записують наприклад, у вигляді статичного рівня:

$$z = f(u, v) = A + Bu + Cu - \frac{1}{2}Du^2 - \frac{1}{2}Ev^2 + Fuv + Gu^3 + Hu^2v + \dots + T_{nm}u^m v^n, \quad (14.2)$$

з невідомими коефіцієнтами $A, B, C, \dots$

Для визначення цих коефіцієнтів розв'язують систему рівнянь (2), кількість яких дорівнює або перевищує число невідомих коефіцієнтів (в останньому випадку із залученням способу найменших квадратів). Значення z , u і v для складання окремих рівнянь беруть безпосередньо з карти, наприклад у вершинах квадратної сітки. Очевидно, що багаточлен першого ступеня, який визначає апроксимаційну поверхню як площину, дає для складної поверхні лише найгрубіше наближення. Апроксимацію уточнюють з підвищенням ступеня багаточлена. Нескладні поверхні задовільно описують кубічними і навіть квадратними рівняннями. Розкладання можна виконати також за допомогою тригонометричних рядів Фур'є, або, що особливо зручно у практичних цілях, у вигляді суми добутків ортогональних багаточленів П. Л. Чебишева.

Математичне моделювання зручно застосовувати для визначення площ і об'ємів, зіставлення поверхонь, наприклад під час вивчення кореляції явищ.

Прийоми *математичної теорії інформації* застосовують під час об'єктивної оцінки за картами просторової однорідності (чи диференціації) явищ і їхньої взаємної відповідності. Основну функцію теорії інформації – ентропію, використовують як показник неоднорідності картографічного зображення (неоднорідності геоморфологічної будівлі, ґрунтового чи рослинного покриву, структури угідь, розселення) і, отже, як показник просторових розбіжностей явищ. При цьому ентропію можуть підраховувати не тільки для явищ, характеризованих на карті в числовій формі, але також для позбавлених кількісних характеристик, наприклад для рослинних співтовариств, ареалів тварин тощо.

Проведений вище роздільний огляд основних способів аналізу, використовуваних у картографічному методі дослідження, дає змогу більш чітко з'ясувати шляхи

його застосування. Але в практиці звичайно спільно застосовують різні способи. Наприклад, попередній візуальний аналіз корисний для вибору раціональної методики картометричних робіт, результати яких можуть бути далі узагальнені в графічних побудовах, зокрема у вигляді гіпсографічних кривих. Комплектування різних способів не тільки збагачує методику роботи, але і розширює можливості картографічного методу.

Деякі способи аналізу (візуальний, графічний, картометричний) використовують давно, але математичні способи, що потребують великих обчислень, виявилися реальними лише після впровадження електронно-обчислювальних машин у практику картографічного методу. Нову обчислювальну техніку переважно застосовують для автоматичної обробки даних, знятих з карти «ручним» способом, наприклад для розв'язання системи рівнянь, отриманих у результаті ручних вимірів за картою.

Водночас для успішного використання будь-якого способу, особливо математичного, необхідні аналіз, тлумачення і контроль здобутих результатів, їх змістовна (географічна) інтерпретація. Взаємозалежне застосування способів полегшує розв'язання цієї задачі.

Сучасний етап в автоматизації картографічного методу дослідження включає розробку пристроїв, що дозволяють автоматизувати дістання за картами вихідних даних для передачі їх в електронно – обчислювальні машини або автоматичні пристрої, за допомогою яких розв'язують конкретні задачі картографічного методу, наприклад з автоматичного визначення площ на картах.

14.5. Перспективи та шляхи розвитку картографічного методу дослідження

Картографічний метод має всі властивості наукового методу. Він має чітко окреслене коло завдань, пов'язаних з аналізом картографічного зображення, ряд суворо визначених технічних прийомів. Метод надійний та економічний, дозволяє отримувати достовірні результати при дослідженнях природи та соціально-економічних явищ. При всьому цьому картографічний метод відзначається ще однією важливою властивістю – здатністю до постійного розвитку і удосконалення.

Сучасний розвиток проходить за кількома напрямками. Один із найголовніших – це удосконалення технічної бази методу із застосуванням комп'ютерних технологій. Якщо графічні та графоаналітичні прийоми аналізу карт добре розроблені, то в розробці прийомів математичного аналізу і комп'ютерних алгоритмів ведеться розробка і удосконалення. Компанія ESRI приділяє підвищену увагу популяризації ГІС – технології та впровадженню географічного мислення в навчальний процес. За оцінками аналітиків відомої компанії Daratech, Inc., програмне забезпечення ESRI займає провідні позиції у сфері освіти. Відповідно до стратегії ESRI дистриб'ютори цієї компанії реалізують довгострокову програму підтримки навчальних закладів, спрямовану на розвиток ГІС – освіти. ГІС – це універсальний інструмент дослідника. Функції просторового аналізу застосовується понад сотні дисциплін, що охоплюють багато напрямків наукових і прикладних досліджень. Сьогодні ця технологія є однією з найбільш популярних і корисних інструментів у наукових дослідженнях. ГІС – це не просто одна з сучасних інформаційних технологій. ГІС допомагає сформуванню в людей новий погляд на світ, що забезпечує його комплексне сприйняття і краще розуміння взаємозв'язків між його

складниками. Це прогресивний спосіб мислення, спосіб пізнання навколишнього світу, інструмент, що сприяє перебудові нашого світогляду. Фундаментальне розуміння ролі ГІС представлено президентом ESRI Джеком Данджермондом в статтях про географічний підхід, яке полягає в тому, що використання географічних наук за підтримки ГІС приведе до поліпшення розв'язування проблем, а також більш глибокому розумінню нашого світу. ГІС – аналіз, до якого віднесені вихідні концепції, задачі ГІС – аналізу й аналітичні засоби значно розширюють можливості картографії, надаючи цифрові інструменти, які створюють геопросторові дані, моделі географічних процесів, візуалізацію даних тощо. ГІС допомагає застосовувати географічні знання для поліпшення проведення досліджень.



Рис. 14.7. Локації служб екстреного реагування та зона обслуговування

Наприклад, при виборі маршруту для нового маршруту ГС і географічний підхід та картографічний метод дослідження може бути використаний для розгляду чинників, якими слід керуватися для його побудови та оформлення: навколишнього середовища, існуючого землекористування, місцевості й соціальних наслідків, а також інженерних обмежень і витрат.

Врахування усіх цих чинників особливо важливе, коли намагаються піти на складні компроміси. Географічний підхід та картографічний метод дослідження забезпечують необхідну основу для ГС – аналізу та допомагає забезпечити точні результати. Географічний підхід та картографічний метод дослідження, що підтримуються географічною інформаційною системою (ГІС) як основою для розуміння нашого світу й застосування географічних знань застосовуються для розв’язування проблем і визначення напрямків поведінки людини.

Великі перспективи відкриває подальший розвиток комплексного тематичного картографування й особливо створення карт нового типу спеціально призначених для проведення за ними наукових досліджень.

Особлива увага повинна приділятися теоретичним проблемам картографічного методу, зокрема необхідно детально вивчати вплив генералізації на картографічне дослідження, оцінити точність різних прийомів, обрати критерії об’єктивної оцінки об’єму інформації, яка знаходиться на картах різного масштабу та інші питання.

Постійним завданням при дослідженні будь-яких явищ природи залишається пошук нових, найбільш об’єктивних принципів інтерпретації результатів аналізу карт. Тому співпраця між картографічним методом дослідження та іншими географічними, геологічними, геофізичними методами збагатить новими ідеями та оригінальними прийомами наукові дослідження.

Запитання та завдання

1. Розкрийте зміст поняття «картографічний метод дослідження».
2. У чому полягає комплексне застосування картографічного методу дослідження?
3. Опишіть способи аналізу під час картографічного методу дослідження.
4. Які перспективи та шляхи розвитку картографічного методу дослідження?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас України (електронна версія). Київ : Інститут географії, Інтелектуальні системи ГЕО, 1999-2001.
2. Божок А. П., Осауленко Л. Е., Пастух В. В. Картографія : підручник. Київ : Фітосоціоцентр, 1999. 252 с.
3. Божок А.П.Молочко А.М., Остроух В.І. Картознавство. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2014. 332 с.
4. Бондаренко Е. Л. Картографічне моделювання суспільно – географічних процесів. Вінниця : МКФ, 2004. 40 с.
5. Бондаренко Е. Л., Шевченко В. О., Остроух В. І. Геоінформаційні системи еколого-географічного картографування. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. 116 с.
6. Бондаренко Л.Е. Інформаційне еколого-географічне картографування. Київ : Фітосоціоцентр, 2007. 272 с.
7. Володченко А, Шевченко В., Полякова Н. Картосеміотика. Тлумачний міні-словник. Дрезден : Дрезденський технічний університет, 2009. 34 с.
8. Географічний простір Землі. Атлас для 11 класу. Київ : Вид-во «Картографія», 2022. 56 с.
9. Гордєєв А.Ю., Полякова Н.О., Шевченко В.О. Морські навігаційні карти : навч.-метод. посіб. Київ : Київ ЦНТЕІ, 2009. 44 с.
10. Доценко Л.М. Нові освітні перспективи кафедри геодезії та картографії Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Часопис картографії : Збірник наукових праць. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Випуск 15, ч.І. С.186-194.
11. Дудун Т.В. Загальногеографічні карти. Київ : Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, 2013. 202 с.
12. Дудун Т.В. Концептуальні основи створення Атласу освітнього комплексу України. Часопис картографії : Збірник наукових праць. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Випуск 15, ч. І. С.194-203.
13. Жупанський Я. І., Сухий П.О. Соціально-економічна картографія : підруч. для студ. вищих навч. закладів. Тернопіль : Астон, 1997. 274 с.
14. Загородній В. В. Картографія з основами топографії. Київ : ДНПУ і м. М. П. Драгоманова, 2002. 159 с.

15. Загородній В. В. Картографія з основами топографії. Київ : ДНПУ ім. М. П. Драгоманова, 2002. 159 с.
16. Іщук О. О., М. М. Коржнев, О. Є. Кошляков. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС: Навчальний посібник за ред. акад. Д. М. Гродзинського. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2003. 200 с.
17. Карти автошляхів (Львівська, Дніпропетровська, Сумська, Одеська, Херсонська ... області) М 1:250 000. Київ. Вид-во «Картографія», 2017-2021 рр.
18. Кирилюк М.О. Особливості геоінформаційного картографування системи медичного обслуговування населення України. Часопис картографії : Збірник наукових праць. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Випуск 15, ч. І. С.71-78.
19. Козаченко Т. І., Г. О. Пархоменко, А. М. Молочко Картографічне моделювання: навчальний посібник. Вінниця : ТОВ «Антекс» УЛТД, 1999. 320 с.
20. Ляшенко Д. О. Картографія з основами топографії : навчальний посібник для вищих навчальних закладів. Київ : Наук. думка, 2008. 184 с.
21. Мамонов К.А., Радзінська Ю.Б., Рудомаха А.В. Створення цифрової картографічної основи для нормативної грошової оцінки населеного пункту. Часопис картографії : Збірник наукових праць. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Випуск 15, ч. І. С.71-78.
22. Мацко П. В., А. М. Голубев. Геотроніка та картографія. Навч. посібник. 2-е вид. випр. і доповн. Херсон: ХДУ, 2007. 184 с.
23. Населення України та його природна та культурна спадщина. Інтерактивний атлас. Київ : Інститут географії НАН України, 2018. 428 с.
24. Національна картографія: стан, проблеми, перспективи: Зб. наук. пр. під ред. Л. Г. Руденка. Київ , 2003. 326 с.
25. Руденко Л.Г. Національний атлас України. Київ : ДНВП «Картографія», 2007. 440 с.
26. Остапчук С.М. Картографія : факти, матеріали, відомості : навч. пос. Рівне : НУВГП, 2014. 193 с.
27. Островський А. Л., О. І. Мороз, З. Р. Тартачинська, І. Ф. Гарасимчук. Геодезія. Частина перша. Топографія : навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2011. 440 с.

28. Приседько В. Л. Практикум з картографії: Навчально-методичний посібник. Київ : Видавничо-поліграфічний центр „Київський університет”, 2004. 68 с.
29. Робочий зошит із завданнями та методичними вказівками з курсу «Картографія та картографічне креслення». Укл. І. В. Дикий, В. П. Брусак, Л. Ф. Дубіс, Я. Б. Хомин. Львів: ЛНУ. 1999. 49 с.
30. Самойленко В.М., Доценко Л.М., Діброва І.О. Проєктування ГІС : підручник. Київ. ДП «Принт-Сервіс», 2015. 256 с.
31. Сосса Р. І. Картографування території України : історія, перспективи, наукові основи. Київ : Наук. думка, 2005. 292 с.
32. Сухий П.О., Сендзік Ю.І., Брик С.Д. Картографія : тестові завдання. Чернівці : Чернівець. нац. ун-т ім. Ю.Федьковича, 2023. 132 с.
33. Сухий П.О., Сабадаш В.І., Крупела Л.М., Смірнов Я.В. Картографічне та топогеодезичне забезпечення демілітації та демаркації державного кордону України. Часопис картографії : Збірник наукових праць. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Випуск 15, ч. І. С.37-46.
34. Шорохова Р.С., Бондаренко Л.Е. Особливості представлення легенд інтерактивних карт. Часопис картографії : Збірник наукових праць. Київ : КНУ ім. Тараса Шевченка, 2016. Випуск 15, ч.І. С.47-56.

Наукові видання

1. Вісник «Геодезії та картографії» : наук.-техн. журнал. Київ : ДП «Н-д ін-т геодезії та картографії».
2. Вісник геодезії та картографії : збірник наукових праць. Київ : ТОВ «Літера – Графік».
3. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Сер. Географія. Київ : ВПЦ «Київський університет».
4. Геодезія, картографія і аерофотознімання. Журнал, вид-во Інститут геодезії Львівської політехніки.
5. Науковий вісник Чернівецького національного університету . Збірник наукових праць Географія. Чернівці : Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича.
6. Український географічний журнал. Інститут географії Національної академії наук України.
7. Часопис картографія : збірник наукових праць. Київ : Геопринт.

Автори:

Сухий Петро Олексійович – доктор географічних наук, професор кафедри геодезії, картографії та управління територіями Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Фахівець у сфері тематичного картографування, дослідження агробізнесу, оцінки земельно-ресурсного потенціалу, особливостей розподілу та використання земельних ресурсів, територіального планування та районного проєктування. За період науково-педагогічної діяльності опубліковано понад 140 наукових і методичних праць, з яких 4 монографії, 2 підручники, 18 навчально-методичних посібників і рекомендацій, 6 картографічних творів, 60 наукових статей. Під його керівництвом захищено 4 кандидатські дисертації.

Заячук Мирослав Дмитрович – доктор географічних наук, доцент, декан географічного факультету Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Сфера наукових інтересів: картографія, тематична картографія, економічна та соціальна географія, регіональний розвиток, просторове планування, географія агробізнесу. Автор і співавтор понад 150 наукових та навчально-методичних праць.

Проданюк Дмитро Миколайович – фахівець з геоінформаційних систем французької гуманітарної неурядової організації “Агентство з питань технічного співробітництва та розвитку (ACTED). Сфера дослідження: оперативне картографування ризиків соціального розвитку (на прикладі захворюваності населення України) та моніторинг виникнення ризику небезпек. За період науково-педагогічної діяльності було опубліковано одну наукову статтю та кілька матеріалів наукових конференцій.

Сендзік Юлія Іванівна – асистент кафедри геодезії, картографії та управління територіями Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича. Фахівець у сфері геодезії та землеустрою. За період науково-педагогічної діяльності була співавторкою навчально-методичних посібників: «Картографія : тестові завдання», «Високоточні інженерно-геодезичні вимірювання», «Топографія з основами геодезії».

Навчальне видання

Сухий Петро Олексійович
Заячук Мирослав Дмитрович
Проданюк Дмитро Миколайович
Сендзік Юлія Іванівна

Картографія

Навчально-методичний посібник

Комп'ютерний набір	<i>Ю.І. Сендзік</i>
Літературна редакторка	<i>О. В. Колодій</i>
Технічна редакторка та дизайн обкладинки	<i>О.М. Кудрінська</i>

Підписано до друку 08.04.2024. Формат 60 x 84/16.

Папір офсетний. Друк різнографічний.

Ум.-друк. арк. 23,4. Обл. вид. арк. 25,2. Зам. Н-029.

Видавництво та друкарня Чернівецького національного університету
58002, Чернівці, вул. Коцюбинського, 2

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК №891 від 08.04.2002 р.