

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
ПРИРОДНИЧО-ГУМАНІТАРНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Кирлик Д.В., Калинич І.В., Пічкарь Л.І.

ОСНОВИ

КАРТОГРАФУВАННЯ

КУРС ЛЕКЦІЙ

Складено у відповідності з робочою навчальною програмою для фахових
коледжів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Ужгород

2024

УДК 528.9 (75,8)

К 43

Основи картографування. Курс лекцій. Для студентів природничо – гуманітарного фахового коледжу спеціальності 193 Геодезія та землеустрій // Укладачі: Кирлик Д.В., Калинич І.В., Пічкарь Л.І. – Видавництво УжНУ «Говерла», 2024. – 144 с.

Рецензенти:

Іван Продпнець - директор ЗРФ ДП «УкрДАГП»

Леонід Шевчук - директор ПП «ТІСА»

Рекомендовано до друку

*Рекомендовано до друку та опублікування Вченою радою ДВНЗ "УжНУ"
(протокол №7 від 28 травня 2024 р.)*

*Розглянуто на засіданні циклової комісії природничо – гуманітарного фахового
коледжу ДВНЗ «УжНУ»*

(протокол №7 від 26 лютого 2024 року)

*Розглянуто на Вченій раді географічного факультету ДВНЗ «УжНУ»
(протокол №10 від 9 травня 2024 року)*

Курс лекцій розроблено у відповідності з програмою курсу. З врахуванням сучасного стану в галузі картографування.

Навчальний матеріал оформлений у вигляді 11-х текстів лекцій з них числу та в послідовності, записаний у календарному плані дисципліни. Зміст лекцій відповідає робочій навчальній програмі. Обсяг лекцій складає 24 навчальних години.

Курс лекцій орієнтований на студентів 3-го та 4-го року навчання. В лекціях викладені вихідні поняття картографії, як науки, як засоби геодезичного дослідження геометрії Землі та топографічного опису її територій у відповідних системах координат. Наведені визначення, призначення й класифікація карт і атласів, їх математична основа й способи картографічного зображення. Висвітлено поняття картографічної генералізації, картографічних джерел та їх класифікації, розкрита технологія створення карт, Викладені методологічні основи цифрового картографування. Справжнє видання призначене також для розширення та поглиблення того реального обсягу навчальних відомостей по основах картографії, який можна методично правильно викласти на лекціях в аудиторії у супроводі або без застосування технічних засобів навчання.

© Кирлик Д.В., Калинич І.В., Пічкарь Л.І., 2024 р.

© УжНУ, 2024р.

ЗМІСТ

	ВСТУП.....	6
Тема 1.	ЛЕКЦІЯ 1.	
	ВИЗНАЧЕННЯ КАРТОГРАФІЇ, ЇЇ СТРУКТУРА	7
	1.1.Картографія та її зміст, розділи картографії.....	7
	1.2.Зв'язок картографії з іншими науками.....	11
Тема 2.	ЛЕКЦІЯ 2.	
	КОРОТКИЙ НАРИС ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ	
	КАРТОГРАФІЇ.....	13
	2.1 Історія розвитку світової картографії.....	13
	2.2 Розвиток картографування в Україні.....	17
	2.3 Сучасний стан і перспективи розвитку картографії	
	України.....	20
Тема 3.	ЛЕКЦІЯ 3.	
	КАРТА ТА ІНШІ ГЕОЗОБРАЖЕННЯ.....	22
	3.1. Карта, її визначення, елементи карти.....	22
	3.2. Властивості та карти функції карти.....	26
	3.3. Класифікація географічних карт.....	28
	3.4. Інші моделі земних об'єктів чи процесів.....	32
	3.4.1.Географічний глобус.....	34
Тема 4.	ЛЕКЦІЯ 4-5.	
	МАТЕМАТИЧНА ОСНОВА КАРТ.....	38
	4.1 Масштаб картографічних творів. Спотворення	
	картографічного зображення.....	38
	4.2. Картографічні проекції, їх класифікація та аналітичне	
	вираження.....	44
	4.2.1.Азимутальні проекції.....	51
	4.2.2.Циліндричні проекції.....	53
	4.2.3.Конічні проекції.....	55
	4.2.4.Поліконічні проекції.....	57
	4.2.5.Псевдоциліндричні і псевдоконічні проекції.....	57
	4.2.6.Умовні проекції.....	58
	4.3 Вибір і розпізнавання картографічних проекцій.....	59
	4.4. Разграфлення, номенклатура і рамки карти.....	60
	4.5. Компонування. Орієнтування картографічних сіток.....	67
	4.6.Геодезична основа топографічних карт.....	67
	4.6.1. Визначення прямокутних координат точок за	
	топографічною картою.....	70
	4.6.2. Кути напрямків і зв'язок між ними. Визначення кутів	
	направків на топографічній карті.....	71

Тема 5.	ЛЕКЦІЯ 6.	
	КАРТОГРАФІЧНІ УМОВНІ ЗНАКИ І СПОСОБИ	
	КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ	85
	5.1. Умовні знаки топографічних карт.....	85
	5.2. Способи картографічного зображення.....	88
	5.3. Надписи на картах.....	95
Тема 6.	ЛЕКЦІЯ 7.	
	ЗОБРАЖЕННЯ РЕЛЬЄФУ	97
	6.1 Особливості зображення рельєфу.....	97
	6.2 Перспективні зображення	97
	6.3 Спосіб висотних відміток.....	98
	6.4 Спосіб горизонталей.....	98
	6.5 Гіпсометричний спосіб.....	98
	6.6 Пластичні способи.....	99
	6.7 Стереоскопічні способи.....	99
	6.8 Блок-діаграми, рельєфні моделі, рельєфні карти, цифрові моделі рельєфу (ЦМР)	100
Тема 7.	ЛЕКЦІЯ 8.	
	КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ.....	101
	7.1 Сутність та зміст генералізації.....	101
	7.2 Фактори генералізації.....	102
	7.3 Способи генералізації.....	103
	ЛЕКЦІЯ 9.	
Тема 8	КАРТОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. ДЕРЖАВНІ	
	СТАНДАРТИ КАРТОГРАФІЧНИХ ТЕРМІНІВ ТА	
	ВИЗНАЧЕНЬ. КАРТОГРАФІЧНА ТОПОНІМІКА.....	105
	8.1. Картографічна служба інформації. Картографічна бібліографія.....	105
	8.2 Стандартизація термінів і визначень з картографії.....	106
	8.3 Картографічна топоніміка.....	107
Тема 9.	ЛЕКЦІЯ 10.	
	ПРОЕКТУВАННЯ, СКЛАДАННЯ ТА ВИДАННЯ КАРТ....	109
	9.1. Картографічні джерела.....	109
	9.2. Проектування карт.....	110
	9.3. Складання та редагування карт.....	112
	9.4. Підготовка до видавництва і видавництво карт.....	114
	9.5. Оновлення карт.....	115
	ЛЕКЦІЯ 11.	
Тема10.	ЗАСТОСУВАННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРІВ У	
	НАУКОВІЙ І ПРАКТИЧНІЙ РОБОТІ.....	118
	10.1 Карта як засіб пізнання дійсності. Картографічний метод дослідження.....	118
	10.2 Аналіз та оцінка карт	118
	10.3 Прийоми і способи картографічних досліджень.....	120

	ЛЕКЦІЯ 12.	
Тема11	АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРІВ.....	123
	11.1 Загальні положення.....	123
	11.2 Основні етапи і процеси автоматизованого створення карт.....	125
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	141

ВСТУП

„Основи картографування” є однією з професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій».

Картографію вважають науку про відображення й дослідження просторового розміщення і взаємозв'язків природних та суспільних явищ, а також їх змін у часі через образно-знакові моделі (картографічні зображення), які відтворюють ті чи інші сторони дійсності. Картографія ставить за мету всебічне вивчення сутності географічних карт, розробку методів і процесів їх створення та використання. Картографічні матеріали служать потужним знаряддям вивчення земельно-ресурсного потенціалу, їх цілеспрямованого перетворення, розвитку господарства і умов проживання населення. Програма і зміст цієї дисципліни традиційно націлені на формування у студентів глибокого розуміння картографічної форми подання знань про реальний світ, її можливостей у розкритті особливостей і закономірностей просторового розміщення об'єктів світу, відображення їх якісних і кількісних ознак, виявленні зв'язків між складовими оточуючого середовища. Ці знання є підґрунтям для вивчення за картографічними творами реального світу, застосування їх у польових і камеральних дослідженнях під час навчальних і виробничих практик в подальшій професійній діяльності.

Зміст лекцій відповідає робочій навчальній програмі. Обсяг лекцій складає 24 навчальні години, який підкріплюється лабораторними та практичними заняттями в обсязі 20 навчальних годин. Наприкінці кожного розділу з метою закріплення навчального матеріалу подані контрольні запитання.

При розробці курсу лекцій використані відповідні навчальні видання останніх випусків, названі у списку літератури, а також науково-технічні публікації. Цей курс лекцій орієнтований на студентів 3-го та 4 - го року навчання. У лекціях наведена характеристика картографічних образно-знакових просторових моделей, математична основа побудови географічних карт. Висвітлено поняття картографічної генералізації, картографічних джерел та їх класифікації, розкрита технологія створення карт, Викладені методологічні основи цифрового картографування. Це видання призначене також для розширення та поглиблення того реального обсягу навчальних відомостей з картографії, який можна методично правильно викласти на лекціях в аудиторії у супроводі чи без застосування технічних засобів навчання.

Надалі планується доопрацювання даного видання на основі досвіду викладання та сприйняття студентами навчального матеріалу.

ЛЕКЦІЯ 1.

ТЕМА 1. ВИЗНАЧЕННЯ КАРТОГРАФІЇ, ЇЇ СТРУКТУРА

План лекції:

- 1.1. Картографія та її зміст, розділи картографії
- 1.2. Зв'язок картографії з іншими науками

Література:

1. А.П.Божок, Л.Є.Осауленко, В.В.Пастух. Картографія. Підручник. — Київ: Фітосоціоцентр, 1999. — 252 стор.
2. Запара Л. Г. Конспект лекцій з курсу «Картографія з основами топографії» (для студентів денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування») / Л. Г. Запара; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. — Х.: ХНАМГ, 2011. — 54 с.
3. Земледух Р. М. Картографія з основами топографії: Навч. посібник. - К., Вища школа, 1993. - 456 с.

1.1. Картографія та її зміст, розділи картографії.

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

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

Картографія — область науки, техніки і виробництва, що охоплює вивчення, створення і використання картографічних творів.

Картографічний твір — це твір, головною частиною якого є картографічна модель реального світу.

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

вузах і науково-виробничих організаціях. При всіх відмінностях обидві школи тісно співпрацюють у своїй роботі.

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

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

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

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

Є й інші концепції, що поєднують різні точки зору. **Метакартографія** - теорія картографії, заснована на логіко-філософських принципах відображення (А.Ф.Асланікашвілі). **Картологія** - теорія, котра поєднує уявлення про комунікативні і модельних функціях картографії (Л.Ратайскій).

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

Отже, *предметом картографії* є вивчення, складання, видання і використання карт та інших картографічних творів.

Розділи картографії

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

Загальна теорія картографії (теоретична картографія) - включає поняття про предмет і метод картографії, вивчає питання методології створення та використання карт, картознавство - загальне вчення про картографічних творах.

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

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

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

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

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

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

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

Картографічна інформатика. Картобібліографія - розділ, що вивчає і розробляє методи збору, зберігання і доведення до споживачів інформації про картографічних творах і джерелах, їх систематизація, складання каталогів, покажчиків, списків, оглядів картографічних творів.

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

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

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

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

Складовою частиною поняття "картографія" є слово "карта" (в перекладі з грецької означає аркуш папірусу для письма), яким позначають особливу форму фіксування знань про оточуючий світ. Цю форму, завдяки притаманним тільки їй ознакам, легко відрізнити від інших форм закріплення знань людини: вербальної, чи описової природньою мовою, математичної та ін. В наведеному вище стандартному визначенні відмічені різні за змістом і прийомами вирішення напрямки діяльності людини: наукові дослідження і розробки,

технічне забезпечення картографічних робіт, працю по безпосередньому виготовленню картографічної продукції.

Географи основну увагу приділяють науковому напрямку картографії. З цієї точки зору 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 будь-яких сторін реального світу. Таке визначення вказує на предмет наукової картографії, на те, що вивчає ця наука. 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 об'єкти (географії, біології, фізики, історії та ін.). Слід відмітити, що об'єктом можуть бути предмети (будь-які конкретні матеріальні утворення реального світу, що сприймаються органами чуття людини), їх стан, ситуація, зумовлена певними обставинами чи умовами, явища (будь-які вияви змін, перетворень та ін., що відбуваються в навколишньому середовищі).

Як кожна наука, картографія має свої методи вирішення наукових і практичних завдань — це 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. Тобто коло інтересів картографії не обмежується відображенням реального світу, а й включає дослідження останнього за допомогою притаманних тільки їй засобів, що дозволяє віднести картографію до пізнавальних наук.

Невід'ємною складовою сутності будь-якої науки є отримані нею знання та способи їх подання. Картографія фіксує знання шляхом створення картографічних моделей, основним видом яких є карта.

Сучасну картографію складає система наукових і технічних дисциплін (розділів), зміст яких визначається завданнями, котрі цими розділами вирішуються. Теорія картографії (картознавство, вчення про карту) — розділ, що розглядає предмет і методи картографії, окремі питання, пов'язані зі створенням та використанням карт: картографічне відображення дійсності, його можливості й особливості зображення різних об'єктів, картографічні джерела; загальну методику використання картографічних творів у наукових і практичних цілях; історію картографічної науки, розвитку її технічної бази і методів створення і застосування карт та інших картографічних творів.

Математична картографія займається математичним обґрунтуванням картографічних моделей, розробкою математичних методів побудови картографічних сіток, виявленням спотворень зображення та їх розподілу тощо.

Проектування і складання карт — розділ, присвячений теоретичним основам, методам і технології лабораторного створення географічних карт, питанням науково-технічного керівництва цими роботами.

Оформлення карт і картографічна семіотика — розділ, в якому розглядаються теорія зображувальних засобів картографії і принципи розробки

елементів картографічних умовних знаків (картографічної мови); правила побудови знакових систем та користування ними (картографічний синтаксис), співвідношення знаків і об'єктів, що подаються на картах (картографічна семантика), інформаційні можливості знаків, сприйняття їх пізнаючим суб'єктом (картографічна прагматика); питання художнього проектування карт, їх кольорового чи штрихового оформлення тощо.

Видання карт — технічна дисципліна, що вивчає і розробляє технологію друкування, розмноження (тиражування), поліграфічного оформлення картографічних творів.

Цілком зрозуміло, що наведена вище структура картографії визначена за предметом дослідження — карта, методи її створення тощо. Поряд з таким членуванням картографії існує її галузевий (тематичний) поділ відповідно до особливостей картографування — комплексу робіт по створенню карт, які розрізняються за об'єктами картографічного вивчення, технічним оснащенням, методами проведення, організацією, отриманими результатами.

Види картографування можна поділити:

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

1.2.Зв'язок картографії з іншими науками.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Контрольні питання:

1. Чим займається наука «картографія»?
2. Що є предметом «картографії»?
3. Що ми називаємо «картографічним твором»?
4. Які є теоретичні концепції - системи поглядів на предмет і метод картографії?
5. Розділи картографії та їх особливості?
6. Які є види картографування?
7. З якими науками має зв'язок картографія?
8. Які результати взаємозв'язків картографії з іншими науками?

ЛЕКЦІЯ 2

ТЕМА 2.КОРОТКИЙ НАРИС ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ КАРТОГРАФІЇ

План лекції:

- 2.1 Історія розвитку світової картографії
- 2.2. Розвиток картографування в Україні
- 2.3. Сучасний стан і перспективи розвитку картографії України

Література:

- 1. *Жупанський ЯЛ. Історія географії в Україні. Львів, Світ, 1997 р.*
- 2. *Топографія з основами геодезії (за ред. А. П. Божок) - К. Вища школа, 1995 - 275с.*
- 3. *А.П.Божок, Л.Є.Осауленко, В.В.Пастух. Картографія. Підручник.— Київ:Фітосоціоцентр,1999.—252стор.*

2.1 Історія світової картографії

Картографія належить до числа древніх галузей знань, існуючих уже на протязі декількох тисячоліть. Розвиток її тісно пов'язаний з розвитком географії, астрономії і геодезії. Географічні відкриття і дослідження, а також геодезичні виміри території і астрономічні визначення положення окремих точок на Землі дають матеріали, які служать для складання карт, при цьому рівень розвитку географії, геодезії і астрономії відбивається на повноті і точності складених карт.

Для того щоб добре знати картографію, щоб правильно оцінити сучасні досягнення і розуміти шляхи подальшого розвитку цієї науки, необхідне глибоке вивчення історії її розвитку

Історія розвитку картографії вивчається по збережених старих картах, кресленнях і описах до цих творів.

Картографія належить до числа древніх галузей знань, існуючих уже на протязі декількох тисячоліть. Розвиток її тісно пов'язаний з розвитком географії, астрономії і геодезії. Географічні відкриття і дослідження, а також геодезичні виміри території і астрономічні визначення положення окремих точок на Землі дають матеріали, які служать для складання карт, при цьому рівень розвитку географії, геодезії і астрономії відбивається на повноті і точності складених карт.

Основними причинами появи і удосконалення картографії є практичні потреби людського суспільства, які виникли в зв'язку з розвитком сільського господарства, промисловості, торгівлі, воєнної справи, управління і т. д.

Стародавній період розвитку картографії.

Картографічні твори появилися ще за декілька тисячоліть до нашої ери в давніх рабовласницьких державах Сходу. Задовго до нашої ери Далекий Схід був обстежений і відтворений географами Китаю. За тисячу років до нашої ери в Китаї існувала установа для виконання зйомок.

Малюнки місцевості, виконанні за три тисячі років до нашої ери, знайдені на Північному Кавказі і в Єгипті. Для землеробства в Єгипті потрібна була значна сітка іригаційних споруд. Будівництво цих споруд, закріплення земель за її власниками, розрахунок податків на землю, все це потребувало опису

землі, які іноді складали у вигляді креслень. У Вавилоні і Єгипті назбиралось досить значних відомостей про навколишні країни, з якими єгиптяни і вавілоняни вели війни і мали торгові і дипломатичні відносини. Знайдений план м. Вавилон, на глиняній дошці.

В результаті знайомства з навколишніми територіями з'явилися їх дрібномасштабні карти. Збереглась древня карта (2500 років до нашої ери), виконана на глиняній дощечці. Ця карта має вказані сторони світу. На ній нанесені гори і ріки, впадаючі в море. Всі об'єкти підписані номенклатурними і географічними назвами. Збереглась також карта більш пізня (VII ст. до н. е.), на якій показано Вавилонію і Ассирію. Суша показана на цій карті плоским кругом омитим водою. На карті показана ріка Євфрат, ряд дрібних міст - у вигляді кружків і місто Вавилон - у вигляді чотирикутника.

Відома карта золотих копалень, складена за 1400р. до нашої ери і охоплююча територію між р. Ніл і Червоним морем. На карті відтворені дороги, будинки, храми, басейн для промивання руди.

Картографія Стародавньої Греції, і Стародавнього Риму. Значного розвитку досягла картографія, як і інші галузі науки, в Стародавній Греції в VI-IV т. до н. е. Древні греки користувались значними географічними даними відносно багатьох країн, перш за все країн Середземноморського басейну, з якими вони вели жваву торгівлю. Грецькими колоніями були усіяні береги Середземного моря і суміжних до нього морів - Чорного, Егейського, Мармурового і ін. Ці колонії були в Єгипті, Італії, Криму, Малій Азії, на Кавказі. Туди переселялись із Греції селяни і ремісники, розорені конкуренцією дешевої рабської праці. Колонії торгували з Грецією і іншими державами продуктами ремесла і сільського господарства, а також рабами і вели війни з метою захоплення землі і рабів.

Війни, торгівля, колонізація, мореплавство, жваві відносини з іншими державами і народами - все це збагатило географічний кругозір греків, викликало живий інтерес до географічних знань і потребу в їх узагальненні. Поширення географічних знань дало можливість грецьким ученим робити цікаві висновки по ряду питань, віднесених до загального вигляду Землі. *Перше припущення про загальний вигляд Землі* найшло відтворення в карті, складеній Анаксимандром із Мілета в VI ст. до н. е. Карту Анаксимандра переробив за рахунок нових даних його послідовник Гекатей із Мілету (V ст. до н. е.).

В праці Гекатея "Землеопис" він описує форму Землі. Аристотель (IV ст. до н. е.), дав опис Землі, як кулі. Він вважав, що Земля в просторі нерухома.

Великі роботи по геодезії, астрономії, картографії дав голова Олександрійської бібліотеки Ератосфен (276-195 р. р. до н. е.). Він написав книгу "Географія", в якій детально описав відому в той час людям земну поверхню, і наніс її на карту. Його карта уже мала паралелі і меридіани, проведені через деякі географічні пункти. Ератосфен рахується першим геодезистом, так як він вперше провів виміри довжини дуги меридіану для визначення розміру Землі. Він вирахував дугу меридіану між м. Сієною і Олександрією, спостерігаючи широту місцевості по Сонцю.

В другому столітті до нашої ери ідея про кулястість Землі стала витіснити поняття про плоску ойкумену. Перша карта з врахуванням кулястості Землі була складена Маріном Тірским. В II ст. до н. е. Кратес виготовив перший глобус.

Карти в епоху середньовіччя. Падіння Римської імперії у V ст. загальмувало розвиток топографії і картографії. Проте наука розвивалася. Арабський халіфат з центром у Багдаді був більшим за колишню Римську імперію. Араби наслідували культуру греків, римлян, Єгипту. Для визначення розмірів Землі вони виміряли в Сирії довжину дуги 2° меридіана. У X ст. було створено комплект з 21 карти із зображенням тодішнього мусульманського світу.

В Єгипті - XIV-XV ст. розвиток картографії пов'язаний із зародженням і розвитком нового, капіталістичного суспільства.

Наприкінці XV ст. у зв'язку з великими географічними відкриттями активізується розвиток географічних наук. Карти були потрібні для плавання через океан. Поряд з навігаційними інструментами моряки почали використовувати для орієнтування глобуси. Один з них, що зберігся до наших днів, виготовив у 1492р. німецький географ і астроном Мартін Бехайм, який брав участь в експедиціях португальців поблизу берегів Африки. Глобус Бехайма (Яблуко Землі) побудований за картами Птолемея з доповненнями й уточненнями, внесеними португальськими експедиціями.

Наприкінці XV ст., з утворенням Російської централізованої держави і ліквідації роздрібнених феодальних князівств, виникла потреба в деталізованих картах країни.

Приблизно у 1600р. (1598) за вказівкою царя Івана IV було складено першу рукописну детальну карту Московської держави - "Большой Чертеж всему Московскому государству", яку протягом XVI-XVII ст. декілька разів перекреслювали і доповнювали новими даними. За "Большим Чертежом" (1627 р.) та картою доріг від Москви до Криму ("чертеж полю до перекопи") було створено докладний опис Російської держави, названий "Книга Большому Чертежу". Її копії збереглися до наших днів.

У 1698 р. російський географ Семен Ульянович Ремезов видав рукописну карту "Чертеж всех сибирских городов и земель", а в 1701 р. - перший у Росії географічний атлас Сибіру - "Чертежная книга Сибири" з 23 карт.

Картографування нового часу.

Розпад феодалізму і розширення капіталістичного способу виробництва у другій половині XVII і в першій половині XVIII ст. сприяли розвитку в країнах Західної Європи науки і техніки, зокрема топології та картографії. У 1609р. Г. Галілей винайшов астрономічну трубу, а голландський математик і фізик В. Снелліус у 1615 р. для визначення довжини земного меридіану скористався методом тріангуляції. Проте зроблені ним вимірювання були неточними через недосконалість кутомірних приладів.

У Росії створювати карти на науковій основі стали за царювання Петра I, через її економічну і політичну відсталість. З перетворенням Росії у велику

морську державу почалися географічні дослідження морів та річок. У 1703 р. вийшли у світ Атлас річки Дону, Азовського, Чорного та Балтійського морів, а у 1720 р. - карта Каспійського моря. У 1719-1722 рр. склали карти північно-східних морів, Курильських островів і протоки між Азією й Америкою (Берінгової протоки). До 1744 р. суцільна зйомка була проведена на 40% території тогочасної Європейської Росії. У 1734 р. вийшов перший друкований "Атлас Всеросійської імперії" І. К. Кирилова.

Географічний департамент Академії наук під керівництвом М. В. Ломоносова видав у 1745 р. "Атлас Російської держави". М. В. Ломоносов увів термін "економічна карта" та багато зробив для вдосконалення і створення карт, збільшення кількості опорних астрономічних пунктів.

З 1765 р. у Росії почалося генеральне межування земель міст, сіл та дворян-землевласників. Знімання проводили геодезисти - випускники Морської академії, а потім землеміри, які набували кваліфікації у Московському землемірному училищі, відкритому в 1779 р. (згодом був перетворений в Межевий інститут). Плани складали в масштабі 1:8400 (в 1 дюймі 100 сажнів), а карти повітів - у масштабі 1:4200 (в 1 дюймі 1 верста). Генеральне межування тривало близько 100 років і охопило Європейську Росію та Крим. Результати генерального межування використовували для складання загальнодержавних карт Росії.

Армія потребувала великомасштабних карт із зображенням не тільки географічних об'єктів, а й рельєфу. В зв'язку з потребою визначення за картами кутів нахилу (крутизну схилів), відносної та абсолютної висот точок місцевості, точного відтворення особливостей поверхонь, умов проходимості, тощо, з першої половини ХІХ ст. рельєф почали зображувати не способом штрихів, а горизонталями.

Швидкий розвиток науки, промисловості та сільського господарства зумовив потребу в тематичних картах. Створювалися карти геологічні, кліматичні, ґрунтові, економічні тощо. На карту наносилися результати досліджень, її використовували як метод виявлення закономірностей розміщення досліджуваних об'єктів та явищ, для встановлення взаємозалежності та зв'язків явищ між собою і навколишнім середовищем. У ХІХ ст. в Росії, як і в країнах Зарубіжної Європи, все ширше стало розвиватися тематичне картографування.

О. А. Тілло (1830-1899) у 1899 р. склав гіпсометричну карту європейської частини Росії, на якій вперше правильно були зображенні Середньоросійська та Приволзька височини (так їх назвав учений).

Особливо велике значення мали роботи В.В. Докучаєва по ґрунтовому картографуванню, П.П.Семенова-Тянь-Шанського по картографуванню економіки і населення. Перші гіпсометричні карти азійської частини Росії створенні Ю. М. Шокольським (1856-1940) визначним ученим в галузі океанології, картографії та метеорології.

2.2 Розвиток картографії в Україні.

Картографічні відомості про Україну до XVII ст.

Найдавнішою (близько 14 000 років) картою знайденою на теренах України, є мапа, вирізана на уламку бивня мамута з Межиріцької стоянки. Зараз, ця неповторна знахідка виставляється у Національному науково-природничому музеї НАН України.

Однією з найдавніших карт, яка стосується території України, є, очевидно, карта із грецькими назвами узбережжя Чорного моря від Варни до Керчі, що збереглася на щиті римського воїна, знайденого над Євфратом. В епоху Київської Русі картографічні відомості про територію сучасної України знаходимо в арабського географа Ель-Ідрісі, іспанського монаха Беатуса (776 р.), Ербсторський та Герфордський картах світу (XIII ст.), порталанах Чорного моря, картах К.Птолемея (Восьма карта Європи та Друга карта Азії, з XIII по XVIII ст.) та Касторіуса.

В середні віки, коли Україна входила до складу Литовської держави, а потім Речі Посполитої, знаходимо докладні описи України в Зигмунда Гербейштейна (1549 р.), Еріха Лясоти. Територія України відображена на двох картах Бернарда Чаковського; він же був співавтором карти Марка Бенвентанського (1507 р.), де зображена територія України до Дніпра, та карта Мартіна Вальдземюллера (1513 р.). Першою картою, яка охоплювала Українські землі на схід від Дніпра і на південь до Чорного і Азовського морів, була карта Московії італійця Баттісти Анґезе (1548 р.). Вона була основою для пізніших карт Московії Гастальді та Русцері. На карті А.Віда (1555 р.) подано східні та південно східні землі України, А.Дженкінсона (1570 р.) - Центральна, Східна Україна та Чорне море, В.Гродецького - західноукраїнські землі, Гепарда де Йоде (1578-99 рр.) - Причорномор'я, М.Бродовського (1595 р.) - Західна Україна, А.Пассаротті (1607 р.) - Львів та його околиці, Я.Альпнек (бл. 1605 р.) видав "топографію міста Львова".

Першими картами українських земель, виконаними на основі топографічних вимірів, були карти Т. Маковського (4 аркуші масштабу 1:300000 північніше лінії Снятин-Кам'янець-Брацлав-Черкаси) та де Біплана - французького інженера та військового топографа, який у 1650 р. видав "Опис України...". Карти Гійома де Боплана в масштабі 1:452000 (8 аркушів) видані в Данцигу і Амстердамі, а в Парижі доповнені аркушем на Волинь (видана Сансоном).

В 1651 р. вперше видана генеральна карта України Гійома де Боплана масштабу 1:1800000. Ще одна його карта (Дніпра) опублікована у "Великому атласі" (1659-72 рр.) Блавом на трьох аркушах в масштабі 1:225000 (2 арк.) і 1:452000. Видатною працею кінця XVII ст. є атлас Дону з картами Чорного та Азовського морів К.Крейда, певний інтерес складає карта України та Чорного моря Ю.Ф.Менгдена і Я.Бруса (1699 р.). За гетьманування І.Мазепи в Україні розпочато топографічні знімання території окремих полків. Оригінальною є карта "Чертежь украинским и черкасским городамь от Москвы до Крыма". Близько 1685 р. створено карту "Чертежь Крыма и Азовского моря".

Перші вітчизняні друковані карти були опубліковані у 1661р. в "Патерику Києво-Печерському" - карти "Зображення печери преподобного Феодосія" та "Зображення печери преподобного Антонія".

З 1654 р. Лівобережна Україна перебуває в складі Російської імперії. З 1720 р. розпочаті роботи по державному картографічному зніманню на основі астрономічних розрахунків. В 1734 р. Іван Кирилов видає перший том атласу Росії, в 1745 р. АН Росії "Атлас Российской империи". При проведенні генерального межування в 70-80-х роках XVIII ст. складено карти Київської, Новоросійської та Азовської губерній.

Картографування нового часу в Україні. Після третього поділу Польщі більшість українських земель об'єдналися. В 1845 р. в Петербурзі засноване "Всероссийское географическое общество". Південно-Західний його відділ працює в Україні. З'являються перші геологічні карти: Феофілактові Київської губернії (1:420000) і Києва (1:16800), Лутугіна Донбасу (1:420000); на західноукраїнських землях подібні карти складені геологами Австрії та Польщі.

Нового поштовху зазнали топографо-геодезичні роботи. У 1836-38 рр. здійснене нівелювання між Азовським та Каспійським морями. До 1855 р. закартовано всю територію російської частини України. Запроваджується мензульне знімання на основі триангуляційних вимірів.

На західноукраїнські землі складено польські карти масштабу 1:700000 та австрійські масштабу 1:520000. Більшість природних та всі соціально-економічні об'єкти на карти не наносилися, а описувалися у додатках; карти давали найзагальнішу картину природи території.

На початку XIX ст.. проведене суцільне державне мензульне знімання у масштабі 1:42000-1:84000 смугами шириною 2-5 км у вигляді ходів. В цей час на території України видано 508 аркушів масштабу 1:126000 і перша дорожня карта масштабу 1:840000 (100 аркушів), на яких рельєф зображений способом штрихів.

В 1875 р. виконано зв'язок триангуляції Австрії та Росії. Це дало можливість до 1890 р. вкрити всю територію Росії астрономічними пунктами I класу. Саме на основі триангуляційних робіт, проведених на трасі Пулково-Миколаїв, О.Тілло видав гіпсометричну карту Європейської Росії (1889 р.). У 1904-1910р.р. проведені високоточні нівелірні роботи на трасі Чорне-Каспійське море, а у 1913 р. на трасі Петроград-Одеса (Балтійське-Чорне моря).

На початку XX ст. на основі знімань в Росії, Австро-Угорщині і частини в Німеччині були створені основні топографічні та оглядово-топографічні карти українських земель.

Перші Українські навчальні карти були, очевидно, видані у Львові: карта І.Шараневича "Львів за часів панування руських князів" (1861 р.).

Українська картографія новітніх часів. Після проголошення УНР Українським геодезичним управлінням видано 54 аркуші державної "спеціальної-" карти України масштабу 1:420000 і 4 аркуші масштабу 1:1050000. Фізична карта України П. Тутковського видана в масштабі 1:1680000. В 1925 р. товариство "Укрповітряшлях" розпочало

аерофототопографічне знімання території України. З 1928 р. продовжені триангуляційні роботи на трасі Пулково-Миколаїв під керівництвом Ф.Красовського.

На західноукраїнські землі складено карти: польські (1:100000 тактична, 1:25000, 1:300000 оперативна, 1:500000 польотна, 1:1000000), чехословацька на австрійській основі (1:25000, 1:75000, 1:200000, 1:750000), румунські (1:20000, 1:100000, 1:200000, 1:500000).

Активно розвивається тематичне картографування. Найвидатнішими картографічними творами цього періоду є "Атлас електрифікації України" (1922 р.), схематичний "Кліматичний атлас України" (1927 р.), "Географічний атлас України" (1928 р.). Територія України знайшла своє відображення і на багатьох картах і атласах СРСР: "ГОЕРЛО" (1920 р.), БСАМ (1937 р.), "Промисловість СРСР" (1929 р.) тощо.

Розвиткові картографії сприяли праці директора Інституту географії і картографії АН України С.Рудницького (1877-1937). Видатною працею в ці роки став "Атлас України й суміжних країв" В.Кубійовича (Львів, 1937 р.). У післявоєнний період на всій території колишнього СРСР запроваджено систему координат 1942р. і Балтійську систему висот. Топографо-геодезичні та картографічні роботи базуються на матеріалах аерофото- та космічного знімання.

Традиційно потужним напрямом в тематичному картографуванні є розробка комплексних і синтетичних карт. Створено серію карт територіальних комплексних схем охорони природи (ТерКСОП) Донецької області, Дніпропетровська, Кривого Рогу, Дніпродзержинська. Ведуться роботи по створенню базових карт. У 1961 році завершене складання ґрунтових карт сільськогосподарських підприємств (1:10000), адмінрайонів (1:25000, 1:50000), областей (1:200000), видано "Атлас ґрунтів Української РСР" (1979 р.). Виходять у світ "Атлас сільського господарства Української РСР" (1958 р.), "Атлас палеогеографічних карт Української і Молдавської РСР" (1960р.), "Атлас Української і Молдавської РСР" (1964 р.), "Атлас складових теплового і водного балансу України" (1966р.), "Атлас особливо небезпечних для сільського господарства гідро кліматичних явищ на території Української РСР" (1968р.). У 80-х роках видані туристичні атласи "Крим", "Київ", "Українські Карпати", "Львів". Територія України детально відображена на багатьох картах і в атласах СРСР цього часу.

В 1992 році видано атлас "Українці. Східна діаспора", 1993-му - серію карт "Україна. Природне середовище та людина". Топографо-геодезичні та картографічні роботи виконуються під егідою Управління геодезії, картографії та кадастру (Укргеодезкарта) та створеного у 1991 році Інституту географії НАНУ.

Картографічна продукція випускається на Вінницькій державній картфабриці. Для забезпечення сучасних знімальних робіт і робіт по оновленню загально географічних й тематичних карт та створенню нових їх типів у 1995р. запущено перший український супутник "Січ-1".

2.3 Організація, сучасний стан і перспективи розвитку картографії України

Сучасний етап розвитку картографії України почався з проголошенням її державності в 1991 р. Вже 1 листопада того ж року Рада Міністрів прийняла постанову про утворення картографо-геодезичної служби, до якої віднесені підприємства, установи й організації колишньої картографо-геодезичної служби СРСР, розташовані на території України. Серед них науково-виробниче підприємство "Картографія", Українське аерогеодезичне підприємство, Державна картографічна фабрика, виробниче об'єднання "Аероприлад". Кількість установ служби збільшилася зі створенням науково-дослідного і виробничого центру космічної інформації "Природа" та Державного картографо-геодезичного фонду України. Керівним органом є Головне управління геодезії, картографії і кадастру (Укргеодезкартографія).

Україна стає членом Міжнародної картографічної асоціації. В той же час зберігаються зв'язки і розширюється на новій основі співпраця з відповідними службами країн СНД.

Україна має власні професійні кадри, їх готують Київський топографічний технікум і Київський національний університет імені Тараса Шевченка — учбові заклади з давніми традиціями. Випусники цих закладів працюють не тільки у виробничих установах і на підприємствах, а й у системі Національної академії наук (НАН), Міністерства освіти, Міністерства охорони навколишнього середовища, Державного комітету з геології і використання надр, Міністерства оборони, у видавництвах "Вища школа", "Освіта", "Українська енциклопедія" тощо.

Перспективи розвитку картографії в Україні пов'язані з інтенсифікацією наукових досліджень загальнотеоретичного і прикладного напрямків, розробкою нових видів картографічних творів, удосконаленням їхнього змісту, графічного оформлення та якості друку. Це вимагає оснащення картографічної науки і виробництва сучасними технічними засобами, винайдення досконалішої технології створення карт тощо.

Одним з конкретних завдань, які вирішуватиме вітчизняна картографія, є забезпечення держави загальногеографічними, насамперед топографічними картами, постійне оновлення їх. Необхідно також розвивати тематичну картографію, серед основних завдань якої маємо картографування природних умов і природних ресурсів надр, вод, ґрунтів, клімату, біосфери з метою забезпечення раціонального використання їх, екологічного становища на терені держави, процесів і явищ суспільного життя.

Ширше використання космічної інформації для підвищення якості, точності і достовірності карт, розширення їхньої тематики — ще один із напрямків подальшого розвитку картографії.

Перспективним завданням є задоволення потреб навчального процесу в загальноосвітніх школах, професійно-технічних училищах, ліцєях, гімназіях. Для цього потрібно створити шкільні карти і атласи з природознавства, географії рідного краю, України і світу, з історії України і світу. Потрібні стінні

карти по всіх курсах з географії, різні за тематикою глобуси тощо. Нових картографічних творів потребує й вища освіта.

Треба провести велику роботу із стандартизації географічних назв. Вона включає розробку наукових основ з методології найменування та транскрибування назв географічних об'єктів України, передачі українською мовою географічних назв зарубіжної території, назв космічних тіл тощо. Це забезпечить створення загальноукраїнського банку назв географічних об'єктів державною мовою, що позитивно позначиться на якості карт. Розроблятимуться питання картографічної інформатики і розвиватиметься інформаційно-картографічна служба, без якої все важче буде розбиратися в постійно зростаючій кількості картографічних творів, виявляти ті з них, які потрібні для конкретної роботи тощо.

Тобто, *важливим завданням перспективного розвитку української картографії є:*

- а) подальші територіальні пошуки з метою дослідження галузевих (компонентних) систем реальних об'єктів і територіальних систем, а також їх картографування для розв'язання проблем управління раціональним природокористуванням, господарства і соціальної сфери;
- б) розробка наукових основ системного картографування і картографічного моделювання, пошуки нових видів і типів карт, які глибоко і всесторонньо відображали б взаємозв'язки і динаміку природних і соціально-економічних явищ;
- в) розробка пакетів програм для автоматизованого створення інвентаризаційних карт на основі статистичних даних;
- г) широке використання матеріалів космічного знімання;
- ґ) формування нових напрямків тематичного картографування - еколого-географічного, медико-географічного, раціонального природокористування тощо.

Контрольні питання:

1. Які аспекти вивчення історії картографії слід розрізняти?
2. На які запитання дає відповідь історія картографії?
3. Які особливості мають картографічні твори первісного суспільства?
4. Які досягнення давньогрецьких вчених сприяли розвитку картографії?
5. Які особливості притаманні картам Давнього Світу?
6. Які особливості притаманні європейській картографії раннього середньовіччя?
7. З якими подіями пов'язаний і якими досягненнями відзначений розвиток картографії Європи кінця XV ст. — початку XVI ст. ?
8. Якими шляхами розвивалась картографія Європи у новий час?
9. Коли сформувалося сучасне розуміння картографії?
10. Які особливості розвитку картографії новітнього часу?
11. Як довго розвивається картографування теренів України?
12. Якими роботами з картографування України відзначене XVII ст. ?
13. Що відбувалося в картографуванні України в XVIII та XIX ст. ст. ?

ЛЕКЦІЯ 3

ТЕМА 3. КАРТА ТА ІНШІ ГЕОЗОБРАЖЕННЯ

План лекції:

- 3.1. Карта, її визначення, елементи карти
- 3.2. Властивості та карти функції карти
- 3.3. Класифікація географічних карт
- 3.4. Інші моделі земних об'єктів чи процесів
- 3.4.1. Географічний глобус

Література:

- 1. Войславський Л.К./ Навч. посібник. *Основи картографії*. - Харків: ХНАМГ. 2005. – 39с.
- 2. А.П. Божок, Л.Є. Осауленко, В.В. Пастух. *Картографія. Підручник*. — Київ: Фітосоціоцентр, 1999. — 252 стор.
- 3. Дудун Т. В., Тітова С. В. *Географічні карти та картографічний метод дослідження*. — К. : Вид-во КНУ, 2017. — Т. 2. *Картографічний метод дослідження*. — 150 с.

3.1. Карта, її визначення, елементи карти

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

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

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

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

На різних типах карт картографічне зображення різниться за багатьма ознаками. На топографічних картах зображують водні об'єкти, рельєф, рослинний покрив, ґрунти, населені пункти, шляхи сполучення і засоби зв'язку, деякі об'єкти промисловості, сільського господарства, культури тощо. На тематичних картах основним змістом є корисні копалини, ґрунти, тваринний світ, розміщення шкіл чи інших об'єктів. Берегова лінія, річкова мережа на тематичних картах є другорядними елементами, важливими для орієнтування і прив'язки до місцевості інших елементів змісту. Це — *географічна основа*. Вибираючи елементи географічної основи, враховують їх зв'язки з явищами, які

являють собою тему карти. Наприклад, на карті паливної промисловості відображають родовища горючих корисних копалин.

Будь-яка карта складається з таких елементів:

Математична основа зумовлює правила побудови на площині або іншого картографічного зображення сферичної поверхні Землі. Від неї залежать особливості подання геометричних ознак складових об'єктів, якими є довжина, ширина, площа, форма окремих об'єктів, а також відстань між об'єктами, напрямки, кути, що утворюють між собою певні напрямки чи лінійні елементи об'єктів, тощо. Саме математична основа забезпечує однозначність і безперервність зображення, а головне — його вимірність. Математичними елементами карти є масштаб, картографічні проекції, координатна сітка, а також елементи komponування і системи розграфлення. До математичної основи відносяться: картографічна проекція; система координат; сітка меридіанів і паралелей або сітка прямокутних координат, що встановлюють координатний зв'язок між об'єктами місцевості і їх зображеннями на карті; номенклатура аркуша карти; масштаб.

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

Легенда — це зведення використаних на карті умовних знаків і текстових пояснень до них, що розкривають її зміст. Легенда відображає застосовані показники об'єктів, ступінь узагальнення поданих на карті відомостей. Послідовність розміщення умовних знаків у легенді, їх підпорядкування, підбір зображувальних засобів відповідають існуючим науковим класифікаціям об'єктів картографування і правилам, за якими розміщують елементи легенди. Основна вимога до легенди – логічність і упорядкованість. Легенда повинна показувати співпідпорядкованість і залежність різних знаків. Це означає, що ієрархія умовних знаків, тобто порядок їхнього розташування в легенді від вищого до нижчого, повинна бути пов'язана з темою карти й особливостями картографованої території. Умовні знаки за родовими ознаками поділяють на групи. При згрупуванні умовних знаків за однією родовою ознакою легенда буде стовпчастою, а за двома – матричною. Легенда міститься на полях карти або на вільних місцях усередині рамки. Для багатоаркушних карт легенду друкують в окремій книзі.

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

фотознімки, рисунки, узагальнювальні кількісні показники, пояснювальні тексти тощо.

Додаткові карти мають відмінний від основної карти масштаб. У дрібнішому масштабі звичайно подають додаткову до змісту основної карти інформацію (наприклад, на фізичній карті може бути подана карта природних зон) або вказують розміщення поданої на карті території відносно суміжних регіонів (наприклад, певна область на карті держави). У збільшеному масштабі додаткові карти дають детальніше зображення ділянки, характеристики якої неможливо подати на основній карті в потрібному обсязі.

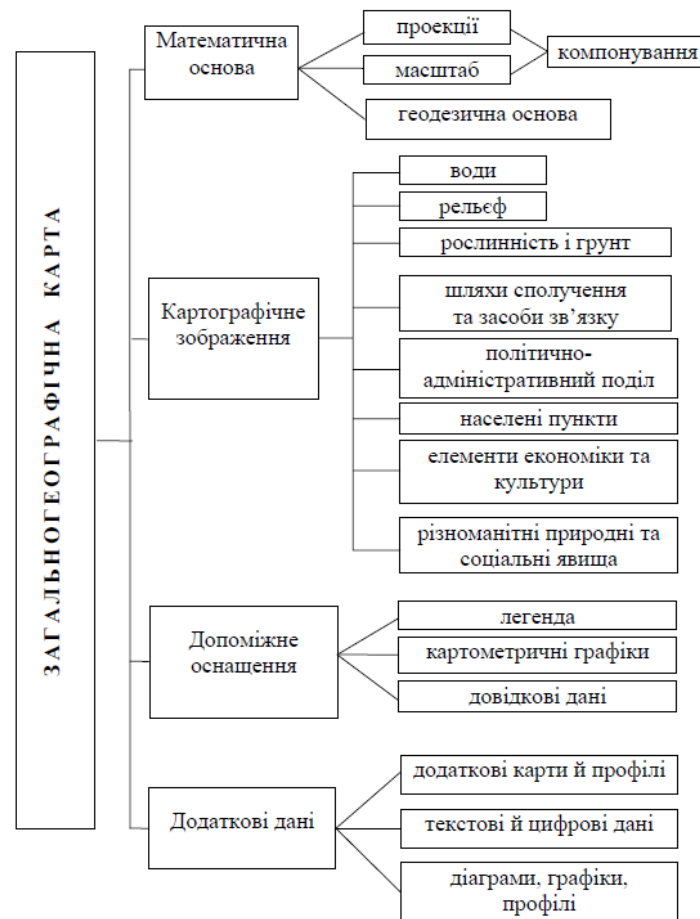


Рис 3.1. Схема елементів загальногеографічної карти

Згідно з сучасними загальнонауковими положеннями карта є плоскою просторовою, математично визначеною, генералізованою, образно-знаковою моделлю реального світу (окремих його частин чи сторін). Картографічна модель, як і інші моделі, будується за загальнонауковими принципами схожості, аналогії, системності, абстрагування, аналізу й синтезу, конкретизації тощо. Погляд на географічну карту як на модель сприяє більш повному розумінню її сутності, переосмисленню її властивостей, перш за все таких, як географічна відповідність між картографічним зображенням і об'єктами реального світу, геометрична точність і вимірність зображення, повнота змісту тощо, відомих з топографії.

Картографічна модель займає певне місце серед інших моделей, що створюються науками, здобутки яких у вивченні реального світу використовує картографія. Такими моделями є різні описи, теорії, гіпотези, аеро- та космічні знімки, таблиці, профілі, діаграми, математичні і логічні формули, рівняння, символи. Вивчення властивостей різних моделей, шляхів і способів створення їх дає підстави розглядати сукупність моделей як триступеневу систему. Її першу частину складають аеро- та космічні знімки, які служать вихідним матеріалом для багатьох інших моделей, другу — карти, що у свою чергу, містять інформацію для описів, створення математичних і фізичних моделей, будівництва профілів, розробки нових карт тощо, третю — решта моделей.

Значення карти. Географічні карти містять у собі величезний науковий матеріал. Вони є джерелом знань. Вдумливе вивчення фізичної карти дає загальне уявлення про всю природу території. Тому для практичної мети потрібні детальні карти рельєфу, ґрунтів, рослинності, кліматичні та ін.

У житті суспільства карти відіграють велику роль як ефективний засіб збереження та передачі просторової інформації. Вони супроводжують людину протягом усього її свідомого життя. Однак почерпнути інформацію з карт можна лише тоді, коли навчишся читати їх. Потреба в умінні читати карти обумовлена тим, що жодний вербальний (словесний) опис не може замінити картографічне зображення, бо тільки воно конкретизує уявлення про просторове розміщення будь-яких об'єктів, унаочнює закономірності розповсюдження їх і взаємозв'язки між ними тощо. Зважаючи на значення карт у багатьох галузях наукової та практичної діяльності, не можна не погодитися з думкою, відомих вчених, що сучасна людина разом зі знанням граматики і математики повинна мати й картографічні знання.

Відзначимо основні напрямки практичного застосування карт. Карти дозволяють вивчати будь-який об'єкт без відвідування його на місці безпосереднього розташування. Вони є носіями інформації про будь-який об'єкт реального світу.

Карти дають можливість орієнтуватися на місцевості, служать путівником при пересуванні на суші, в океані, повітрі чи космосі.

Карти є основою для інженерного проектування транспортних шляхів, об'єктів енергетичного, промислового та сільськогосподарського призначення, а також для організації території з урахуванням особливостей природного середовища, рівня її освоєння тощо.

За картами здійснюють державне і регіональне планування економічного і соціального розвитку, а також адміністративне і господарське управління територіальними утвореннями будь-якого рівня — від населеного пункту, до країни в цілому.

Карти є складовою забезпечення навчального процесу. В наш час вони не тільки ілюструють текст підручників, а й служать самостійним дуже ефективним засобом засвоєння знань не тільки з географії, а й інших дисциплін, що вивчають просторові особливості об'єктів реального світу (історії, екології тощо). Важко переоцінити роль карт як засобу наукових

досліджень. По картах відкрита географічна зональність природних явищ, схожість в обрисах материків, встановлені закономірності річних і вікових коливань магнітного поля, виявлені великі магнітні аномалії тощо. Кожне географічне дослідження починається з вивчення об'єкта і планування робіт за картами і закінчується створенням нових карт, що відбивають набуті знання. Вивчення за картами просторово-часових змін об'єктів дозволяє прогнозувати їхній подальший розвиток.

Отже, карти є скарбницею знань про реальний світ, які людина здобувала на всіх етапах розвитку суспільства (з цієї точки зору їх можна вважати своєрідним документом часу). Вони також є джерелом знань, засобом розповсюдження цих знань та вирішення багатьох завдань суспільного життя.

Значення атласів стає більш зрозумілим, якщо порівняти їх з окремими картами. Карти атласу органічно пов'язані між собою, доповнюють одна одну, що сприяє глибшій і різнобічнішій характеристиці об'єкта картографування. Важливим є те, що інформація на картах атласу подається в систематизованій, формалізованій і однаковій формі. Використовують атласи під час вивчення й оцінки природних умов та ресурсів певної території, для розробки планів раціонального розміщення об'єктів промисловості та сільського господарства, транспортних мереж тощо. Подібне значення мають і серії карт з різнобічною характеристикою території. Особливо цінною є можливість співставлення різних за змістом карт, що допомагає глибшому розумінню зв'язків між складовими об'єкта картографування (наприклад ґрунтами і рослинністю).

Глобуси як подібні моделі земної кулі найширше використовують під час вивчення географії в середній школі. Користуються ними в морській і повітряній навігації, під час польотів у космосі. За глобусами визначають найвигідніші шляхи сполучення. На космічних кораблях встановлюють невеликі глобуси, які обертаються таким чином, що верхня точка їх автоматично вказує місце на поверхні Землі, над яким пролітає корабель.

3.2. Властивості та функції карти

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

Властивості карти

1. Подібність в просторі й часі, що виявляється через:

- *геометричну подобу*, тобто відповідність форми і розмірів реального об'єкта і його зображення;
- *подобу в часі*, що означає правильну передачу стану і розвитку об'єктів і явищ на даний, вказаний на карті момент часу;
- *подобу відносин* - карта повинна давати уявлення про взаємне
- положення, територіальну співвідпорядкованість та зв'язки об'єктів реального світу.

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

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

4.Вибірковість (аналітичність) і синтетичність характеризується здатністю вичленити й роздільно представити ті фактори, процеси й аспекти об'єкта, які в реальній дійсності проявляються сумісно. З іншої сторони, карти можуть забезпечувати єдине цілісне зображення явищ й процесів, які в реальних умовах проявляються ізольовано. Аналітичність дає можливість подати на карті окремо те, що не існує окремо в дійсності, будь-які сторони буття, різні складові об'єктів і взаємозв'язки між ними (прикладом цього є карти температури повітря, тиску тощо).

Синтетичність картографічного зображення проявляється у створенні цілісного уявлення про те, що в реальних умовах можна розглядати вибірково. Так, на карті типів клімату синтезовано ряд показників (температури повітря, вологості, тиску, вітрів тощо), за якими виділяються ці типи.

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

- кількісні – вимір відстаней, координат, кутів, площ;
- якісні – віднесення об'єкта до тієї чи іншої класифікаційної категорії;
- бальні оцінки – присвоєння тому або іншому об'єкту чи його різновиду визначеної кількості балів.

6.Однозначність. Кожному об'єкту карти відповідає єдиний, цілком визначений об'єкт реального світу (але не навпаки - не всякий об'єкт реального світу відображається на карті). Ця властивість розглядається як просторова однозначність, коли будь-якій точці на карті з координатами X та Y відповідає тільки одне значення Z картографованого параметра. Разом з тим це і знакова однозначність, за якої будь-який умовний знак на карті має тільки одне зафіксоване в легенді значення. Будь-яка точка чи лінія на карті має лише один, зафіксований у легенді зміст.

7.Наочність і оглядовість. Можливість швидкого зорового сприйняття як усієї зображеної на карті території в цілому, так і її найбільш важливих та істотних елементів. Карта створює зорову модель території, відображає наявні знання про зображені об'єкти і явища, дозволяє знайти закономірності в їхньому розподілі на поверхні.

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

Кожен картографічний твір у процесі його використання виконує певні функції. Назвемо основні з них (*функції карти*).

Комунікативна. Зберігання і передача просторової інформації.

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

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

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

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

3.3 Класифікація географічних карт

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

Класифікація карт за різними ознаками необхідна для їх обліку, збереження, пошуку необхідної інформації, що є їх змістом, та вивчення особливостей самих карт. Карти класифікують за такими ознаками: масштаб, територіальне охоплення, зміст, призначення, математична основа, епоха тощо. Карти, на яких зображена Земля або її частини, називають географічними. Зоряні — це карти зоряного неба. Існують карти інших небесних тіл.

Існує кілька класифікацій карт залежно від того, яка підстава покладена в основу кожної з них.

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

За масштабом розрізняють карти:

- *великомасштабні*, мають масштаб 1: 200 000 і крупніше;
- *середньомасштабні* - з масштабом меншим 1: 200 000 і до 1: 1 000 000 включно;
- *дрібномасштабні*, у котрих масштаб дрібніше 1: 1 000 000.



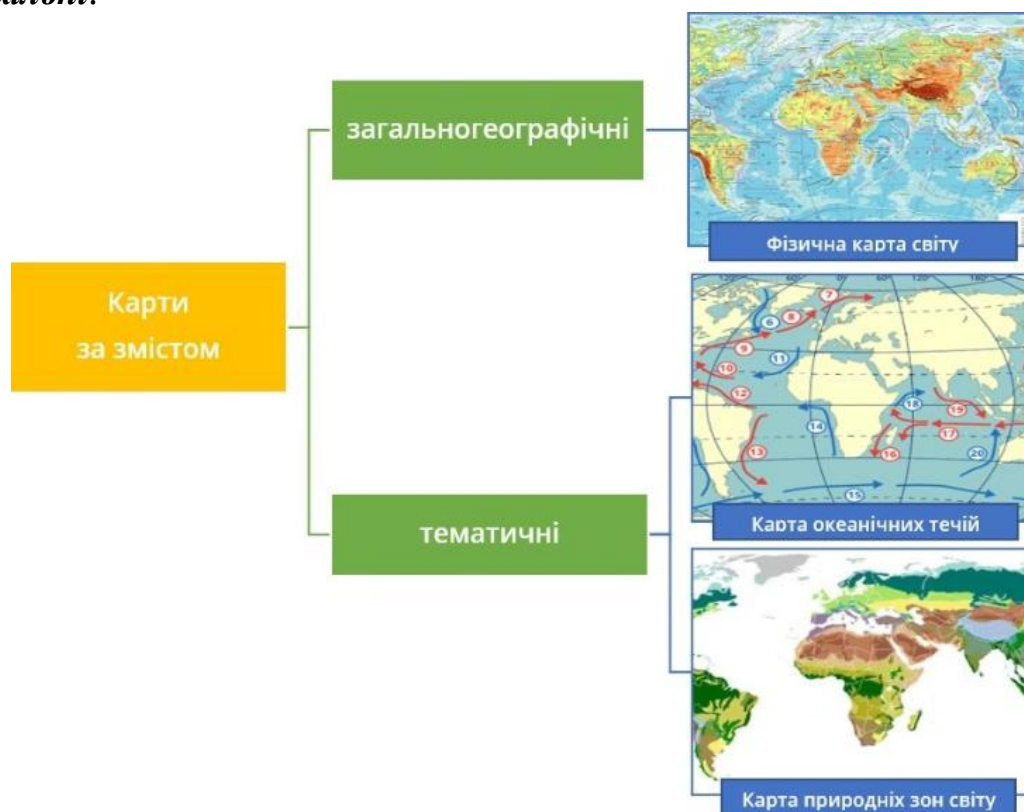
Великомасштабні загальногеографічні карти називають топографічними, середньомасштабні загальногеографічні - оглядово-топографічними, а дрібномасштабні загальногеографічні - оглядовими.

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

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

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

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



До загальногеографічних карт (рис 3.3. Фізико-географічна карта Європи) відносяться карти, які передають зовнішній вигляд земної поверхні і деякі особливості об'єктів, розташованих на місцевості. Елементами змісту географічних карт є рельєф, гідрографія, рослинність і ґрунти, населені пункти, шляхи сполучення і засоби зв'язку, а в ряді випадків і політико-адміністративний поділ. Додатково на цих картах можуть бути дані зображення корисних копалин.



Рис 3.3. Фізико-географічна карта Європи

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

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



Рис 3.3.1. Топографічна карта України

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

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

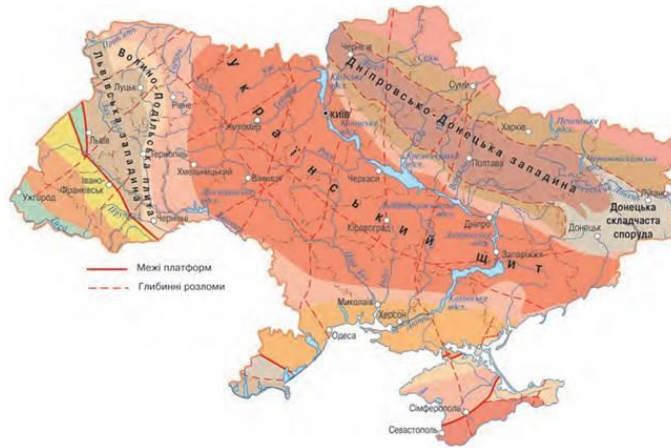


Рис 3.3.2. Тектонічна карта України

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

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

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

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

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

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

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

Виділяють зображення:

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

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

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

3.4 Інші моделі земних об'єктів чи процесів

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

Картографічний твір — це твір, основною частиною якого є картографічне зображення. Такі твори розрізняють за особливостями відображення на них об'єктів реального світу, за формою та іншими ознаками. Серед них є двовимірні (традиційна карта, фотокарта, карта на мікрофіші, карта-транспарант тощо) і тривимірні (рельєфна карта, блок-діаграма, глобус). З впровадженням сучасної техніки з'явилися нові види творів, як, наприклад, цифрові карти. Окремий вид картографічних творів складають атласи, серії карт.

Головним видом картографічного твору є карта. Розуміння її сутності є підґрунтям розуміння інших картографічних творів. Фотокарта суміщає традиційне картографічне і фотографічне зображення. Для створення таких карт використовують аеро- та космічні знімки.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.4.1. Географічний глобус.

Глобус (лат. — куля) — це кулеподібна модель Землі, іншої планети (або небесної сфери) з картографічним зображенням їхньої реальної (або уявної) поверхні.

Відомо, що перша карта виникла ще у III ст. до н.е. Її автор — «батько географії» Ератосфен. На карту було нанесено усі відомі того часу частини світу, та навіть градусну сітку. Існують припущення, що перший глобус теж виник у той період. Однак підтвердження цьому нема, відтак офіційну першість присвоїли найдавнішому глобусу, що дійшов до наших днів.

Хто створив перший глобус? Перший глобус створив Мартін Бехайм,

купець та мореплавець. Він назвав його «Erdapfel», що у перекладі з німецької означає «Земне яблуко».

Коли був створений перший глобус? Перший глобус був створений у 1492 році. Його виникнення припало на епоху Великих географічних відкриттів, а точніше – за рік до того, як Христофор Колумб у пошуках нових морських шляхів до Індії, відкрив новий континент. Майже 20 років по тому він отримав назву Америка, на честь Амеріго Веспуччі, іспанського мореплавця, що надав докази існування цих земель.

Глобуси як подібні моделі земної кулі найширше використовують під час вивчення географії в середній школі. Користуються ними в морській і повітряній навігації, під час польотів у космосі. За глобусами визначають найвигідніші шляхи сполучення. На космічних кораблях встановлюють невеликі глобуси, які обертаються таким чином, що верхня точка їх автоматично вказує місце на поверхні Землі.

Основними класифікаційними ознаками глобусів є об'єкт, моделлю якого служить глобус, масштаб і зміст, а також призначення. За об'єктом розрізняють глобуси географічні, або глобуси Землі, інших небесних тіл (наприклад, глобус Місяця), небесної сфери.

За масштабом чіткої класифікації глобусів не існує. Умовно можна виділити три групи їх: дрібно-, середньо- та великомасштабні. Першу групу складають глобуси з масштабом 1:100 000 000 і дрібніше, другу — глобуси з масштабом 1:30 000 000-1:80 000 000, третю — глобуси масштабу 1:10 000 000 і крупніше.

За змістом виділяють глобуси загальногеографічні (їх більшість) і тематичні, серед яких є глобуси політичного поділу світу, ландшафтів, неотектонічної структури та ін.

Глобус загальногеографічний або фізичний, як і фізична карта, демонструє природу, перш за все – рельєф суходолу та морського дна. На фізичному глобусі зображені гори та рівнини, ліси та пустелі, усі водойми, а також нанесені їх назви. Він демонструє вигляд нашої планети з космосу. Традиційно глобус відтворює також кут нахилу земної осі, та є чудовим зразком демонстраційного матеріалу у вивченні географії.

Глобус політичний – найпоширеніший варіант тематичного глобуса. На його поверхню нанесений адміністративний поділ світу. Кожна країна світу позначена окремим кольором, чітко розмежовані кордони, вказані розташування та назви великих міст і столиць, найбільші автомобільні, залізничні та морські шляхи.

До тематичних глобусів відносять також кліматичні, геологічні та тектонічні, глобуси рослинного, та тваринного світу. Ще одним тематичним зразком є глобус Будова Землі. Він демонструє будову нашої планети у розрізі – земна кора, мантія, ядро.

За призначенням розрізняють глобуси шкільні, для повітряної і космічної навігації, утилітарного призначення (наприклад, глобус з вмонтованим радіоприймачем) та ін.

Роблять також глобуси рельєфні, розбірні, з прозорого пластика з підсвічуванням зсередини тощо.

Переважно глобус виготовляють у масштабах:

- 1 : 30 000 000,
- 1 : 40 000 000,
- 1 : 50 000 000,
- 1 : 83 000 000,
- 1 : 106 000 000.

За охопленням території глобуси бувають географічні (земні) і астрономічні (інших планет і зоряного неба).

Географічний глобус — зменшене кулясте зображення земної поверхні, яке зберігає геометричну подібність контурів і співвідношення площ.

Глобус іншої планети — зменшене кулясте зображення поверхні іншої планети, яке зберігає геометричну подібність контурів і співвідношення площ.

Глобус зоряного неба — проєкція зоряного неба на сферу.

Основні властивості глобуса:

- зберігає кулястість Землі;
- зберігає взаємне розміщення земної осі, земних полюсів, меридіанів і паралелей;
- має єдиний масштаб;
- зберігає правильне співвідношення різних частин земної поверхні;
- зберігає форми всіх фігур земної поверхні.

У XVII–XVIII століттях глобусами користувалися мореплавці. У наш час їх застосовують з навчальною метою, як наочні прилади в науковій і практичній діяльності людей. Глобуси є незамінним наочним посібником для демонстрації кулястості Землі, зміни нахилу земної осі, добового руху Землі, зміни пір року, для визначення відстаней, площ, кутів, координат тощо.

Чим відрізняється глобус від карти?

Насамперед карта – двовірне зображення поверхні Землі, а глобус – її тривимірна модель. При цьому карта може відображати лише частину поверхні, а глобус – ні. Глобус набагато точніший, ніж карта, і навіть повторює форму Землі. Завдяки такій різниці зображення поверхні на карті та на глобусі має ряд відмінностей, основні з них:

- глобус більш правдоподібно та наочно показує поверхню;
- глобус може відрізнитись лише масштабом, при цьому показуючи виключно всю планету;
- глобус практично не спотворює пропорції об'єктів, лише зменшує їх.

Колись людство було впевнене, що наша планета пласка. Перший глобус з'явився з першими знаннями про кулясту форму Землі. Карти ж з'явилися набагато раніше і застосовувалися як орієнтир під час подорожей.

Контрольні питання:

- 1.Що ми називаємо картою?
- 2.Чим карта відрізняється від плану?
- 3.Назвіть елементи карти.
- 4.Які компоненти карти складають її математичну основу?
- 5.Що розуміють під змістом карти?
- 6.Що таке легенда карти? Який принцип покладений в основу її побудови?
- 7.Які функції виконують на карті допоміжне оснащення і додаткові дані?
- 8.Перелічте властивості карти.
- 9.Як слід розуміти абстрактність карти? Синтетичність і аналітичність карти?
- 10.Перелічте функції карти.
- 11.Приведіть класифікацію карт за масштабом, тематикою, призначенням та практичною спеціалізацією.
12. Які властивості має карта як модель об'єктів реального світу?
13. Чим карта відрізняється від глобуса?
14. Які основні напрямки застосування карт?
15. Які переваги мають атласи над окремими картами?
16. Які основні напрямки застосування глобусів ?
- 17.За якими принципами класифікують карти та інші картографічні твори?
18. За якими ознаками класифікують географічні карти?
19. Чим відрізняються класифікації загальногеографічних і тематичних карт?
20. На які групи поділяють тематичні карти за змістом?
21. На які групи поділяють тематичні карти за призначенням?
22. За якими ознаками класифікують глобуси?
23. За якими ознаками класифікують атласи і яка класифікаційна ознака карт втрачає своє значення для класифікації атласів?

ЛЕКЦІЯ 4-5

ТЕМА 4. МАТЕМАТИЧНА ОСНОВА КАРТ

План лекції:

- 4.1. Масштаб картографічних творів. Спотворення картографічного зображення
- 4.2. Картографічні проекції, їх класифікація та аналітичне вираження.
 - 4.2.1. Азимутальні проекції
 - 4.2.2. Циліндричні проекції
 - 4.2.3. Конічні проекції
 - 4.2.4. Поліконічні проекції
 - 4.2.5. Псевдоциліндричні і псевдоконічні проекції
 - 4.2.6. Умовні проекції
- 4.3 Вибір і розпізнавання картографічних проекцій
- 4.4. Разграфлення, номенклатура і рамки карти
- 4.5. Компонування. Орієнтування картографічних сіток
- 4.6. Геодезична основа топографічних карт
 - 4.6.1. Визначення прямокутних координат точок за топографічною картою.
 - 4.6.2. Кути напрямків і зв'язок між ними. Визначення кутів напрямків на топографічній карті.

Література:

1. Г.С. Ратушняк. *Топографія з основами картографії. Навчальний посібник.* — Вінниця: ВДТУ, 2002 - 179 с.
2. А.П. Божок, Л.Є. Осауленко, В.В. Пастух. *Картографія. Підручник.* — Київ: Фітосоціоцентр, 1999. — 252 стор.
3. Земледух Р. М. *Картографія з основами топографії.* — К.: Вища школа, 1993. — 456 с.
4. <http://www.geoguide.com.ua/survey/survey.php?part=map&art=map101>

4.1 Масштаб картографічних творів. Спотворення картографічного зображення

Масштаб картографічного зображення визначає ступінь зменшення дійсних розмірів об'єктів реального світу на картографічних творах.

Для зображення на поверхні проекцій ділянок місцевості їх зменшують у відповідне число разів. Масштаб - відношення довжини відрізка на плані або карті до відповідної йому горизонтальної проекції на місцевості. Прийняті наступні форми указання масштабу на карті.

Чисельний масштаб подається у вигляді дробу з одиницею в чисельнику та числом, яке відповідає ступеню зменшення об'єкта картографування, в знаменнику, наприклад, 1:500 або 1:100000, що означає зменшення об'єкта у 500 та 100000 разів. **Іменований** масштаб вказує довжину лінії на місцевості, яка відповідає одиниці довжини на карті. Наприклад, подається напис "в 1 см 5 м", або "1 см 1000 м". **Лінійний** масштаб є графічною побудовою, яка спрощує визначення відстаней між певними об'єктами або їх розмірів (рис. 6.2). Є й інші форми подання масштабу. За ступенем зменшення масштаби поділяють на великі, середні і дрібні.

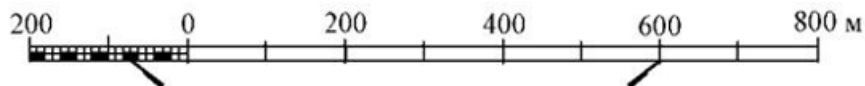


Рис. 4.1. Лінійний масштаб

Точність побудов на папері прийнято вважати рівною 0,1 мм. Від цієї величини залежить *гранична точність* масштабу карти, тобто відстань на місцевості, якому на карті відповідає 0,1 мм в масштабі даної карти. Наприклад, при масштабі 1:10 000 гранична точність буде 1м.

Для більшої точності побудови й вимірювання відрізків на плані або карті користуються поперечним масштабом.

Поперечний масштаб - це графічне зображення чисельного масштабу в вигляді номограми, що вигравіювана на металевій пластині або транспортирі (рис. 6.3). Для побудови поперечного масштабу на прямій лінії відкладають рівні відрізки, що їх приймають за основу масштабу. Ліву крайню основу, як правило, ділять на 10 рівних частин. Цю частину приймають за десятку основи (п). Із точок основ масштабу вгору відкладають перпендикуляри довжиною, що рівна довжині основи, які, як правило, ділять на десять рівних між собою відрізків. Верхній лівий крайній відрізок, що рівний довжині основи, також ділять на 10 частин. Кінець похилої лівої крайньої основи з'єднують лінією; з першим вліво від кінця верхнім лівим крайнім відрізком, що рівний 1/10 частини основи. Паралельно до цієї лінії з'єднують другі відрізки за допомогою трансверсалей.

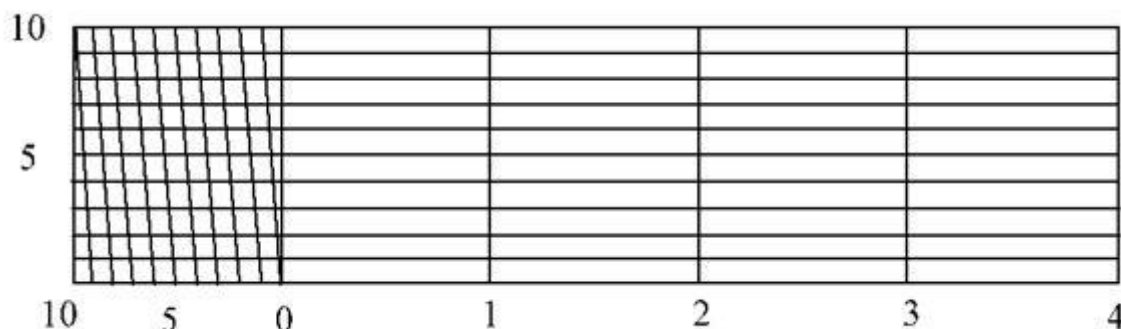


Рис. 4.1.1. Поперечний масштаб

Найменше значення поділки поперечного масштабу рівне :

$$X = \delta / m * n ,$$

де δ - основа масштабу,

n - число поділок на основі,

m - число поділок висоти масштабу.

Є й інші форми подання масштабу.

За ступенем зменшення масштаби поділяють на великі, середні і дрібні.

Граничні розміри предметів, які можна розрізняти на плані, визначаються точністю масштабу. Людське око може розрізняти на плані точку величиною не менше 0,1 мм. В зв'язку з цим за точність масштабу приймають відстань на місцевості, що відповідає в даному масштабі 0,1 мм плану або карти.

При виконанні картометрических робіт на планах (картах) основними елементами графічного побудови є точки-наколи голки циркуля і лінії. Накол є гурток дуже малого діаметру. Фізіологічне властивість людського ока таке, що при розгляданні з відстані 25-30 см двох поруч розташованих точок (наколів) вони зливаються в одну, якщо відстань між ними менше 0,1 мм (з досліджень кафедри геодезії ГУЗа - 0,08 мм). Це пов'язано з критичним кутом зору людини, рівним 0,1мм. **Величина 0,1 мм прийнята за граничну графічну точність виміру по карті**, т. е. є такий мінімальною величиною, яку можна бачити неозброєним оком і відчувати при вимірах циркулем.

При виконанні знімальних робіт мірою точності роботи поряд з величиною 0,1 мм є відповідне цієї величини відстань на місцевості, зване граничною точністю масштабу. Це та максимальна точність, з якою може бути визначена відстань за даним планом (карті). При цьому слід враховувати, що внаслідок накопичення неминучих похибок в технологічному процесі виготовлення плану (карти) практична точність результату вимірювання відстаней за планами (картам) значно грубіше граничної графічної точності і може досягати 1 мм.

Граничну точність масштабу легко розрахувати, розділивши знаменник чисельного масштабу на 10 000. Наприклад, точність масштабу 1: 5 000 дорівнює 0,5 м. Знати величину точності масштабу необхідно при виборі масштабу зйомки і при визначенні, які об'єкти місцевості не слід знімати, так як вони не изобразятся в даному масштабі.

Наприклад, земельна ділянка розміром 10х10 м на картах масштабів 1: 50 000, 1: 100 000 і 1: 200 000 изобразятся у вигляді точки, а при масштабах плану (карти) 1: 5000, 1: 10 000, 1: 25 000, матиме розміри відповідно 2,0х2,0 мм, 1,0х1,0мм, 0,4х0,4мм, т. е. чим більше знаменник чисельного масштабу, тим детальність плану менше і, навпаки, чим менше знаменник чисельного масштабу, тим детальність більше .

Топографічні плани складають в масштабі 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10 000, а топографічні карти загальнодержавного значення в масштабах 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000 та 1:200 000.

Абсолютні значення точностей для різних числових масштабів планів й карт наведені в таблиці нижче.

Таблиця 1. Точність планів та карт

Числовий масштаб	Точність масштабу, м	Числовий масштаб	Точність масштабу, м
1:200	0,02	1:10 000	1,0
1:500	0,05	1:25 000	2,5
1:1000	0,1	1:50 000	5,0
1:2000	0,2	1:100 000	10,0
1:5000	0,5	1:200 000	20,0

Отже, Точність побудови (графічна точність) коливається в межах в межах 0.2–0,1 мм. Людина здатна розрізняти лінії товщиною біля 0,1 мм. Від

цієї величини залежить допустима точність масштабу – відрізок на місцевості, якому в масштабі карти відповідає 0,1 мм. Для масштабу 1:10 000 вона дорівнює 1 м, 1:25 000 – 2,5 м, 1:4 000 000 – 400 м.

Чим крупніший масштаб карти, тим менша величина допустимої точності, тим точніші виміри.

Наявність спотворень в картографічних проекціях, застосовуваних для усіх карт, неминуча, оскільки земна поверхня, що має форму сфероїда, не може бути розгорнута в площину без деформацій: в одних місцях виникають розриви, для усунення яких необхідно рівномірне розтягнення, в інших – перекриття, що вимагають рівномірного стиснення.

В результаті розтягувань або стиснень в картографічному зображенні виникають спотворення в довжинах μ , площах p , кутах ω і формах k . У зв'язку з цим масштаб карти, що характеризує ступінь зменшення об'єктів при переході від натури до зображення, не залишається постійним: він змінюється від точки до точки і навіть в одній точці за різними напрямками. Тому слід розрізняти головний масштаб dS , рівний заданому масштабу, в якому відбувається зменшення земного еліпсоїда, і приватний ds . На картах завжди підписується головний масштаб.

Відношення приватного масштабу до головного характеризує **спотворення довжин μ** :

$$\mu = \frac{ds}{dS}$$

Іншими словами, величина μ є відношення довжини нескінченно малого відрізка на карті до довжини відповідного йому нескінченно малого відрізка на поверхні еліпсоїда або кулі. Довжини в масштабі карти вимірюють переважно за допомогою лінійного масштабу. Часто їх зображують у вигляді числового масштабу.

При вимірюванні відстаней на картах слід пам'ятати, що вимірюються не самі лінії, а їхні горизонтальні проекції.

Для підвищення точності та надійності результатів всі вимірювання рекомендується проводити двічі, у прямому і зворотньому напрямках (за винятком вимірювань прямих відрізків одним розхилом вимірника). У разі незначних розходжень добутих даних за кінцевий результат приймається середнє арифметичне значення виміряних величин.

Виміряти довжину відрізка на карті значить зміряти довжину горизонтального прокладання відповідної лінії на місцевості. Вимірювання відстаней на топографічних планах і картах проводять кількома способами.

Аналогічно визначається **спотворення площі P** як відношення нескінченно малих площ на карті і на еліпсоїді або кулі:

$$P = \frac{dp}{dP}$$

Визначення площі ділянки по карті складається із сукупності

вимірювальних і обчислювальних робіт, у результаті яких отримують шукану площу у квадратних метрах, кілометрах. Залежно від необхідної точності й наявності необхідних приладів існують різні способи визначення площ за картою.

Способи визначення площ за картою

Таблиця 2

Назва способу	Назва палетки	Характеристика
Графічний	Квадратна палетка	На кальці або пластику виконують графічні побудови у вигляді сітки квадратів
	Точкова палетка	На кальці або пластику спочатку будується квадратна палетка з ледве помітними олівцевими лініями. У центрі квадратів ставлять точки, а допоміжні лінії прибирають
	Лінійна палетка	Система паралельних ліній, нанесених на прозору основу, відстані між якими 2—4 мм
Механічний	Планіметр	Визначення площ за допомогою спеціального приладу — планіметра

Виміри площ можна проводити лише тоді, коли об'єкти мають площинне вираження. При цьому визначається площа не фізичної поверхні ділянки, а її проекція на горизонтальну площину.

Визначити площі ділянки за картою – це значить провести вимірювальні та обчислювальні роботи, в результаті яких площу ділянки одержують у земельній мірі – квадратних метрах, гектарах, квадратних кілометрах.

Масштаб площ на карті завжди дорівнює квадрату масштабу довжин: $M_2=1:m^2$. Для масштабу 1:10 000 1 см² на карті відповідає 10 000 м² (1 га) на місцевості.

Для вимірювання площ використовуються різні графічні та інструментальні способи. Якщо ділянка має прямолінійні границі, то її ділять на прості геометричні фігури (трикутники, квадрати і трапеції), вимірюють площу кожної із них, які потім сумують. Якщо її межі криволінійні, контур теж розбивають на геометричні фігури так, щоб сума відрізаних ділянок і сума залишків взаємно компенсувалися.

Спотворенням кута ω називається найбільше з усіх можливих значення різниці між кутом, утвореним двома лініями на еліпсоїді u , і зображенням цього ж кута на карті u'

$$\omega = (u - u')_{\max}$$

Спотворення форм k прямо пов'язане з спотвореннями кутів (конкретним значенням ω відповідають певні значення k) і характеризує деформацію фігур на карті по відношенню до відповідних фігур на місцевості.

При всьому різноманітті деформацій можна виділити одну їх закономірність: якщо взяти на еліпсоїді коло нескінченно малого радіусу, то на карті воно зобразиться нескінченно малим еліпсом, званим **еліпсом спотворень** (рис.4.1.2). Його розміри і форма характеризують усі види спотворень на карті - довжин, площ, кутів і форм.

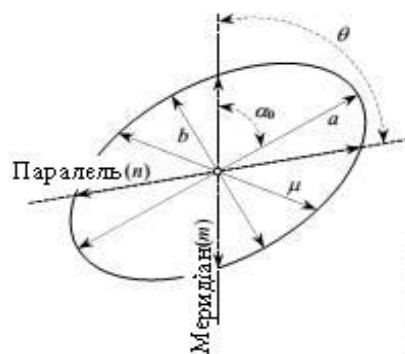


Рис.4.1.2. Еліпс спотворень і його елементи

Радіуси еліпса відповідають приватним масштабам в даній точці; оскільки величина радіуса не залишається постійною за різними напрямками, змінюються і приватні масштаби. Найбільший масштаб в еліпсі спотворень збігається з напрямком великої осі еліпса, а найменший - з напрямком малої осі. Ці напрямки називаються головними напрямками. Екстремальні масштаби по головним напрямкам позначають відповідно через a і b .

У загальному випадку головні напрямки можуть не збігатися з меридіанами і паралелями; тоді приватний масштаб по меридіану позначають через m , а по паралелі - через n . Визначивши величини m і n , а також вимірявши кут θ , під яким перетинаються на карті меридіан і паралель, завжди можна розрахувати значення найбільшого a і найменшого b приватних масштабів довжин, приватний масштаб довжини μ уздовж заданого напрямку α , приватний масштаб площ p , спотворення форм k , а також величини спотворення кутів ω і азимута напрямку най-більшого приватного масштабу α_0 в заданій точці:

$$P = m \cdot n \cdot \sin \theta = a \cdot b \quad \text{або} \quad P = m \cdot n \cdot \cos \varepsilon, \quad \text{де } \varepsilon = \theta - 90^\circ$$

(де θ - кут між дотичними до меридіана і паралелі в точці визначення величини спотворення),

$$k = \frac{a}{b}.$$

$$\sin \frac{\omega}{2} = \frac{a-b}{a+b}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \pm \frac{a}{b} \sqrt{\frac{a^2 - m^2}{m^2 - b^2}}$$

$$a+b = \sqrt{m^2 + 2P + n^2}$$

$$a-b = \sqrt{m^2 - 2P + n^2}$$

$$\mu^2 = m^2 \cos^2 \alpha + mn \cos \theta \sin 2\alpha + n^2 \sin^2 \alpha$$

Якщо головні осі еліпса орієнтовані по меридіану і паралелі (що завжди буває в ортогональних картографічних сітках), то або $a=m$ і $b=n$, або $n=a$ і $m=b$ звідси: $p=mn$, $\alpha_0=0^\circ$ (або $\pm 90^\circ$).

Значення μ , m , n , a , b , P , k є безрозмірними і визначаються в частках або у відсотках від головного масштабу. Спотворення зростають зі збільшенням розмірів території картографування і в міру віддалення від точок і ліній нульових спотворень.

Відхилення цих коефіцієнтів від одиниці або від 100% показує ступінь збільшення або навпаки зменшення відносно головного масштабу. Значення ω і α_0 вимірюють в градусах.

4.2. Картографічні проєкції, їх класифікація та аналітичне вираження.

При переході від фізичної поверхні Землі до її відображення на площині (карті) виконують дві операції: 1) проектування фізичної поверхні прямовисними лініями на поверхню еліпсоїда і 2) зображення поверхні еліпсоїда на площині за допомогою картографічної проєкції (рис 4.2)

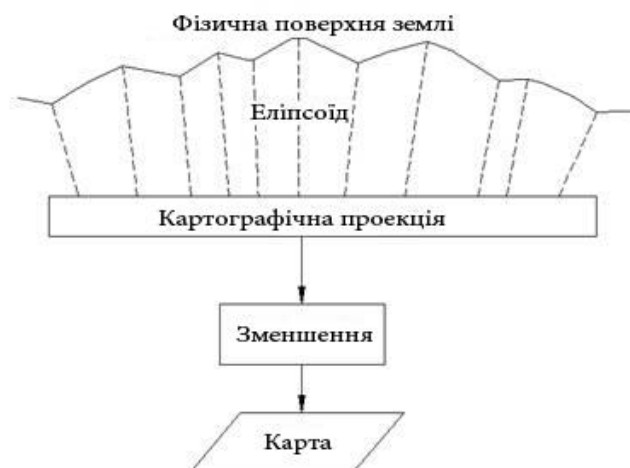


Рис.4.2. Перехід від фізичної поверхні Землі до площини (карти)

Картографічною проєкцією називається математично визначений спосіб відображення поверхні земного еліпсоїда на площині. Він встановлює функціональну залежність між геодезичними координатами точок поверхні

земного еліпсоїда широтою B і довготою L (або сферичними координатами широти φ і довготи λ) і прямокутними координатами X і Y цих точок на площині (карті), тобто

$$X = f_1(B, L) \text{ і } Y = f_2(B, L) \text{ або } X = f_1(\varphi, \lambda) \text{ і } Y = f_2(\varphi, \lambda)$$

Надаючи функціям f_1 і f_2 конкретне вираження, одержуємо певну картографічну проекцію, в якій можна обчислити прямокутні координати X і Y всіх точок перетину меридіанів і паралелей, а по них побудувати координатну сітку. Одночасно можна обчислити і прямокутні координати пунктів планової основи, а по них нанести самі опорні пункти.

Особливості картографічної проекції (або проекції) визначають зовнішній вигляд картографічної сітки. За рисунком паралелі і меридіани сітки можуть бути прямолінійними або криволінійними, перетинатися під різними кутами, тощо. Рисунок сітки обумовлюється обраною функціональною залежністю між координатами точок на земному еліпсоїді (які визначаються переважно в системі географічних координат з градусною мірою відліку) та їхнім положенням на карті. Кількість можливих функціональних залежностей, а отже і проекцій необмежена. Комп'ютерні технології дозволяють розраховувати проекції із заданими властивостями.

Картографічні **проекції класифікуються** за характером спотворень, по виду допоміжної поверхні проектування, по виду нормальної картографічної сітки (паралелей і меридіанів), за орієнтуванням допоміжної поверхні щодо полярної осі і т.д.

За **характером спотворень** виділяють наступні проекції:

а) **рівнокутні (конформні)** - передають величину кутів без спотворень і, отже, не спотворюють форми нескінченно малих фігур, а масштаб довжин в будь-якій точці залишається однаковим в усіх напрямках. У цих проекціях значно спотворюються площі. Еліпси спотворень в них зображуються колами різного радіусу (рис.4.2.1). Рівнокутні проекції широко використовуються на навігаційних картах, так як вони зручні для визначення напрямів і прокладки маршрутів по заданому напрямку; для кожної точки в рівнокутних проекціях справедливі залежності:

$$\mu = \alpha = \beta = \gamma = \delta = \epsilon = \zeta = \eta = \theta = \varphi = \psi = \omega = \chi = \psi = \omega = 0^\circ; \theta = 90^\circ; k = 1; \alpha = 0^\circ, \text{ або } (\pm 90^\circ)$$

б) **рівновеликі (еквівалентні)** - відсутні спотворення площ, тобто зберігаються співвідношення площ на карті і еліпсоїді, проте значно спотворюються кути і форми. Нескінченно малі кола в різних точках проекції зображуються рівноплощиними еліпсами, що мають різну витягнутість (рис. 4.2.1); для кожної точки в рівновеликих проекціях справджується рівність:

$$p = 1 \quad (p = \text{const})$$

в) **довільні** - спотворюються в різних співвідношеннях і кути (форми) і площі. Серед них виділяються **рівнопроміжні або еквідистанційні**, в яких у рівній мірі спотворюються і кути і площі. Масштаб довжин по одному з головних напрямків (меридіанах або паралелей) залишається постійним, тобто зберігається довжина однієї з осей еліпса (рис.4.2.1), тобто $m = 1$ ($m = \text{const}$) або

$n=1(n=const)$; рівнопроміжні проєкції мають, як правило ортогональну картографічну сітку (тобто $\theta=90^\circ$), тому в них $a=m$ і $b=n$, або $n=a$ і $m=b$

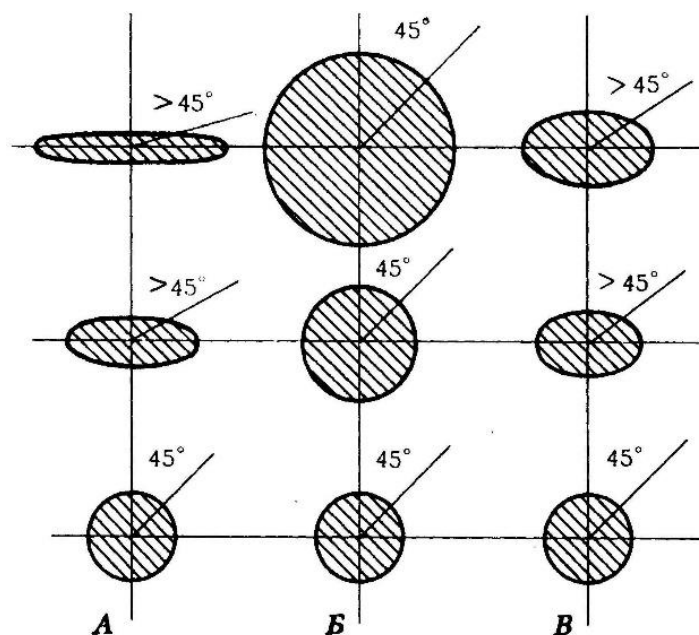


Рис.4.2.1. Вид еліпса спотворень в проєкціях: А - рівновеликої; Б - рівнокутній; В - довільною.

На схемах показано спотворення кута 45°

По виду нормальної картографічної сітки проєкції поділяються на такі класи:

- а) **азимутальні** - поверхня земної кулі (еліпсоїда) переноситься на дотичну або січну площину. Залежно від розташування площини по відношенню до земної осі азимутні проєкції бувають: нормальні (полярні, прямі) - площина перпендикулярна до осі обертання Землі, поперечні (екваторіальні) - площина проєкції перпендикулярна до площини екватора, косі (горизонтальні) - площина проєкції розташовується під гострим кутом до площині екватора (рис.4.2.2).

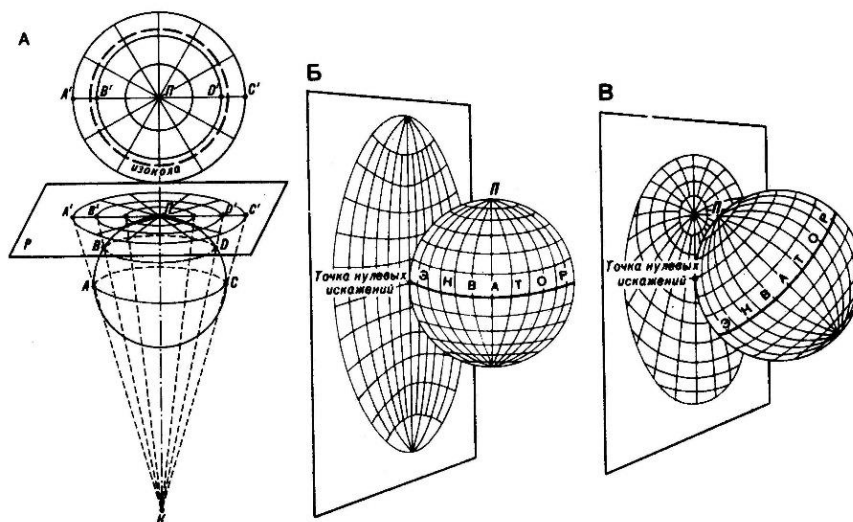


Рис.4.2.2. Види азимутальних проєкцій: а) нормальна, б) поперечна, в) коса

У нормальних азимутальних проекціях меридіани зображуються прямими, що сходяться в одну точку (полюс) під кутами, рівними різниці їх довгот, а паралелі - концентричними колами, проведеними з загального центру (полюси). У косих і більшості поперечних азимутальних проекціях меридіани, виключаючи середній, і паралелі представляють криві лінії. Екватор у поперечних проекціях - пряма лінія.

Серед азимутальних проекцій виділяють *перспективні*, одержувані проектуванням поверхні кулі на площину за законом перспективи допомогою променів з точки зору, розташованої на прямій, що проходить через центр кулі і перпендикулярній площині торкання. Залежно від розташування точки зору стосовно площини розрізняють перспективні проекції: *ортографічні* - точка зору знаходиться в нескінченності; *стереографічні* - точка зору розташовується на поверхні кулі і діаметрально протилежна точці дотику площини, ці проекції рівнокутні; *центральні (гномотичні)* - точка зору знаходиться в центрі кулі; *зовнішні* - точка зору знаходиться поза кулі на продовженні діаметру на певній відстані.

б) *циліндричні* - поверхня еліпсоїда (кулі) проектується на поверхню дотичного або січення циліндра, а потім його бічна поверхня розгортається в площину (рис.4.2.3.а). Розрізняють: *нормальні* (прямі) циліндричні проекції - вісь циліндра збігається з віссю Землі, меридіани зображуються рівновіддаленими паралельними прямими, а паралелі - перпендикулярними до них прямими; в таких проекціях найменше спотворень в приекваторіальних і тропічних областях (рис.4.2.3 б); *поперечні циліндричні проекції* - вісь циліндра розташовується в площині екватора (рис.4.2.3.г), циліндр дотикається кулі по меридіану, спотворення вздовж нього відсутні; *косі циліндричні проекції* - вісь циліндра розташовується під гострим кутом до поверхні екватора(рис.4.2.3.в).

в) *конічні проекції* - поверхня еліпсоїда (кулі) переноситься на поверхню дотичного або січного конуса (рис.4.2.4).

Як і в попередніх проекціях, виділяють *нормальну* (прямую) *конічну проекцію* - вісь конуса співпадає з віссю обертання Землі, *поперечну конічну* - вісь конуса лежить в площині екватора і *косу конічну* - вісь конуса розташовується під кутом до площини екватора. У нормальних конічних проекціях меридіани зображуються прямими, що сходяться в одній точці під кутами, пропорційними відповідним різницям довгот, а паралелі - дугами концентричних кіл з центром в точці перетину меридіанів. У косих і поперечних проекціях - паралелі і меридіани, виключаючи середній - криві лінії.

г) *поліконічний проекції* - проекції, в яких мережа меридіанів і паралелей переноситься на кілька конусів, кожен з яких розгортається в площину. Паралелі, виключаючи екватор, зображуються дугами ексцентричних кіл, центри яких лежать на продовженні середнього меридіана, що має вигляд прямої лінії. Решта меридіани - криві, симетричні до середнього меридіану.

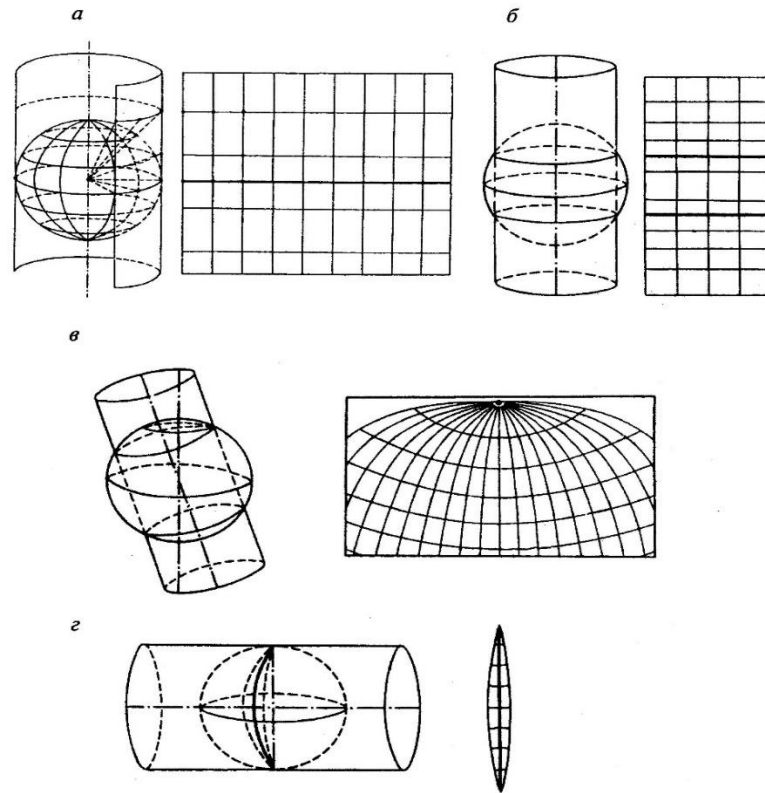


Рис.4.2.3. Циліндричні проекції *а* - нормальна циліндрична проекція на дотичному циліндрі; *б* - нормальна циліндрична проекція на січному циліндрі; *в* - коса циліндрична проекція на січному циліндрі; *г* - поперечна циліндрична проекція на дотичному циліндрі.

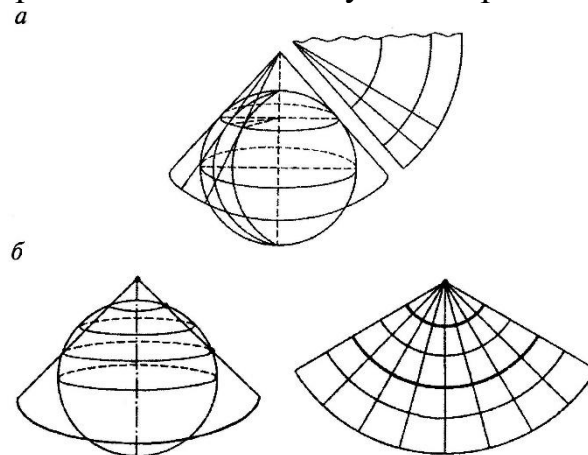


Рис.4.2.4. Нормальна конічна проекція *а* - проекція на дотичному конусі і розгортка *б* - проекція на січному конусі і розгортка

д) **багатогранні проекції** - проектування еліпсоїда (кулі) ведеться на поверхню дотичного або колія багатогранника. У цій проекції складаються топографічні та оглядово-топографічні карти, в яких рамки аркушів карт мають вигляд трапецій. Різновидом багатогранних є багатосмугові проекції. Смуги можуть нарізати і по меридіанах і по паралелях.

е) **умовні проекції** - проекції, які будують за заданими умовами, наприклад, для отримання певного виду географічної сітки, заданого характеру

спотворень та ін. До них належать проекції, що будуються за допомогою перетворення вихідних проекцій.

є) **псевдоциліндричні проекції** - проекції, в яких екватор і паралелі - прямі, паралельні один одному (що ріднить їх з циліндричними проекціями), а меридіани, крім середнього, криві лінії, що збільшують свою кривизну по мірі віддалення від середнього меридіана.

ж) **псевдоконічні проекції** - проекції, в яких паралелі представляють собою дуги концентричних кіл (як і в нормальних конічних), а меридіани - криві лінії, симетрично розташовані щодо середнього прямолінійного меридіана, кривизна їх збільшується з віддаленням від середнього меридіана.

з) **псевдоазимутальні проекції** - проекції, в яких паралелі представляють концентричні кола, а меридіани - криві, що сходяться в точці полюса і симетричні відносно одного або двох прямолінійних меридіанів.

и) **кругові проекції** - меридіани, виключаючи середній, і паралелі, виключаючи екватор, зображуються дугами ексцентричних кіл. Середній меридіан і екватор - прямі. Прикладом кругової проекції є проекція американського картографа Грінта. У ній всю земну кулю зображується в одному колі.

У практиці сучасної картографії сітки отримують не шляхом геометричних побудов, а розрахунковим, аналітичним шляхом. В результаті обчислень за формулами проекції визначають прямокутні (або полярні) координати вузлових точок сітки (точок перетину меридіанів і паралелей), величину і розподіл спотворень.

Наведемо **особливості рівнянь картографічних проекцій для нормальних сіток** основних видів проекцій.

Загальні рівняння нормальних циліндричних проекцій мають вигляд:

$$X = f(B), Y = cL^2$$

де c – постійний параметр;

псевдоциліндричних проекцій:

$$X = f(B), Y = f_2(B, L);$$

азимутальних проекцій:

$$X = \rho \cos \delta, Y = \rho \sin \delta, \rho = f(B), \delta = L$$

де ρ і δ - полярні координати перетину паралелі B і меридіана L на карті;

псевдоазимутальних проекцій:

$$X = \rho \cos \delta, Y = \rho \sin \delta, \rho = f_1(B), \delta = f_2(B, L);$$

конічних проекцій:

$$X = q \cos \delta, Y = \rho \sin \delta, \rho = f(B), \delta = \alpha L$$

де q - постійна величина, що дорівнює відстані між полюсом полярних і початком прямокутних координат, а α - перехідний коефіцієнт между 0 і 1, тобто паралелі зображуються неповними колами (при $\alpha = 0$ конічна проекція трансформується в циліндричну, а при $\alpha = 1$ - в азимутальну), таким чином циліндричні та азимутальні проекції є окремим випадком конічних проекцій;

псевдоконічних проекцій:

$$X = q \cos \delta, Y = \rho \sin \delta, \rho = f_1(B), \delta = f_2(B, L);$$

поліконічних проекцій:

$$X = q \cos \delta, Y = \rho \sin \delta, q = f_1(D), \rho = f_2(B), \delta = f_3(B, L);$$

У кожній проекції деформації взаємозалежні, тому що вони визначаються параметрами еліпса деформацій m і n . За характеромі деформацій проекції можна розділити на такі групи:

- I. **Рівнокутні (конформні) проекції**, в яких напрямки α і кути β передаються без деформацій, тобто кути на карті дорівнюють відповідним кутам на поверхні еліпсоїда. Для рівнокутних проекцій $m=n \neq 1$.

Отже, локальні масштаби по головних напрямках рівні, і нескінченно мале кружальце радіуса r зобразиться на карті кружальцем радіусом r' , причому $r \neq r'$. Масштаб у даній точці карти – величина постійна, але при переході в іншу точку змінюється.

- II. **Рівнопроміжні (еквідистантні) проекції** – це такі проекції, де відсутні деформації по одному з головних напрямків або по меридіану, або по паралелі. Нескінченно мале кружальце зобразиться нескінченно малим еліпсом, в якого одна з півосей дорівнює радіусу кола, тобто $m=1$ і $n \neq 1$ чи $m \neq 1$ і $n=1$; Оскільки $n \neq m$, ці проекції не рівнокутні.

У рівнопроміжних проекціях найчастіше без деформацій зображують меридіани, але іноді і паралелі.

- III. **Рівновеликі (еквівалентні) проекції** – проекції, в яких передаються без деформації площі. Умова цієї проекції $mn=1$.

Нескінченно мале кружальце тут зобразиться еліпсом, що має рівну площу $mn=r^2$

Через те що $n \neq m$, $m \neq 1, n \neq 1$, така проекція не рівнокутна і не рівнопроміжна.

- IV. **Довільні проекції** Умова цих проекцій $n \neq m$, $m \neq 1$, $n \neq 1$, $nm \neq 1$. Нескінченно малі кружальця зобразяться різними за формою і величиною еліпсами.

Проекцій, на якій усюди буде відсутня деформація довжин, тобто була б збережена сталість масштабу, не існує.

З точки зору геометрії розгорнення сфери на площину може бути здійснено:

- 1) безпосереднім проектуванням частини сферичної поверхні на дотичну або січну площину;
- 2) проектуванням частини сферичної поверхні на поверхню циліндра чи конуса з наступним розгорненням циліндричної чи конічної поверхні на площину.

Залежно від того, яким способом здійснюється розгорнення на площину, розрізняють такі види картографічних проекцій:

4.2.1. Азимутальні проекції.

Поверхня еліпсоїда проектується на дотичну (Рис.4.2.1,а) або січну картинну (Рис.4.2.1,б) площину K .

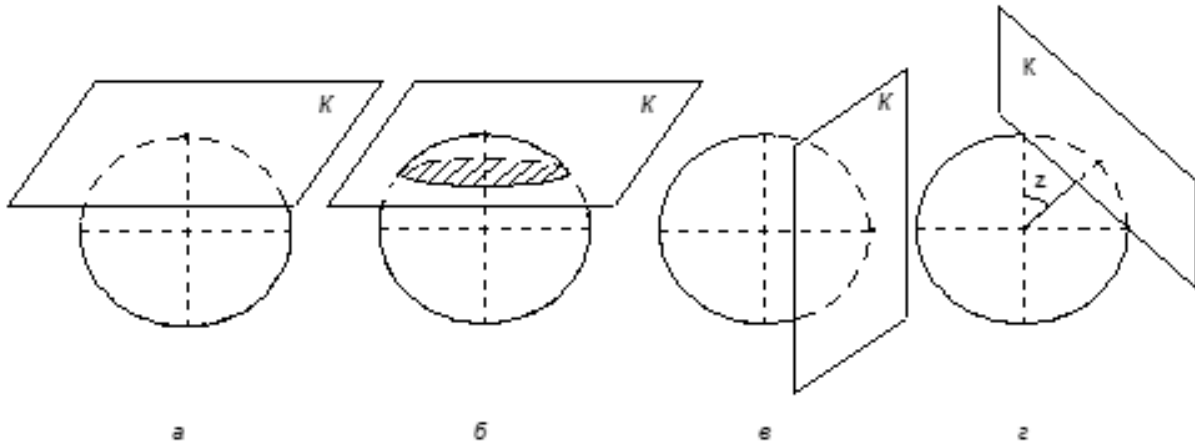


Рис 4.2.1– Азимутальні проекції

Азимутальні проекції також поділяються на три групи:

- *полярні* (чи *нормальні*), коли картинна площина дотикається поверхні еліпсоїда у точці полюса (Рис.4.2.1,а) або перпендикулярна до осі обертання Землі (Рис.4.2.1,б);
- *екваторіальні* (чи *поперечні*), коли картинна площина дотикається поверхні еліпсоїда на екваторі, а нормаль у точці дотику лежить у екваторіальній площині (Рис.4.2.1,в);
- *скісні* (або *горизонтні*), коли картинна площина дотикається поверхні еліпсоїда в точці, розташованій між полюсами й екватором, а нормаль у точці дотику утворює з віссю обертання Землі деякий кут z (Рис.4.2.1,г).

Меридіани в азимутальних проекціях зображуються радіальними прямими, що розходяться з полюса, паралелі – концентричними колами з центром у полюсі. Загальне рівняння проекції

$$\begin{aligned}\delta &= c\Delta L, \\ \rho &= f(B),\end{aligned}$$

де δ – кут між меридіанами.

4.2.1.1 Рівнопроміжна азимутальна проекція (Рис.4.2.1.1)

Меридіани зображуються без деформацій, тобто у головному масштабі, паралелі – концентричними колами радіусом

$$\rho = Rz,$$

де R – радіус меридіана, $z=90-B$.

У точці полюса $m=n=1$. Проекція рівнопроміжна по меридіану, тобто $m=1$, а паралелі розтягнуті $n>1$ і їх деформації зростають з віддаленням від полюса.

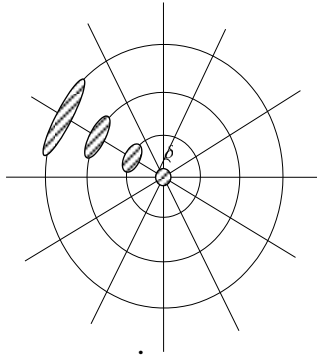


Рис.4.2.1.1- Рівнопроміжна азимутальна проекція

4.2.1.2. Центральна полярна азимутальна проекція (Рис.4.2.1.2)

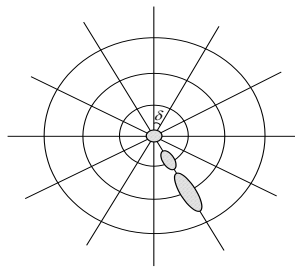


Рис.4.2.1.2 - Центральна полярна азимутальна проекція

Центр проекції вміщено у центрі еліпсоїда. Промені, що проектують, – радіуси-вектори еліпсоїда.

Меридіани – прямі, що виходять з полюса, під кутом; рівним прийнятій різниці довгот.

Паралелі – концентричні кола радіусом

$$\rho = R \operatorname{ctg} B$$

локальні масштаби

$$m = \operatorname{cosec}^2 B$$

$$n = \operatorname{cosec} B$$

Проекція не рівнопроміжна, не рівнокутна і не рівновелика, тобто довільна. Дає досить великі деформації на широтах, менших 60° . Екватор у цій проекції зобразити не можна.

4.2.1.3. Полярна стереографічна проекція (Рис.4.2.1.3).

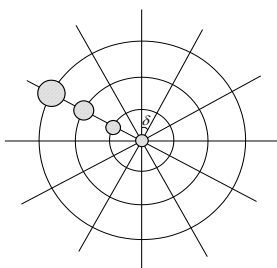


Рис. 4.2.1.3- Полярна стереографічна проекція

Центр проекції діаметрального протилежній точці дотику картинної площини K (Рис.20.13). Меридіани – промені, що виходять з полюса під кутом, рівним прийнятій різниці довгот. Паралелі – концентричні кола, радіус яких

$$\rho = 2R \operatorname{tg} \frac{Z}{2}$$

Локальні масштаби

$$m = n = \sec^2 \frac{Z}{2} > 1, \text{ отже, проекція рівнокутна.}$$

4.2.2.Циліндричні проекції

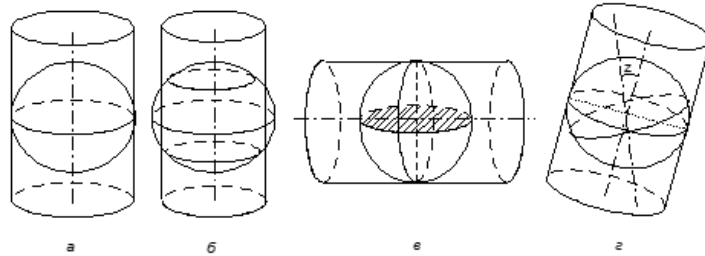


Рис.4.2.2 – Циліндричні проекції

Поверхня еліпсоїда проектується на поверхню дотичного (рис 4.2.2,а) або січного циліндра (Рис.4.2.2,б).

Циліндричні проекції можуть бути *нормальні*, коли вісь циліндра збігається з віссю обертання Землі (Рис.4.2.2 а, б), *поперечні* – вісь циліндра лежить у площині екватора (Рис.4.2.2 в) і *скісні* – вісь циліндра складає з віссю обертання Землі деякий кут Z (Рис.4.2.2г).

Загальне рівняння циліндричних проекцій (Рис.4.2.2)

$$x = f(B),$$

$$y = cL$$

де B – широта; L – довгота; c – коефіцієнт пропорційності.

У циліндричних проекціях меридіани і паралелі зображуються взаємно перпендикулярними прямими. При цьому меридіани знаходяться на рівних відстанях, пропорційних, як це впливає з формули, прийнятій різниці довгот.

Відстані між паралелями неоднакові вони залежать від конкретної проекції.

Таким чином, циліндричні проекції розрізняють між собою лише по способу побудови паралелей. Розглянемо деякі з них.

4.2.2.1 Проста нормальна циліндрична проекція (Рис.4.2.2.1).

Меридіани зображуються в натуральну величину $m=1$. Отже, паралелі розташовуються на рівних відстанях, пропорційних прийнятій різниці широт.

Масштаб по паралелі

$$n = \sec B.$$

Проекція рівнопроміжна по меридіану; рівнопроміжна, рівнокутна і рівновелика на екваторі.

Нескінченно мале кружальце зобразиться на екваторі кружальцем ($m=1$; $n=1$), а в інших точках – еліпсом, витягнутим по паралелі ($m=1$; $n=\sec B$).

Полюс – пряма лінія. Сітка – майже квадратна.

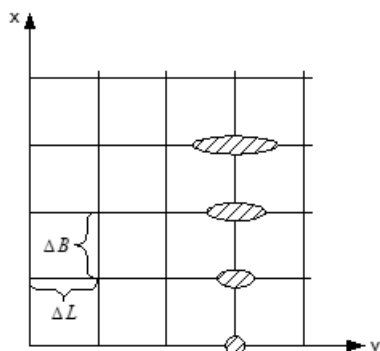


Рис 4.2.2.1- Еліпси деформацій у простій нормальній рівнопроміжній циліндричній проекції

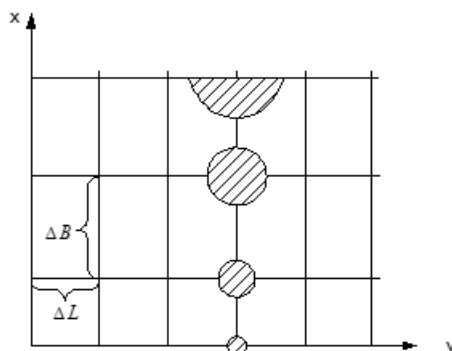


Рис 4.2.2.1.2 – Кола деформацій у нормальній рівнокутній циліндричній проекції Меркатора

При заміні дотичного циліндра січним сітка буде прямокутною. Паралелі, розташовані між січними будуть стиснуті ($n<1$), а зовнішні – розтягнуті ($n>1$). Простій циліндричній проекції властиві великі деформації.

4.2.2.2. Нормальна рівнокутна циліндрична проекція (Рис.4.2.2.1.2)

Розроблена в 1569р. фламандським картографом .Меркатором.

Щоб зробити локальні масштаби по меридіанах і паралелях рівними, всі меридіани розтягнуті в $\sec B$ разів. Тоді в кожній точці буде дотримана умова $m=n=\sec B$.

Сітка прямокутна. Екватор зображується в натуральну величину. Меридіани – паралельні прямі, проведені через інтервал

$$y = c\Delta L,$$

де c –коефіцієнт пропорційності. Паралелі – рівнобіжні лінії, перпендикулярні меридіанам. Відстані між паралелями зростають з віддаленням від екватора. Полюс у цій проекції зобразити не можна, тому що він іде в нескінченність.

Еліпс деформацій – кружальце, радіус якого збільшується із зростанням широти.

При заміні дотичного циліндра січним локальні масштаби визначаються рівнянням

$$m = n = \frac{\cos B_1}{\cos B},$$

де B_1 – широта паралелі перетину.

Проекції Меркатора властиві великі деформації довжин і площ у високих широтах. Використовується ця проекція головним чином при складанні морських навігаційних карт.

4.2.2.3 Рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Гаусса

В даній проекції осьовий меридіан передається без деформації, а інші розтягнуті; зображуються кривими лініями, зверненими увігнутістю вбік осьового меридіана (Рис.4.2.2.3); щоб забезпечити рівнокутність, паралелі розтягнуті так само, як розтягнуті меридіани; вони зображуються кривими лініями, перпендикулярними меридіанам і зверненими увігнутістю вбік найближчого полюса;

проекція рівнокутна, равнопроміжна і рівновелика на осьовому меридіані $m=n=1$; в інших точках тільки рівнокутна

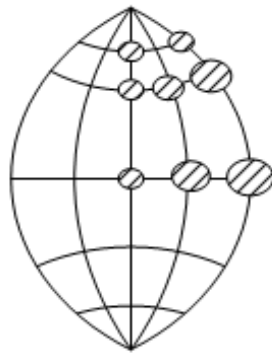


Рис. 4.2.2.3 - Рівнокутна поперечно-циліндрична проекція Гаусса.

$$m = n = 1 + \frac{y^2}{2R^2},$$

де y – ордината точки, R – радіус кривизни.

4.2.3. Конічні проекції (Рис.4.2.3)

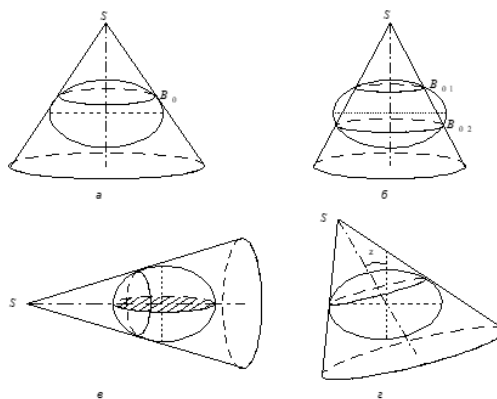


Рис.4.2.3 – Конічні проекції

Поверхня еліпсоїда проектується на дотичний (Рис.4.2.3,а) або січний (Рис.4.2.3,б) конус. Вершина конуса S є центром проекції, B_0 – широта паралелі дотикання, B_{01} , B_{02} – широти паралелей перетину.

Як і циліндричні, конічні проекції поділяються на три групи:

- *нормальні*, коли вісь конуса збігається з віссю обертання Землі (Рис.4.2.3, б);
- *поперечні*, коли вісь конуса лежить у площині екватора (Рис.4.2.3, в);
- *скісні*, коли вісь конуса складає з віссю обертання деякий кут z (Рис.4.2.3, г)

У конічній проекції меридіани зображуються прямими, що сходяться в полюсі проекції S під кутом

$$\delta = c\Delta L,$$

де c – коефіцієнт пропорційності, ΔL – різниця довгот, а паралелі дугами концентричних кіл з центром у S і радіусом

$$\rho = f(B)$$

тобто є функціями широти.

З конічних проекцій розглянемо:

4.2.3.1 Проста конічна проекція (Рис.4.2.3.1)

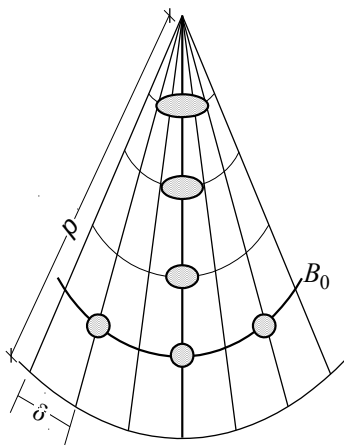


Рис. 4.2.3.1 - Проста конічна

Локальний масштаб по меридіану $m=1$, тобто проекція рівнопроміжна.

Локальний масштаб по паралелі дотикання B_0 $n=1$, тобто у всіх точках паралелі дотику проекція рівнокутна і рівновелика.

По всіх інших паралелях $n>1$ зростає з віддаленням від паралелі B_0 на північ і південь, тобто $m \neq n$, мале кружальце зобразиться еліпсом, витягнутим уздовж паралелі.

Основний недолік простої конічної проекції – великі деформації кутів.

Якщо дотичний конус замінити січним, деформації зменшаться. Для січного конуса:

по меридіану $m=1$;

по паралелях перетину B_{01}, B_{02} $m=n=1$; між паралелями перетину $n<1$, а поза $n>1$.

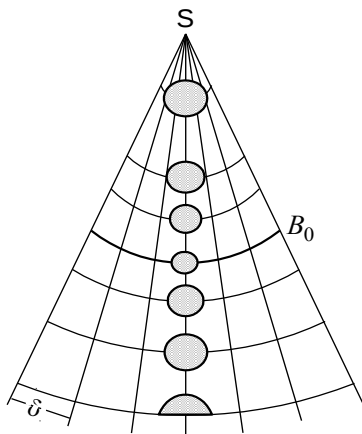


Рис.4.2.3.2.2 – Нормальна рівнокутна

4.2.3.2.2 Нормальна рівнокутна конічна проекція (Рис.4.2.3.2.2)

Нескінченно малий відрізок меридіана розтягують так само, як розтягнуто нескінченно малий відрізок паралелі в даній точці. У результаті локальний масштаб по меридіану дорівнює локальному масштабу по паралелі і проекція стає рівнокутною, тому що виконана умова $m=n$.

Меридіани нормальної сітки – прямі, що сходяться у полюсі проекції S під кутом $\delta = c\Delta L$

Паралелі – дуги концентричних кіл. Через те що локальний масштаб по меридіану збільшується з віддаленням від паралелі дотику B_0 , збільшуються і проміжки між паралелями.

Нескінченно мале кружальце зображується кружальцем, радіус якого збільшується з віддаленням від паралелі дотику тобто $m=n>1$, тільки на паралелі дотику $m=n=1$.

4.2.4. Поліконічні проекції

У цій проекції кожна паралель є немовби паралеллю дотикання свого конуса (Рис.4.2.4).

Один з меридіанів OP приймається за середній і зображується прямою лінією у головному масштабі, тобто $m=1$ (Рис.4.2.4.1).

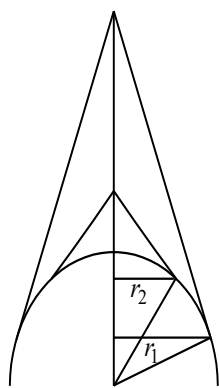


Рис.4.2.4 – Поліконічна проекція

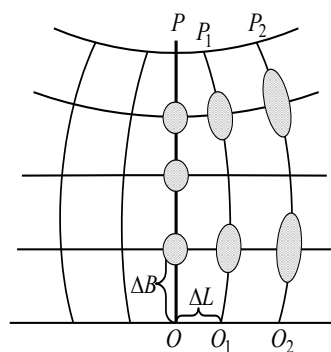


Рис. 4.2.4.1 - Еліпси деформацій у поліконічній проекції

Через точки, що знаходяться одна від одної на відстані, рівній обраній різниці широт ΔB , проводимо паралелі у вигляді неконцентричних кіл, радіус яких

$$\rho = r \operatorname{cosec} B,$$

де r – радіус паралелі на еліпсоїді. Через те, що $\operatorname{cosec} 0 = \infty$, екватор зобразиться прямою, яка перпендикулярна середньому меридіану.

Потім кожна паралель розбиваємо на відрізки, рівні обраній різниці довгот ΔL , отже, масштаб по паралелі $n=1$.

Точки з рівними значеннями довгот з'єднуємо плавними кривими O_1P_1 , O_2P_2 , У результаті одержимо сітку меридіанів.

У поліконічній проекції на середньому меридіані $m=1$ і $n=1$. В інших точках $n=1$, а $m>1$, тобто еліпси деформацій витягнуті вздовж меридіана.

Для даної проекції деформації кутів зростають з віддаленням від середнього меридіана.

4.2.5. Псевдоциліндричні і псевдоконічні проекції

Псевдоциліндричні проекції - проекції, в яких екватор і паралелі - прямі, паралельні один одному (що ріднить їх з циліндричними проекціями), а

меридіани, крім середнього, криві лінії, що збільшують свою кривизну по мірі віддалення від середнього меридіана.

Псевдоконічні проекції - проекції, в яких паралелі представляють собою дуги концентричних кіл (як і в нормальних конічних), а меридіани - криві лінії, симетрично розташовані щодо середнього прямолінійного меридіана, кривизна їх збільшується з віддаленням від середнього меридіана.

Псевдоазимутальні проекції - проекції, в яких паралелі представляють концентричні кола, а меридіани - криві, що сходяться в точці полюса і симетричні відносно одного або двох прямолінійних меридіанів.

4.2.6. Умовні проекції.

Умовні проекції - проекції, які будують за заданими умовами, наприклад, для отримання певного виду географічної сітки, заданого характеру спотворень та ін. До них належать проекції, що будуються за допомогою перетворення вихідних проекцій.

Дотичними і січними поверхнями для отримання картографічної проекції можуть слугувати (рис.4.2.6): дотичний циліндр, дотичний конус, дотична площина, січний циліндр, січний конус, січна площина.

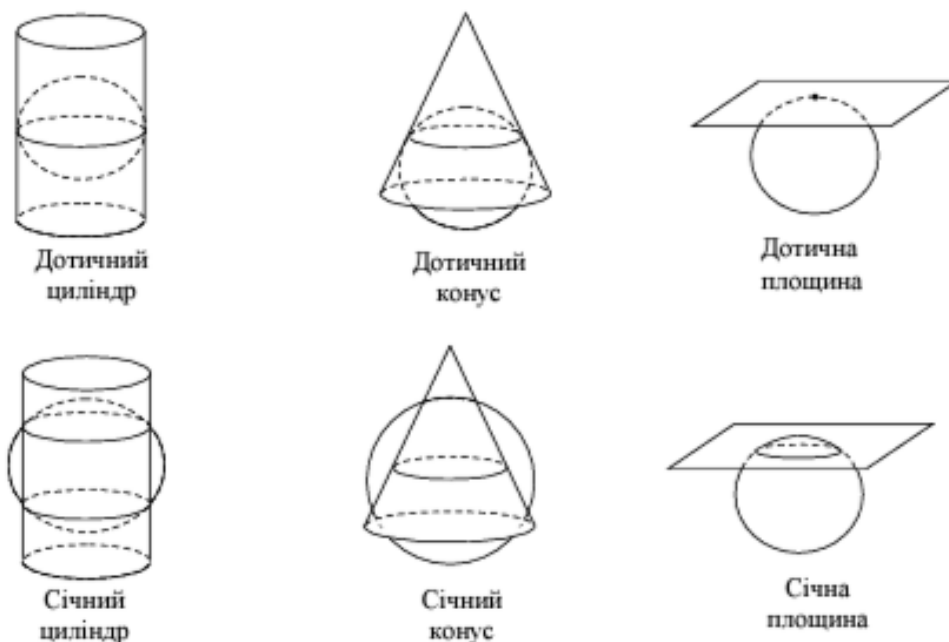


Рис 4.2.6. Дотичні і січні допоміжні поверхні

Орієнтування картографічної проекції відбувається залежно від виду допоміжної поверхні. А саме вона буває (рис.4.2.6.1):

- нормальна : циліндрична, конічна, азимутальна;
- поперечна : циліндрична, конічна, азимутальна;
- коса : циліндрична, конічна, азимутальна.

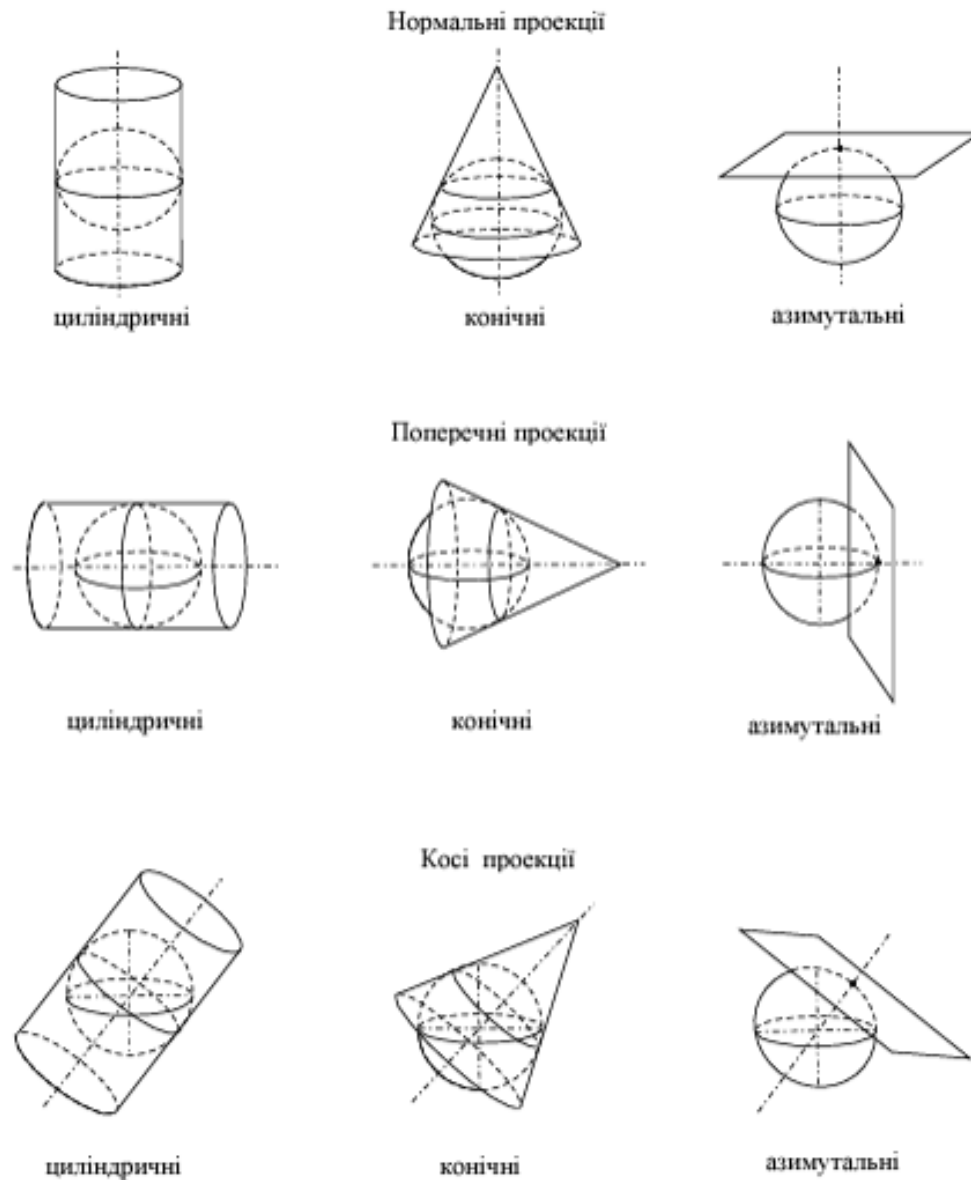


Рис.4.2.6.1 Орієнтування допоміжних геометричних поверхонь

4.3 Вибір і розпізнавання картографічних проєкцій.

Картографічні проєкції вибирають залежно від факторів трьох груп. До першої відносяться **фактори, що характеризують об'єкт картографування**. Це географічне положення території, її розміри, форма границь, ступінь відображення суміжних територій.

До другої групи належать **фактори, що характеризують створювану карту**, способи й умови її використання. Ця група включає призначення й спеціалізацію, масштаб й зміст карти; задачі, що будуть вирішуватися на ній, та умови до точності їх вирішення; способи використання карти й аналізу картографічної інформації; умови роботи з картою.

До третьої групи відносяться **фактори, що характеризують картографічну проєкцію**. Це характер деформацій у проєкції, величини максимальних деформацій довжини, кутів і площ, характер їх розподілу;

кривизна зображення ліній найкоротшої відстані; ступінь правильності передачі форм територій; кривизна зображення ліній картографічної сітки; умови симетрії сітки відносно середнього меридіана й екватора; умови зорового сприйняття зображення тощо.

Для *світових карт* переважно використовуються циліндричні, псевдоциліндричні і поліконічні проекції. *Карти півкуль* частіше складають в азимутальних проекціях: для північної та південної півкуль переважно беруть нормальні (полярні), для західної і східної півкуль - поперечні (екваторіальні). *Карти материків* Європи, Азії, Північної Америки, Південної Америки, Австралії з Океанією зазвичай будують в косих азимутальних проекціях, для Африки застосовують поперечні, для Антарктиди - нормальні азимутні. Для *карт окремих країн*, адміністративних областей, штатів, провінцій найчастіше вживають конічні і азимутні проекції. Приєкваторіальні країни відображають в циліндричних і псевдоциліндричних проекціях.

Розпізнати картографічну проекцію - значить встановити по виду меридіанів і паралелей її назва, належність до певного класу за способом побудови і за характером спотворень, а також авторство. Є спеціальні таблиці - визначники проекцій для карт світу, півкуль, материків і океанів, частин світу, держав. Виконавши певні вимірювання по картографічній сітці, можна визначити за даними таблиць назва проекції. Це необхідно для практичного користування карткою, обліку характеру і величини спотворень.

4.4 Разграфлення, номенклатура і рамки карти.

Карти великих розмірів складаються з багатьох листів. Ділення цих карт на аркуші називається ***разграфкою (нарізкою)*** карти. Найчастіше застосовується трапецієподібна або прямокутна разграфки. При трапецієподібній (градусній) разграфці кордонами аркушів є паралелі і меридіани. Розміри листа за широтою та довготою залежать від масштабу карти. При прямокутній разграфці карта ділиться на прямокутні або квадратні листи однакового розміру, що зручно для друкування карт, суміщення їх за загальними рамками, склеювання та брошурування.

Рішення про створення карти всієї суші в єдиному масштабі, єдиній проекції, у єдиних умовних знаках і з загальним підходом до генералізації було прийнято на V Міжнародному географічному конгресі в 1891 р. Для цієї карти був обраний масштаб 1:1 000 000, звідси назва карти «міжнародна мільйонна карта світу».

Державні топографічні та тематичні карти, що складаються з багатьох листів, в кожній країні мають стандартну разграфку. Так, в Україні в основі разграфлення топографічних карт лежить карта масштабу 1:1000 000.

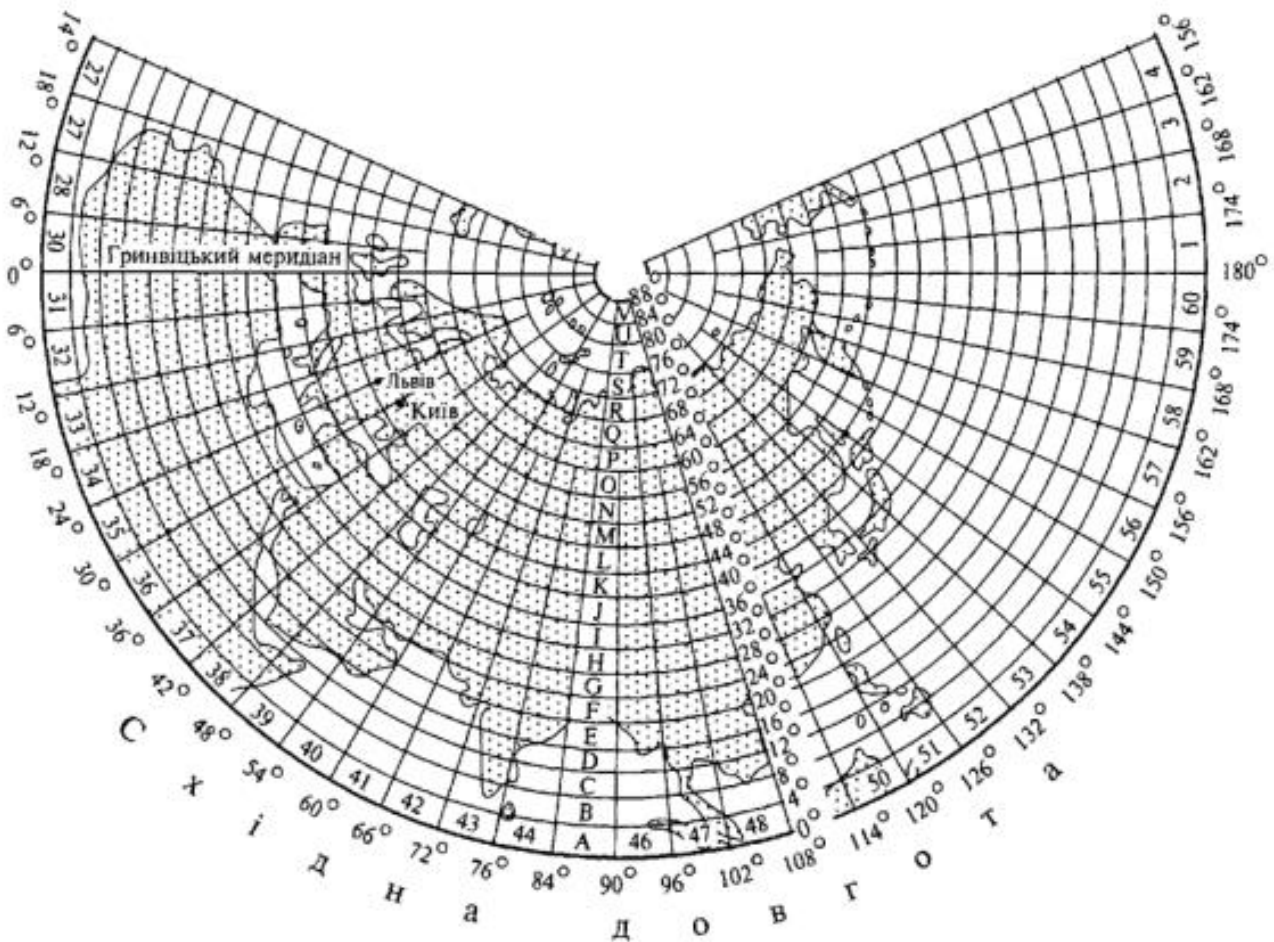


Рис 4.4. Фрагмент розграфлення аркушів карти масштабу 1:1 000 000

Разграфка листів карти наступних, більш великих масштабів, проводиться так, що кожному листу карти 1:1 000 000 відповідає ціле число цих карт. Наприклад, в одному аркуші мільйонної карти міститься 4 аркуша карти масштабу 1:500 000, 9 листів в масштабі 1:300 000 і т.д. (Рис.4.4.1).

З разграфленням пов'язана **номенклатура** - система буквених і цифрових позначень окремих листів багатоаркушевих і оглядово-топографічних карт. Прийнята єдина державна система номенклатури. Позначення аркушів карт складаються з номенклатури відповідного аркуша мільйонної карти (букви ряду в 4^0 за широтою та номеру колони в 6^0 по довготі) з додаванням букв і римських або арабських цифр (рис.4.4.1). Для багатолістих карт зазвичай дається схема разграфки. Вона поміщається на спеціальному збірному аркуші, на якому зображується територія картографування, розділена на окремі аркуші з підписами їх номенклатури.

а



б

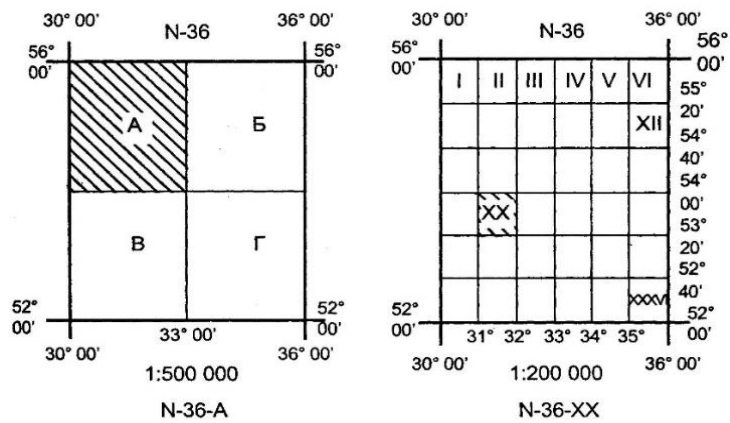


Рис.4.4.1. Разграфка і номенклатура карт а-схема разграфки карт масштабу 1:1 000 000, б - разграфка аркуша N-36 на аркуші карт масштабів 1:500 000 і 1:200 000. Заштриховані листи N-36-A та N-36-XX.

Позначення широтних поясів на топографічних картах

Таблиця 3

Широта, в градусах	Номер букви за алфавітом	Назва поясу
0-4	1	A
4-8	2	B
8-12	3	C
12-16	4	D
16-20	5	E
20-24	6	F
24-28	7	G
28-32	8	H
32-36	9	I

36-40	10	J
40-44	11	K
44-48	12	L
48-52	13	M
52-56	14	N
56-60	15	O
60-64	16	P
64-68	17	Q
68-72	18	R
72-76	19	S
76-80	20	T
80-84	21	U
84-88	22	V

Знаючи номенклатуру аркуша карти, легко визначити географічні координати кутів його трапеції. Так, географічні координати кутів аркуша карти М-35 визначаються місцями перетину паралелей 48 і 52° та меридіанів 24 і 30°.

Розграфлення аркушів карт наступних, більших масштабів здійснюють паралелями і меридіанами так, що кожному аркушеві карти масштабу 1:1 000 000 відповідає ціле число аркушів цих карт. Позначаються ці аркуші номенклатурою відповідного аркуша карти масштабу 1:1 000 000 з додаванням українських великих і малих букв та римських або арабських цифр (табл. 4).

Дані про розграфлення, номенклатуру і розміри аркушів топографічних карт

Таблиця 4

Масштаб карти	Кількість аркушів	Розмір рамок		Приклад номенклатури аркушів
		за широтою	за довготою	
В одному аркуші карти масштабу 1:1 000 000				
1:1000000	1	4°	6°	М-35 (Львів)
1:500 000	4	2°	3°	М-35-В
1:300 000	9	1°20'	2°	IV-М-35
1:200 000	36	0°40'	1°	М-35-XIX
1:100 000	144	0°20'	0°30'	М-35-73
В одному аркуші карти масштабу 1:100 000				
1:50 000	4	0°10'	0°15'	М-35-73-В
1:25 000	16	0°05'	0°07'30"	М-35-73-В-В
1:10 000	64	0°02'30"	0°03'45"	М-35-73-В-В-3
1:5 000	256	0°01'15"	0°01'52,5"	М-35-73-(256)
1:2 000	2304	0°00'25"	0°00'37,5"	М-35-73-(256-a)

Територія, яка зображена на одному аркуші карти масштабу 1:1 000 000, може бути відображена на кількох аркушах карти більшого масштабу. Так одному аркушеві карти масштабу 1:1 000 000 відповідають (табл. 4):

- чотири аркуші карти масштабу 1:500 000, які позначаються великими буквами А, Б, В і Г; номенклатура цих аркушів має вигляд, наприклад М-35-В;
- дев'ять аркушів карти масштабу 1:300 000, які позначаються римськими цифрами I, II, ... , IX, що пишуть перед номенклатурою аркуша мільйонної карти, наприклад IV-М-35;
- 36 аркушів карти масштабу 1:200 000, які позначаються також римськими цифрами, приклад номенклатури аркушів цієї карти М-35-XIX;
- 144 аркуші масштабу 1:100 000, які позначаються арабськими цифрами від 1 до 144, номенклатура цих аркушів має вигляд, наприклад М-35-73.

Аркушеві карти 1:100 000 відповідають чотири аркуші карти масштабу 1:50 000, які позначаються початковими буквами українського алфавіту А, Б, В, Г і номенклатура має вигляд М-35-73-В.

Аркушеві карти 1:50 000 відповідають чотири аркуші карти масштабу 1:25 000, які позначаються малими буквами українського алфавіту а, б, в, г, наприклад М-35-73-В-в.

Аркушеві карти масштабу 1:25 000 відповідають чотири карти масштабу 1:10 000, які позначаються арабськими цифрами 1, 2, 3 і 4; приклад їх номенклатури М-35-73-В-в-3.

Аркушеві карти масштабу 1:100 000 відповідають 256 аркушів плану масштабу 1:5 000, аркуші якого позначають арабськими цифрами від 1 до 256, що пишуться в дужках, наприклад М-35-73-(256).

Аркушеві плану масштабу 1:5 000 відповідають дев'ять аркушів плану масштабу 1:2 000, які позначаються малими буквами українського алфавіту (а, б, в,..., и), наприклад М-35-73-(256-а).

Нумерація аркушів карт будь-якого масштабу (цифрами або буквами) завжди виконується зверху вниз і зліва направо (рис. 4.4.2).

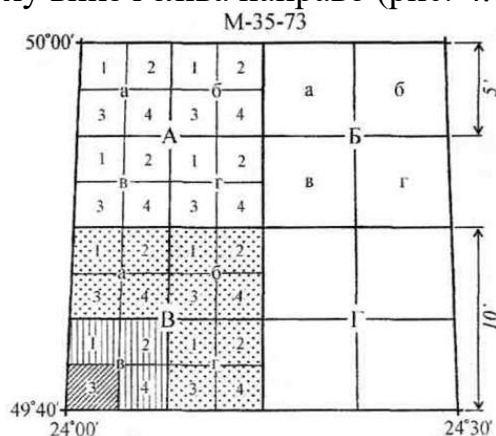


Рис 4.4.2. Нумерація аркушів карт масштабів 1:50 000 – 1:10 000

Із збільшенням широти аркуші топографічних карт всіх масштабів звужуються, залишаючись незмінними за висотою. Тому на райони, які розміщені на північ від 60° широти, аркуші карт викреслюються здвоєними по довготі, а на північ від 76° паралелі карти випускають по чотири аркуша, складених по довготі.

Великомасштабні плани (1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 і 1:500), складені на ділянки, що мають площу менш як 20 км кв., мають прямокутне або квадратне розграфлення. За основу розграфлень приймають план масштабу 1:5 000 з розміром рамки квадрата 40х40 см. кожний аркуш плану масштабу 1:5 000 позначається арабською цифрою. Дані про розграфлення, наприклад, п'ятого аркуша масштабу 1:5 000 на плани більших масштабів подані в таблиці (табл. 5).

Дані про розграфлення, номенклатуру і розміри аркушів топографічних планів

Таблиця 5

Масштаб плану	Кількість аркушів в одному аркуші дрібнішого масштабу	Номенклатура останнього аркуша	Розмір рамки квадрата, см
1 : 2 000	4 в аркуші масштабу 1:5000	5-Г	50х50
1:1 000	4 в аркуші масштабу 1:2000	5-Г-IV	50х50
1:500	16 в аркуші масштабу 1:2000	5-Г-16	50х50

Номенклатуру аркушів топографічних карт записують над верхньою рамкою карти. Поряд з номенклатурою в дужках пишеться назва найбільшого населеного пункту, розміщеного в межах даної трапеції, наприклад М-35 (Львів), М-36-А (Київ), М-35-49 (Сокаль).

За географічними координатами будь-якого пункту можна визначити номенклатуру аркуша карти необхідного масштабу. Спочатку визначають номенклатуру аркуша карти масштабу 1:1 000 000, в межах якого знаходиться даний пункт. Візьмемо для прикладу м. Чернівці з такими значеннями географічних координат: $\varphi = 48^\circ 18'$, $\lambda = 25^\circ 51'$. Для цього широту даного пункту ділять на 4, при цьому звичайно одержують число із залишком, наприклад $48^\circ 18' : 4 = 12 + 0^\circ 18'$. Це означає, що дана точка лежить в 13-му широтному поясі, який позначається буквою М (див. табл. 2, рис. 3). Потім ділять довготу на 6° і знаходять в якій колоні від Грінвіча знаходиться даний пункт. Так, якщо $\lambda = 25^\circ 51'$, тоді $25^\circ 51' : 6 = 4 + 1^\circ 51'$. Відповідно це буде 5-а зона від Грінвіча, а номер колони буде 35. Отже, номенклатура аркуша карти масштабу 1:1 000 000, на якому знаходиться зображення даного пункту буде М-

35 (Чернівці). Його межі – відрізки паралелей з широтами 48 і 52° і відрізки меридіанів з довготами 24 і 30°.

Для підбирання номенклатури аркушів карт більших масштабів рекомендується будувати схеми розграфлення, підписувати координати рамок і за ними знаходити номенклатуру необхідних аркушів.

Координатна сітка – сітка, за допомогою якої визначають координати (місцеположення) об'єктів на карті. Така сітка дозволяє також наносити на карту нові об'єкти, якщо відомі їхні координати, визначати напрямки щодо сторін світу тощо. Координатними є картографічна сітка, сітка прямокутних координат.

Картографічна сітка є основною для дрібномасштабних карт. На таких картах вона є засобом для загального географічного орієнтування, конкретизації (прив'язки) результатів вивчення природних і суспільних явищ, встановлення різниці в часі тощо. Однак скривлення ліній, що складають сітку, в більшості проєкцій ускладнює рішення окремих практичних завдань – (наприклад, визначення координат об'єктів). Сітка прямокутних координат, або прямокутна сітка, полегшує розв'язання багатьох завдань завдяки простоті її побудови. Така сітка показується на сучасних топографічних картах додатково до картографічної сітки, або замість неї (як на англійських і фінських картах).

Істотним елементом будь-якої карти є рамки карти. **Рамка карти** — це перш за все лінія, яка окреслює подану на карті територію. Але поряд з такою функціональною роллю рамка виконує ще й естетичну функцію, надаючи карті завершеного вигляду. Для цього рамку ускладнюють, доповнюючи функціональну лінію" (найпростішу за рисунком), лініями і смугами змінної товщини і складності, іноді з художніми елементами. Рамка карти часто виконує також допоміжну функцію, забезпечуючи розв'язання задач, пов'язаних насамперед з визначенням координат об'єктів на карті.

Розрізняють внутрішню, градусну (або хвилинну) рамку і зовнішню. Іноді всі рамки разом об'єднують під загальною назвою рамка карти. Внутрішню рамку утворюють лінії паралелей і меридіанів, що обмежують картографічне зображення. Хвилинна (градусна) рамка являє собою дві близько розташовані паралельні лінії, на яких наносять відповідно хвилинні або градусні поділу за широтою та довготою. Вона призначена для визначення географічних координат об'єктів, зображених на карті, і для нанесення на карту об'єктів за заданими координатами. У розривах середньої частини кожної сторони зовнішньої рамки зазначають номенклатуру суміжних аркушів.

На картах масштабу 1:500 000 і 1:1 000 000 дається картографічна сітка паралелей і меридіанів, а на картах масштабу 1:10000 — 1:200 000 — координатна сітка, або кілометрова, так як лінії її проводяться через ціле число кілометрів (1 км в масштабі 1 : 10 000 — 1 : 50 000, 2 км в масштабі 1 : 100 000, 10 км в масштабі 1 : 200 000).

Рамки бувають різних видів: прямокутні, трапецієподібні, у вигляді кіл та еліпсів. Розміри і форма рамки тісно пов'язані з картографічною проєкцією і

масштабом карти, а також з величиною і обрисами території що картографується.

Зустрічаються карти, на яких рамки відсутні, наприклад, у шкільних атласах. Роль рамки в таких випадках виконує обріз аркуша атласу

4.5 Компонування. Орієнтування картографічних сіток

Компонуванням карт називається розміщення основного картографічного зображення, назви карти, легенди, врізок та інших елементів додаткової характеристики території та оснащення всередині рамки і на полях карти.

При проведенні компоновки необхідно враховувати багато факторів: проекцію карти, конфігурацію картографується території, її орієнтування всередині рамки, розмір легенди, необхідність показу сусідніх територій, карт-врізок, додаткових графіків, діаграм, таблиць, тексту, фотографій, аерофотознімків, малюнків, профілів і т. п., а також формату карти, зручності користування, технології видання карти і естетичні моменти.

При картографуванні некомпактних територій віддалені її частини доводиться давати у врізках (наприклад, на карті Європи у врізках часто поміщають острова Шпіцберген, Землю Франца-Йосипа та ін.) У ряді випадків виступаючі частини картографічного зображення розміщують в розривах рамки.

Мають місце і так звані «плаваючі» компоновки - на аркуші без рамок розміщується кілька разів одна територія або ряд територій.

Компонування нерозривно пов'язана з орієнтуванням картографічного зображення.

Орієнтування картографічного зображення—це розміщення на карті сторін світу від носно її рамки. Орієнтування карт змінювалося на різних етапах розвитку картографії. Орієнтування по півночі було введено в XIV ст. З XVI в. воно стало загальновизнаним. Орієнтування по півночі визначається меридіанами.

Загальноприйнятому розташуванню сторін світу відповідає тільки циліндрична проекція з прямолінійними взаємноперпендикулярними паралелями та меридіанами. В проекціях з криволінійними паралелями і меридіанами (як у поліконічних) або з прямолінійними, але не паралельними меридіанами (як у конічних) орієнтування ускладнюється: сторони світу не відповідають напрямкам елементів картографічної сітки.

4.6.Геодезична основа топографічних карт

З топографії відомо, що елементами геодезичної основи є форма і розміри земного еліпсоїда, прийнята система координат для визначення положення географічних об'єктів, а також опорна геодезична мережа, точки якої утворюють кістяк (остов) для побудови картографічного зображення.

Розміри земного еліпсоїда за Ф.М. Красовським, такі:

- довжина великої напівосі а, розташованої в площині екватора, становить 6 378 245 м,

- довжина малої напівосі b , яка збігається з віссю обертання Землі, становить 6 356 863 м,
- різниця напівосей $a - b = 21\,382$ м,
- стиснення еліпсоїда $a = a - b \text{ і } a = 1/298,3$.

За певних умов еліпсоїд замінюють кулею, площа поверхні якої дорівнює площі поверхні земного еліпсоїда. Радіус такої кулі становить 6371,1 км. Іноді його величину заокруглюють до 6370 чи 6400 км, якщо це задовольняє вимогам до картографічного твору.

Положення географічних об'єктів або точок на поверхні земного еліпсоїда (кулі) визначають у системі географічних координат за широтою B і довготою L . Застосовують також систему прямокутних координат, в якій положення точок визначають абсциса x і ордината y .

Створення картографічного зображення починають з нанесення на папір за певною системою координат точок опорної геодезичної мережі, тому іноді поняття "опорна геодезична мережа" вживається замість поняття "геодезична основа карт".

Геодезична основа має першорядне значення для карт загальногеографічних, тому що від точності цієї основи залежить точність вказаних карт. Зі зміною елементів геодезичної основи змінюється положення відображених на карті об'єктів.

Геодезичною основою топографічних знімальних є пункти державних та знімальних геодезичних мереж. Знімальна геодезична мережа будується з метою згущення геодезичної планової та висотної основи до щільності, що забезпечує виконання топографічного знімання. Кількість точок знімального обґрунтування для незабудованої території залежить від масштабу знімання:

Таблиця 6

Масштаб знімання	Кількість точок на 1 км ²
1: 5000	Не менше 4
1: 2000	12
1: 1000	16

На забудованій території кількість точок знімального обґрунтування визначається в період рекогносрування.

Знімальна мережа розвивається від пунктів державних геодезичних мереж, геодезичних мереж згущення 1-го та 2-го розрядів. Пункти знімальної мережі визначають побудовою триангуляційних мереж, прокладенням теодолітних ходів, прямими, зворотними та комбінованими засічками. При побудові знімальної мережі одночасно визначають положення точок у плані та по висоті. Висоти точок знімального обґрунтування визначають геометричним або тригонометричним нівелюванням. Допустимі довжини теодолітних ходів між вихідними пунктами залежать від масштабу знімання, граничної відносної похибки на точності мірного приладу (табл. 7).

Таблиця 7 - Допустимі довжини ходів при $m_s = 0,2$ мм, км

Масштаб знімання	Відносна похибка		
	1 : 3 000	1 : 2 000	1 : 1 000
1 : 5000	6	4	2
1 : 2000	3	2	1
1 : 1000	1,8	1,2	0,6
1 : 500	0,9	0,6	0,3

Вид планової та висотної опорної геодезичної мережі вибирають залежно від площі знімання. До знімання територій площею, більшою 5 км², планова геодезична мережа будується методами триангуляції, трилатерації та полігометрії 4 класу і вище, також геодезичних мереж згущення 1-го та 2-го розрядів. Геодезичні мережі 1-го та 2-го розрядів служать плановим обґрунтуванням на площі 2,5...5 км². При зніманні площі 1 ...2,5 км² будують геодезичні мережі 2-го розряду. На площі, яка менше 1 км², плановою основою є теодолітні ходи або мікротриангуляція. Висотним обґрунтуванням на площі, яка більше 10 км², є мережі нівелювання II, III та IV класів. Для території площею 1... 10 км² висотним обґрунтуванням є нівелювання IV класу, а менше 1 км² - технічне нівелювання.

Об'єм, зміст та вартість робіт геодезичних вишукувань визначаються масштабом знімання, обумовленим масштабоутворювальними факторами. До них належать: повнота зображення, яка залежить від мінімального розміру представленого на плані елементу місцевості, детальності зображення, яка визначається докладністю відображення на плані топографічних елементів або допустимих похибок у зображенні абрисів ситуативних контурів і форм рельєфу; точність зображення, яка виражається похибкою у взаємному розташуванні точок місцевості на плані та по висоті. Крім того, масштаб повинен враховувати призначення зніманні, розміри ділянки та стадію проектування. Масштаб топографічного знімання обчислюють за формулою

$$h_n = d_{\min} \operatorname{tg} \nu_{\max},$$

де $d_{\min}$ - найменша відстань між горизонталями, м;

$\nu_{\max}$ - гранична крутизна схилу, при якій рельєф ще можливо зобр.

$$M = A/a,$$

де M - знаменник масштабу знімання; A - відстань на місцевості, м, що відповідає відрізку на плані a , м.

Мінімальне значення відстані $A_{\min}$ залежить від масштабоутворювальних факторів, а мінімальне значення $a_{\min}$ визначається можливостями графічного зображення на плані.

Висота перерізу рельєфу h_n , м, залежить від масштабу знімання, характеру рельєфу місцевості, призначення, потрібної точності площі і обчислюється за формулою вати горизонталями.

При інженерно-геодезичних вишукуваннях залежно від характеру рельєфу місцевості встановлюють відповідно до масштабу знімання висоту перерізу рельєфу (табл. 8).

Таблиця 8. Висота перерізу рельєфу, м

Рельєф ділянок знімання	Масштаб знімання			
	1:5 000	1:2 000	1:1000	1:500
Рівнинний, з кутами нахилу до 2°	0,5; 1	0,5; 1	0,5	0,5
Горбистий, з кутами нахилу до 4°	1; 2	0,5; 1; 2	0,5	0,5
Пересічний, з кутами нахилу до 6°	2; 5	1; 2	0,5; 1	0,5
Гірський та передгірний	2; 5	2	1	1

У окремих випадках для складання планів ділянок промислових підприємств і вулиць міст з густою мережею підземних комунікацій виконують топографічні знімання в масштабі 1 : 100 з висотою перерізу рельєфу 0,5 та 0,25 м.

Остаточний вибір масштабу топографічного знімання та висоти перерізу рельєфу виконують із врахуванням призначення плану, типів споруд, густоти інженерних комунікацій, характеру забудови, благоустрою територій, природних умов району та характеристики рельєфу.

4.6.1. Визначення прямокутних координат точок за топографічною картою.

Для обчислення прямокутних координат точки 153,8 (6512) знаходять квадрат, окреслений лініями координатної кілометрової сітки, в якому розташована точка (рис.4.6.1)

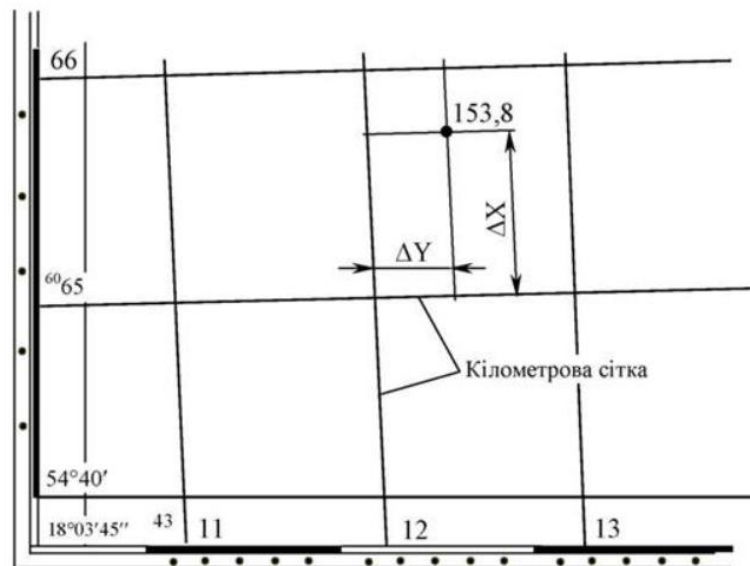


Рис 4.6.1. Визначення прямокутних координат точки

З точки 153,8 (6512) опускають перпендикуляри AX та AY на лінії координатної кілометрової сітки і за допомогою циркуля-вимірника і масштабної лінійки обчислюють їх довжину на місцевості.

Прямокутні координати точки:

$$X = X_K + \Delta X,$$

$$Y = Y_K + \Delta Y,$$

де X_K, Y_K - координати південно-західного кута квадрата кілометрової сіт-ки, в якому розміщена точка, м;

$\Delta X, \Delta Y$ - довжина перпендикулярів, м.

Шукані прямокутні координати точки 153,8 (6512):

абсциса $X = 6\,065\,000 + 665 = 6\,065\,665$ м;

ордината $Y = 4\,312\,000 + 142 = 4\,312\,142$ м.

Це означає, що точка 153,8 (6512) знаходиться в четвертій зоні на північ від екватора на 6 065 565 м, віддалена на захід від осьового меридіана на 312 142 - 500 000 = 187 858 м.

4.6.2. Кути напрямків і зв'язок між ними. Визначення кутів напрямків на топографічній карті.

Орієнтування на місцевості — це визначення свого положення відносно сторін горизонту й окремих предметів, розташованих на місцевості. Уміння орієнтуватися дає можливість знайти дорогу в незнайомій місцевості. Відомі випадки, коли це вміння рятувало життя людей.

Для орієнтування напрямів користуються азимутами, румбами та дирекційними кутами. Істинним азимутом ЛІНІЇ місцевості в даній точці називають кут, що відрахований за ходом стрілки годинника від північного напрямку істинного меридіана, який проходить через дану точку, до напрямку з цієї точки на предмет (рис. 4.6.2).

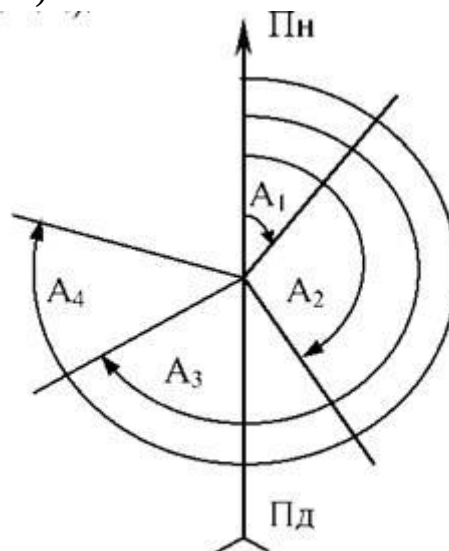


Рис. 4.6.2. Азимути ліній

За абсолютним значенням азимуту міняються від 0° до 360° . Меридіани між собою не паралельні, тому азимут лінії в кожній її точці має різне значення (рис.4.6.2.1).

$$A_2 = A_1 + \gamma.$$

Зближення меридіанів γ - кут між напрямками двох меридіанів в даних точках, який обчислюють за формулою:

$$\gamma = \pm \Delta\lambda * \sin \varphi,$$

де $\Delta\lambda$ - різниця довготи меридіанів точки $P_1 (\lambda_1)$ й точки $P_2 (\lambda_2)$; φ - широта точки.

Кут γ для точок, розміщених на схід від осьового меридіана, від'ємний (-), а на захід - додатний (+).

Азимут — це кут між напрямком із даної точки на північ і напрямком на предмет, розташований на місцевості. Величина азимута виражається в градусах і відраховується праворуч від напрямку на північ за годинниковою стрілкою.

Азимут визначають за допомогою компаса або транспортира в такій послідовності: а) використовуючи компас, орієнтуємо карту. Для цього повертаємо її так, щоб напрямок на північ на плані збігся із цим самим напрямком на місцевості; б) устанавлюємо компас у тій точці плану, звідки необхідно визначити азимут на предмет, який нас цікавить; в) орієнтуємо компас за сторонами горизонту; г) визначаємо азимут за шкалою компаса так само, як і при його визначенні на місцевості (повертаємо кільце доти, поки уявна лінія не з'єднає проріз, мушку й зображення предмета, який нас цікавить на плані), при цьому важливо не зміщати компас і план. На останньому етапі замість компаса можна використати транспортер. Його встановлюють так, щоб середина опинилася в точці, від якої ви визначаєте азимут, а позначка 0 збіглася з напрямком на північ. За шкалою транспортира визначаємо кут між напрямком на північ і зображення предмета на плані, тобто азимут.

Варто пам'ятати, що азимут, визначений за допомогою компаса на місцевості й за допомогою компаса або транспортира на карті, зазвичай не збігається. Це пояснюється тим, що магнітний північний полюс Землі переміщується й не збігається з географічним полюсом. Зараз він перебуває на території одного з островів Канадського архіпелагу (координати $77^\circ 36'$ пд. ш. й $102^\circ 48'$ сх. д.).

Стрілка компаса вказує саме на магнітний полюс, тому азимуту будуть різними. Кут між північним напрямком магнітного меридіана й напрямком на предмет називають азимутом магнітним (A_m), а кут між географічним меридіаном і напрямком на предмет — азимутом географічним або дійсним (A_d).

При розв'язанні практичних задач доцільно користуватися магнітними азимутами, які легко можна визначити за допомогою простих приладів, головною частиною яких є магнітна стрілка.

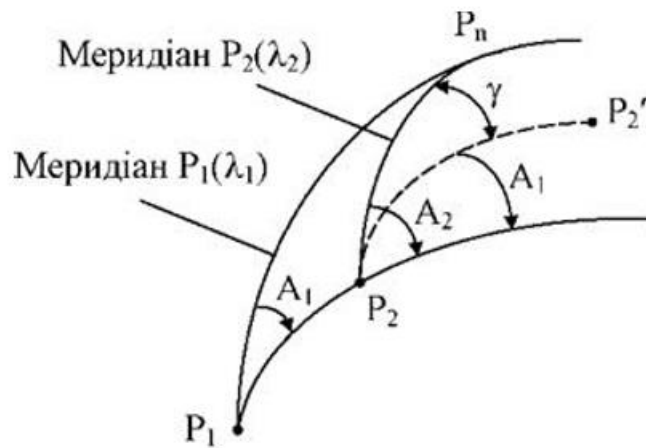


Рис. 4.6.2.1 Зближення меридіанів

Магнітний меридіан - це проекція магнітної осі вільно підвішеної магнітної стрілки в даній точці на рівневу поверхню. Напрями магнітного й істинного меридіанів, що проходить через одну й ту ж точку місцевості, не збігаються, а перетинаються під кутом, що його називають схиленням магнітної стрілки (рис. 4.6.2.2). Магнітне схилення прийнято за східне, коли магнітний меридіан відхиляється на схід від істинного меридіана, і позначають знаком **(+δс)**. Магнітне схилення прийнято за західне, коли магнітний меридіан відхиляється на захід від істинного меридіана, і позначають знаком **(-δз)**.

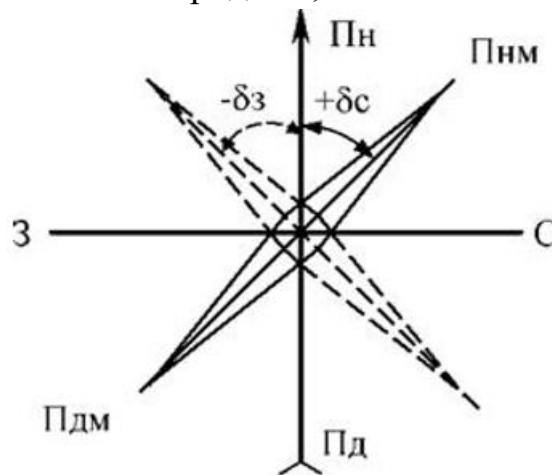


Рис.4.6.2.2. Магнітне схилення

В кожній точці місцевості магнітне схилення міняється безперервно. Розрізняють вікову, річну й добову зміну схилення. Добові зміни схилення на Україні досягають 15", а річні в одній і тій же точці 9'. Є райони, в яких взагалі неможливо користуватись магнітною стрілкою. Такі райони називаються аномальними, до них відносяться Курська, Криворізька та інші магнітні аномалії. Систематичні спостереження за зміною магнітного схилення в даному районі виконують на метеорологічних станціях.

Магнітний азимут - це горизонтальний кут, відрахований за ходом стрілки годинника від північного напрямку магнітного меридіана, що проходить через дану точку, до напрямку з цієї точки на предмет. Магнітні азимути, як і дійсні, змінюються від 0° до 360°. Залежність між магнітними й дійсними азимутами:

$$A_i = A_m + \delta_c ,$$

$$A_i = A_m - \delta_z ,$$

де A_i , A_m - відповідно, істинний та магнітний азимути.

В практичних цілях замість азимутів користуються для орієнтування напрямів румбами.

Румб - це гострий кут, що відраховується від напрямку на предмет до найближчого напрямку меридіана, що проходить через дану точку (рис.4.6.2.3). Значення румбів міняються від 0° до 90°. Румби позначаються індексами (ПнС, ПдС, ПдЗ, ПнЗ), що вказують на чверть, в якій знаходиться румб.

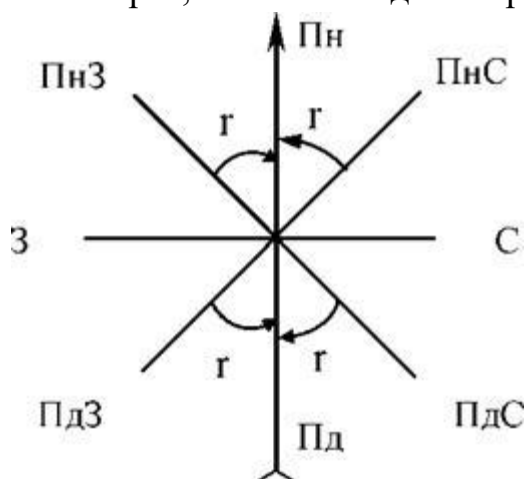


Рисунок 4.6.2.3 - Румби

Зв'язок між румбами й азимутами наведено в табл. 9.

В залежності від якого меридіана (істинного чи магнітного) визначають румби, їх називають істинними або магнітними.

Азимути бувають прямі й зворотні. Азимут, який визначений з початку лінії, називають прямим, а з кінця цієї ж лінії - зворотним.

Так, якщо для лінії РД (рис. 4.6.2.4) кут A - прямий азимут, то кут A' буде зворотним азимутом.

Таблиця 9

№ чверті	Назва чверті чи орієнтування	Азимути	Румби
1	Пн С	0°- 90°	$r = A$
2	Пд С	90°- 180°	$r = 180^\circ - A$
3	Пд З	180°- 270°	$r = A - 180^\circ$
4	Пн З	270°- 360°	$r = 360^\circ - A$

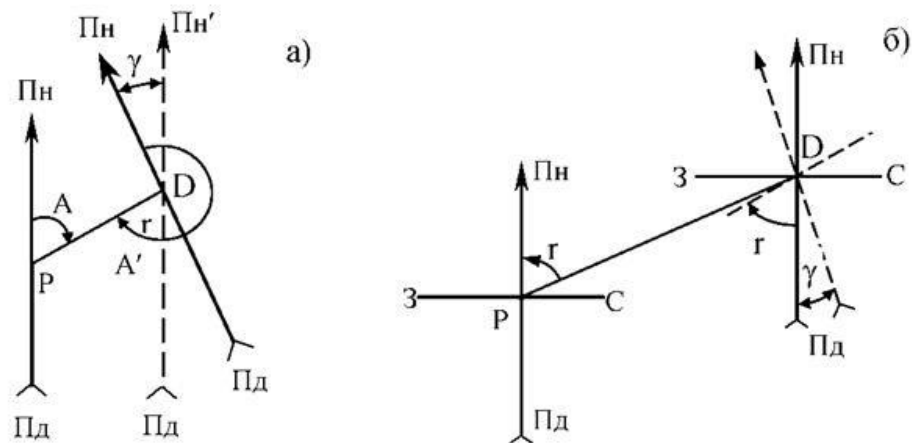


Рис. 4.6.2.4 - Прямі й зворотні азимути (а) й румби (б)

Оскільки меридіани не паралельні між собою і відрізняються на величину зближення меридіанів γ , то залежність між прямим й зворотним азимутами лінії має вигляд

$$A' = A + 180^\circ + \gamma.$$

Якщо відстань між точками не перевищує 1 км, то в цьому випадку зближенням меридіанів можна знехтувати

$$A' = A + 180^\circ.$$

Румби, як й азимути, бувають прямі й зворотні. Для лінії РД (рис. 5.5) румб - прямий, а для лінії ДР румб - зворотний. Прямий румб рівний зворотному румбу за кутовою величиною з урахуванням зближення меридіанів й протилежний за назвою

$$\Gamma_{ПнС} = \Gamma'_{ПдЗ} + \gamma.$$

Якщо відстань між точками не перевищує 1 км, то зближенням меридіанів можна знехтувати

$$\alpha' = \alpha \pm 180^\circ,$$

$$\Gamma_{ПнС} = \Gamma'_{ПдЗ}.$$

Для орієнтування на площині ліній в межах кожної зони в системі координат Гаусса-Крюгера замість істинного або магнітного меридіанів за вихідне приймають положення напрямку осі абсцис, що паралельно осьовому меридіану шестиградусної зони.

Дирекційний кут - це горизонтальний кут, що його відраховують за рухом годинникової стрілки від північного напрямку осьового меридіана зони або лінії, що йому паралельна, до заданого напрямку (рис. 4.6.2.5). Значення дирекційних кутів змінюються від 0° до 360° . Оскільки напрямок ОХ' паралельний осьовому меридіану зони ОХ, то залежність між прямим й зворотним дирекційним кутом має вигляд (тобто прямий та зворотній дирекційні кути однієї й тієї ж лінії за абсолютним значенням відрізняються між собою на 180 градусів).

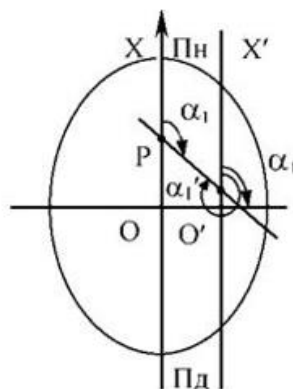


Рис. 4.6.2.5. Дирекційні кути

Зв'язок між дирекційним кутом й магнітним азимутом з урахуванням значень та знаків зближення меридіанів й магнітного схилення визначається залежністю

$$\alpha = \text{Ам} - (\gamma - \delta) .$$

Середнє значення магнітного схилення та зближення меридіанів для території, що зображена на карті, приводиться під її південною рамкою.

Отже, щоб рухатися по незнайомій місцевості, необхідно вміти дотримуватися необхідного напрямку. Для цього на карту наносять маршрут руху, вибираючи добре виражені на місцевості точки — орієнтири, які розташовуються в точках поворотів. Потім транспортиром вимірюють дирекційні кути (кути між північним напрямком кілометрової сітки в системі прямокутних координат і напрямком на задану точку).

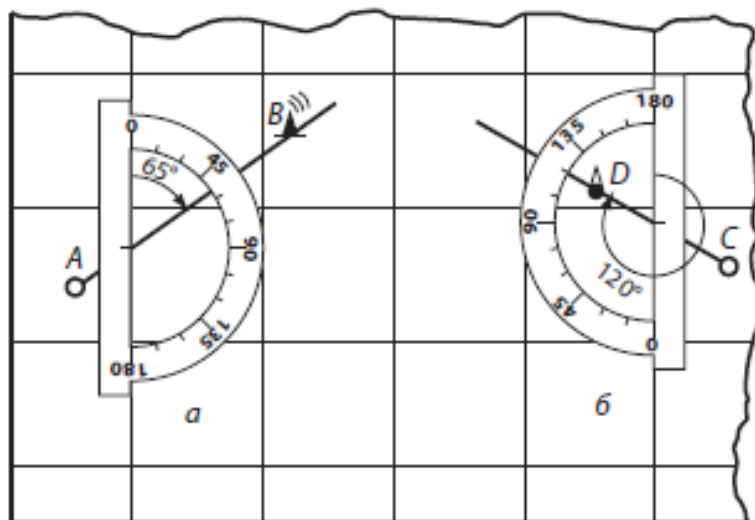


Рис. 4.6.2.6. Вимір дирекційних кутів транспортиром

Знаючи дирекційний кут, за допомогою поправок напрямку визначають магнітні азимути. При подальшому пересуванні потрібно наносити на карту своє місце розташування, відкладаючи згідно з масштабом пройдену відстань

(вона визначається за витраченим часом і швидкістю руху). Найзручніше орієнтувати карту в напрямку доріг. При пересуванні без доріг користуються орієнтирами, які лежать у напрямку накресленого шляху. Для цього відзначають найважливіші нерівності земної поверхні й помітні орієнтири. Потім переходять від одного орієнтира до іншого. При цьому особливе значення має вміння знаходити своє місце розташування за формами рельєфу, зображеними на карті.

Для обчислення магнітного азимута (A_m) треба величину поправки напрямку (Π) при східному відхиленні магнітної стрілки відняти від величини дирекційного кута (α), а при західному — додати до величини дирекційного кута: $A_m = \alpha \pm \Pi$.

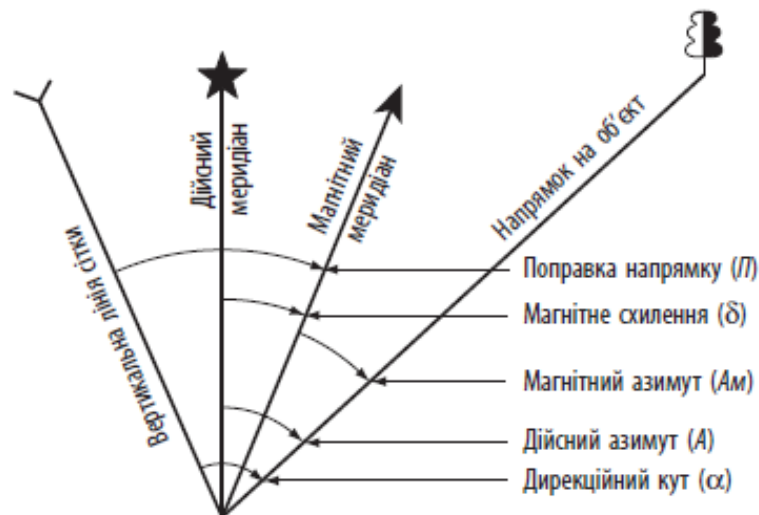


Рис. 4.6.2.7. Співвідношення між магнітним і дійсним азимутами та дирекційним кутом

Визначення географічного азимута

Географічний азимут визначається астрономічним методом та гіроскопічним орієнтуванням за допомогою спеціального приладу - гіротеодоліта.

При астрономічному методі визначення географічного азимута A напрямку ZM (рис. 4.6.2.8) заміряють горизонтальний кут між цим напрямом й напрямом на небесне світило (Сонце, Полярна зірка та ін.) P .

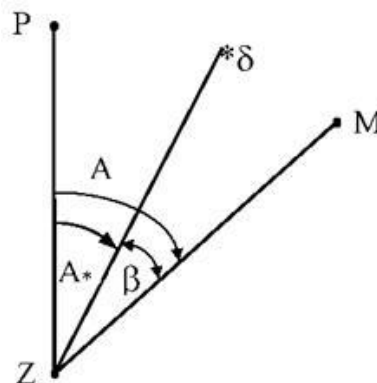


Рис. 4.6.2.8- Визначення азимута астрономічним методом

За правилами астрономії визначають азимут A на небесне світило в момент візування на нього. Відповідно до рис. 4.6.2.8 географічний азимут напрямку

$$A = A^* + \beta.$$

Тобто, задача визначення географічного азимута полягає в знаходженні азимута на небесне світило в прийнятій системі координат.

Всі небесні світила розглядаються в проєкції на поверхню небесної сфери, за яку прийнято поверхню довільного радіуса з центром в точці стояння спостерігача.

Пряма, паралельна осі обертання Землі, навколо якої проходить видиме добове обертання небесної сфери, називається віссю світа, а точки її перетину з небесною сферою - відповідно північним й південним полюсами світу. Площиною небесного екватора називають площину перпендикулярну до осі світу, яка проходить через центр Землі. Переріз площиною небесного екватора небесної сфери є небесний екватор. Велике коло, що проходить через вісь світа й світило, що його спостерігають, називають колом схилення цього світила.

Прямовисна лінія, що проходить через точку спостереження, перетинає небесну сферу в двох діаметрально протилежних точках - zenіті й надирі. Площина великого кола, що перпендикулярна прямовисній лінії, яка проходить через точку спостереження, називається площиною небесного горизонту, а перетин цієї площиною небесної сфери - небесним горизонтом. Площини, що проходять через прямовисну лінію, утворюють в перетині з небесною сферою кола, що називаються вертикалями. Вертикаль, що проходить через вісь світу, називають меридіаном стояння спостерігача.

Положення світила на небесній сфері може бути визначене двома координатами в різних системах.

В горизонтальній системі координатами є zenітна відстань світила й азимут світила A^* на момент візування на нього, що відраховується від точки півдня до вертикаля світила за ходом годинникової стрілки.

В екваторіальній системі координат координатами світила є схилення δ й часовий кут l . Схиленням світила називається дуга кола схилення від небесного екватора до світила. Часовим кутом світила називається дуга небесного екватора від астрономічного меридіана до кола схилення світила. Часовий кут відраховується від південної частини меридіана за ходом годинникової стрілки до кола схилення світила й міняється від 0° до 360° .

Азимут A^* визначають астрономічним способом за висотою світила.

З цією метою виміряють zenітну відстань світила. Визначають за допомогою карти широту точки спостереження. Беруть з астрономічного щорічника схилення світила, що його спостерігають, й за цими даними обчислюють азимут A^* .

При способі визначення азимута A за часовим кутом світила за допомогою точного годинника визначають часовий кут l . Користуючись значенням часового кута l , враховуючи широту точки спостереження світила, обчислюють азимут A^* .

При гіроскопічному орієнтуванні азимут визначають за допомогою гіротеодоліта, що поєднує гіроскоп, як датчик напрямлення географічного меридіана, й теодоліт, як прилад для вимірювання кутів горизонтальних напрямків.

Гіроскоп - це пристрій, що включає ротор, який може обертатись з дуже великою швидкістю, й систему опор, які забезпечують рух ротора навколо нерухомої точки, що лежить на його головній осі. Гіроскоп називають вільним, якщо він має три ступеня свободи, а нерухома точка збігається з центром ваги гіроскопа й з точкою перетину осей підвішування ротора. Властивості вільного гіроскопа: в випадку, якщо не діють зовнішні сили, головна вісь гіроскопа зберігає постійний напрям в просторі незалежно від переміщення основи; під дією зовнішньої сили, що прикладена до осі швидкообертового ротора, вона переміщується в напрямі, що перпендикулярний до осі дії сили. Такий рух головної осі обертового гіроскопа називають прецесією.

В гіротеодолітах гіроскоп перетворено в датчик напряму географічного меридіана внаслідок дії на головну вісь двох сил - добового обертання Землі й сили тяжіння. Чутливий елемент приладу - роторний гіроскоп за конструкцією може бути триступеневим маятниковим гіроскопом або двоступеневим гіроскопом з горизонтальним чи вертикальним розміщенням головної осі.

Сила тяжіння завжди й скрізь направлена до центра тяжіння Землі, тому під її впливом вісь гіроскопа прагне встановитися в горизонтальне положення. Внаслідок обертання Землі навколо своєї осі вісь гіроскопа прагне розміститися паралельно осі обертання Землі, тобто в площині географічного меридіана. В результаті дії обох сил головна вісь гіроскопа виконує складний рух: незалежно від свого первісного положення вона рухається в сторону площини меридіана й, прагнучи з нею суміститися, виконує гармонічні азимутальні коливання. Положення рівноваги цих коливань відповідає напряму географічного меридіана.

Гіроскопічний азимут напряму на предмет визначають за формулою

$$A_{\Gamma} = M - N_0,$$

де M - відлік за горизонтальним кругом, що відповідає напряму на місцевий предмет; N_0 - відлік за горизонтальним кругом, що відповідає напрямку географічного меридіана.

Географічний азимут напряму обчислюють за формулою

$$A = A_{\Gamma} + \Delta,$$

де A - поправка гіротеодоліта, яку визначають на еталонному приладі на вихідних напрямках з відомими географічними азимутами.

Визначення магнітного азимута

Магнітні азимути або румби визначають за допомогою вільно підвішеної й урівноваженої в горизонтальній площині магнітної стрілки.

Компас магнітний - це прилад, що призначений для визначення сторін горизонту й вимірювання на місцевості магнітних азимутів. При орієнтуванні

на місцевості використовують компас Андріанова, який складається з корпусу, в центрі якого вільно обертається магнітна стрілка на вістрі сталевий голки. Під впливом магнітних сил Землі стрілка сама встановлюється в напрямку магнітного меридіана. В робочому стані стрілки її північний кінець встановлюється в напрямі на Північний магнітний полюс, а південний - на Південний магнітний полюс. В неробочому стані стрілка закріплюється тормозом, тобто притискується до скла за допомогою аретира. В середині корпусу розміщена кругова шкала (лімб), що розділена на 120 поділок. Ціна однієї поділки складає 3° , шкала має подвійну оцифровку. Внутрішня оцифровка нанесена за ходом годинникової стрілки від 0° до 360° через 15° (5 поділок шкали). Зовнішня оцифровка нанесена проти ходу годинникової стрілки через 30° (10 поділок шкали).

Для візування на місцевості предметів і зняття відліків по шкалі компаса на його кільці, що обертається, закріплені візирні пристрої в вигляді цілика і мушки, а також показчик відліків.

Північний кінець магнітної стрілки, показчик відліків й поділка на шкалі через 90° покриті фарбою, яка світиться в темноті, що дозволяє користуватись компасом вночі.

Орієнтування напрямків на сторони горизонту за допомогою компаса виконують в такій послідовності. Показчик відліку біля мушки візирного пристрою встановлюють на нульову поділку шкали, а компас - в горизонтальне положення. Потім відпускають тормоз магнітної стрілки й повертають компас так, щоб північний її кінець збігся з нульовим відліком. Після цього, не змінюючи положення компаса, візуванням через цілик та мушку помічають на лінії візування віддалений орієнтир, який використовують як напрям на північ. В протилежному напрямі по відношенню до півночі буде південь, праворуч - схід, а ліворуч - захід.

Бусоль - прилад для безпосереднього вимірювання магнітних азимутів або румбів ліній та для визначення напрямку магнітного меридіана. Використовуються бусолі Шмалькальдера та БГ-1 як самостійні прилади і орієнтир-бусолі, що входять в комплект геодезичних приладів таких, як теодоліт, мензула та ін.

Основними частинами бусолі БГ-1 є лімб (круг з поділками), алідада й безпосередньо бусоль. На алідаді вигравіювано два верньєри, що розміщені протилежно один одному. Ціна поділки лімба 1° , а поділки шкали верньєра $5'$. На алідаді розміщено два діоптри, окулярний та предметний. Окулярний діоптр має вузьку щілину для спостереження, а предметний - вертикально натягнену в прорізі нитку. В центрі алідади встановлена бусоль, що жорстко закріплена з нею.

Бусоль має корпус, на верхній кільцевій поверхні якого нанесена шкала румбів. В центрі корпусу є щипль, на який насаджена через агатовий підп'ятник сталевий магнітна стрілка. З метою запобігання механічних пошкоджень стрілки й шкали передбачена кришка з захисним склом. При обертанні кришки за

ходом годинникової стрілки аретирний пристрій притискає стрілку до скла кришки.

Для вимірювання румбів й азимутів за допомогою циліндричного штиря з конічним отвором, що за допомогою перехідної втулки з'єднується знизу з центральним отвором лімба, бусоль надівають на штир. Відкріплюють магнітну стрілку, для чого поворотом кришки проти ходу годинникової стрілки магнітну стрілку опускають на штир. Орієнтують бусольне кільце й лімб по магнітному меридіану. Для цього нуль лімба суміщають з нулем алідади біля окулярного діоптра, відпускають затискний гвинт, поворотом всієї бусолі на штирі суміщають нуль бусольного кільця біля предметного діоптра з північним кінцем стрілки. Фіксують бусоль затискним гвинтом. В результаті виконаних дій бусоль підготовлена до роботи. Поворотом алідади наводять візирну лінію діоптра на ціль. Знімають відліки: для азимутів - за лімбом, а для румбів - за бусольним кільцем.

Навігаційна система глобального позиціонування GPS

Супутникова навігаційна система глобального позиціонування на базі часових та віддалемірних вимірювань дозволяє визначати координати точок, місцеположення рухомого об'єкта та його швидкість, обчислювати відстань й напрям до пункту, час прибуття й віддалення від заданого курсу. Ця система замість геодезичних знаків і радіомаяків використовує супутники, що випромінюють спеціальні сигнали. Поточне місцеположення супутників, що знаходяться на високих орбітах (20 000 км), добре відомо. Супутники постійно передають інформацію про своє місцеположення. Відстань до них визначається шляхом вимірювання проміжку часу, який потрібний радіосигналу, щоб дійти від супутника до радіоприймача, та множенням його на швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль. Точність вимірювання відстаней до супутників забезпечується шляхом синхронізації годинників супутників, в яких використовують атомні еталонні генератори частоти.

Для визначення відстаней супутники й приймачі генерують складні двійкові кодові послідовності, що називаються псевдо випадковим кодом. Визначення часу розповсюдження сигналу відбувається шляхом порівняння запізнювання псевдокоду супутника по відношенню до такого ж коду приймача. Кожний супутник має певні, свої власні два псевдовипадкових коди. Щоб розрізняти віддалемірні коди та інформаційні повідомлення різних супутників, в приймачі відбувається виклик відповідних кодів. Псевдовипадкові віддалемірні коди та інформаційні повідомлення супутників виконують передавання повідомлень з усіх супутників одночасно, на одній частоті та без взаємних перешкод.

Навігаційна система GPS складається з трьох сегментів: космічного, сегмента контролю й сегмента користувача. Космічний сегмент включає більше двох десятків супутників, що знаходяться на декількох орбітах. Сегмент контролю - це станції спостереження, що розміщені в декількох точках Землі, й головна контрольна станція. Станції спостереження слідкують за супутниками,

записують всю інформацію про їх рух. Ця інформація передається на головну станцію для корегування орбіт супутників й навігаційної інформації. Сегментом користувача є приймачі GPS.

Приймачі навігаційного обладнання GPS мають такі особливості: унікальні алгоритми слідування за супутниками, зручний графічний інтерфейс, компактність та незначне споживання електроенергії.

Приймач eTrex - найменший - 12 каналів, його алгоритм дозволяє швидко й просто орієнтуватися на місцевості й прокладати маршрути, відмічати точки шляху та визначати швидкість свого руху. Дисплей з анімацією дозволяє постійно контролювати місцеположення.

Картографічна система eMap, що містить інформацію про міста, основні річки й озера, автомобільні дороги всіх країн світу, зручна для пошуку необхідних міст й маршрутних точок. Вона дозволяє вимірювати відстані до пунктів призначення, зберігати чи виводити інформацію про точки й маршрути, карти пам'яті для картографічної підкладки.

Персональний навігаційний приймач GPS II PLUS має вмонтовані функції-таймер руху з автоматичним відключенням при зупинках, можливість обчислення середньої та максимальної швидкості руху по маршруту, а також має клавіші для зміни масштабу рухомої карти. Він містить інформацію про основні міста світу, а його компактний корпус дозволяє переносити прилад в руці.

Персональний навігаційний приймач GPS III PLUS, на відміну від приймача GPS II PLUS, має картографічну підкладку, що виключає інформацію про основні міста, ріки, озера, залізниці та автомобільні дороги світу. Також є інформація про берегову лінію шириною 20 морських миль. Приймач може відображувати геоінформацію з масштабуванням зображення від 150 м до 9 000 км.

Таблиця 10 - Технічні характеристики навігаційних приймачів GPS

Параметри	eTrex	eMap	GPS II PLUS	GPS III PLUS
Роздільність екрана	100 x 64 точок	120 x 160 точок	100 x 64 точок	100 x 64 точок
Розмір екрана, мм	54 x 27	60 x 45	56 x 38	56 x 38
Кількість маршрутів	1 з 50 маршрутних точок	10 з 2000 маршрутних точок	20 з 6000 маршрутних точок	20 з 6000 маршрутних точок
Точність визначення місцеположення	5 ... 10 м			

Контрольні питання:

1. Масштаби топографічної карти – це...?
2. Які є форми масштабу на карті?
3. Різниця між лінійним і чисельним масштабами?
4. Поняття «графічна точність виміру»?
5. Абсолютні значення точностей для різних числових масштабів планів й карт?
6. Вимірювання відстаней на планах і картах. Способи їх знаходження?
7. Визначення площі по карті та способи їх визначення?
8. Основа розграфлення і номенклатури топографічних і оглядово-топографічних карт всіх масштабів?
9. Як визначити географічні координати кутів трапеції аркушу карти?
10. Яким чином здійснюють розграфлення аркушів карт наступних, більших масштабів?
11. Чи можливо за географічними координатами будь-якого пункту визначити номенклатуру аркуша карти необхідного масштабу? Якщо так, то яким чином? Якщо ні, аргументуйте чому?
12. Рамка карти — це...?
13. Координатна сітка –...?
14. Рамка топографічної карти складається з....?
15. За формою рамки карт бувають...?
16. Географічні координати - це ...?
17. Для того щоб визначити географічні координати будь-якої точки, треба....?
18. В географічній системі координат за початок відліку прийнято...?
19. Від чого залежать деформації, що виникають при зображенні поверхні еліпсоїда на карті?
20. Що ми називаємо головним масштабом карти?
21. Що ми називаємо локальним масштабом карти?
22. Що таке еліпс деформацій. Назвіть його параметри.
23. Які проекції називають рівнопроміжними? Назвіть їх властивості.
24. Які проекції називають рівнокутними? Назвіть їх властивості.
25. Які проекції називають рівновеликими? Назвіть їх властивості.
26. Чи існують проекції, де цілком відсутні деформації довжин ліній?
27. Наведіть класифікацію циліндричних проекцій.
28. Наведіть класифікацію конічних проекцій.
29. Приведіть класифікацію азимутальних проекцій.
30. Що є геодезичною основою топографічних карт?
31. Елементи геодезичної основи?
32. Розміри земного еліпсоїда за Ф.М. Красовським?
33. Положення географічних об'єктів або точок на поверхні земного еліпсоїда (кулі) визначають у системі....?
34. Геодезичною основою топографічних знімань є пункти...?
35. Картографічна проекція – це...?

- 36.Процес визначення прямокутних координат точок за топографічною картою, передбачає..?
- 37.Орієнтування на місцевості — це..?
- 38.Для орієнтування напрямів користуються кутами: ...?
- 39.Істинним азимутом лінії місцевості...
- 40.Абсолютним значенням азимута...
- 41.Азимути визначають за допомогою....
- 42.Магнітний азимут – це...?
- 43.Магнітний меридіан – це...?
- 44.Схиленням магнітної стрілки називають...?
- 45.Румб – це...?
- 46.Зв'язок між румбами й азимутами...?
- 47.Дирекційний кут – це...?
- 48.Зв'язок між дирекційним кутом й магнітним азимутом...?
- 49.Географічний азимут визначається....?
- 50.Магнітні азимути або румби визначають за допомогою...?

ЛЕКЦІЯ 6

ТЕМА 5. КАРТОГРАФІЧНІ УМОВНІ ЗНАКИ І СПОСОБИ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

План лекції:

- 5.1. Умовні знаки топографічних карт
- 5.2. Способи картографічного зображення
- 5.3. Надписи на картах

Література:

1. А.П. Божок, Л.Є. Осауленко, В.В. Пастух. *Картографія. Підручник.* — Київ: Фітосоціоцентр, 1999. — 252 стор..
2. Ратушняк Г.С. - Вінниця: ВДТУ, 2002 - 179 с.
3. <http://www.geoguide.com.ua/survey/survey.php?part=map&art=map101>

5.1 Умовні знаки топографічних карт

На картах і планах місцевість зображують за допомогою умовних знаків.

Умовні знаки карти — це графічні символи, за допомогою яких на карті відображають вигляд, розташування, форму, розміри, характеристики об'єктів.

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

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

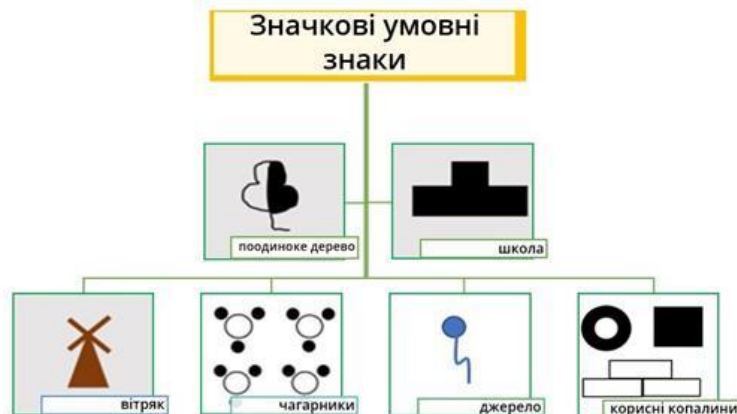
Найпростіші з графічних змінних — *форма, розмір, орієнтування, лінії, штрихи, колір*. З них складаються графічні символи, різні за складністю рисунка та особливостями використання.

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



Рис 5.1. Зображувальні засоби: значкові (а), лінійні (б), заповнювальні (в), буквені і цифрові (г)

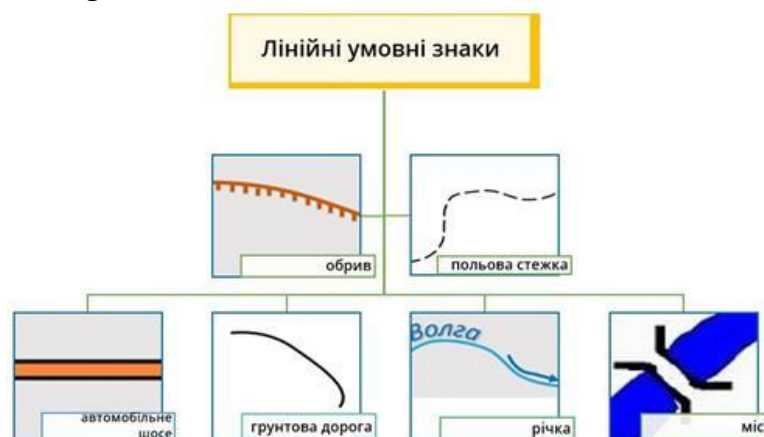
Позамасштабні умовні знаки застосовують для зображення об'єктів, невеликі розміри яких не дозволяють виразити їх у масштабі карти, наприклад, дорожні покажчики, окремі дерева, стовпи, свердловини та ін.



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



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



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



Названі групи умовних знаків, що є традиційними для загальногеографічних карт, передають перш за все розташування об'єктів з можливою для карт певного масштабу точністю. Широко застосовують їх і на тематичних картах. Однак на останніх використовують також умовні знаки, якими показують приблизну локалізацію об'єктів, якщо вони розміщені розосереджено, а їхні складові не можуть бути відтворені в масштабі карти (сільське населення, посівні площі, тварини тощо). Ще одну групу складають умовні знаки для характеристики об'єкта в межах одиниць певної територіальної сітки (адміністративного поділу, регулярної сітки прямокутних координат та ін.) за сумарними величинами (кількість загальноосвітніх шкіл, площа під лісом тощо) або у відносних показниках (густота сільського населення, процент ріллі в загальній площі району та ін.). Крім того, зображення об'єкта може подаватися схематично в разі відсутності точних даних (як для морських течій) або навмисно (так показують вантажопотоки, якщо треба виділити пункти, між якими перевозять вантажі).

Таким чином, залежно від особливостей об'єкта картографування, наявних даних про нього, а також способів отримання їх, умовні знаки на тематичних картах можуть бути локалізованими в місцях знаходження конкретних об'єктів або в місцях вивчення їх, можуть заповнювати певну площу з чіткими межами і без них, розміщуватися всередині виділених контурів тощо, тобто характер розташування умовних знаків на таких картах різноманітніший ніж на загальногеографічних.

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.



Рис. 5.1.1. Приклад використання певного зображувального засобу у формуванні різних способів картографічного зображення

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

Основні ознаки, за якими розрізняються способи картографічного зображення, такі:

- особливості об'єкта картографування за походженням, видом, характером поширення, обраними показниками тощо;
- застосовані зображувальні засоби та умовні знаки за їхніми геометричними і іншими властивостями;
- розташування умовних знаків на карті.

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

5.2 Способи картографічного зображення

Спосіб локалізованих значків

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

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

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

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

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

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

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

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

Спосіб лінійних значків

Лінійні знаки застосовують для:

- абстрактних лінійних об'єктів, ширина яких не відображається канали, шляхи сполучення тощо);
- подання на карті реальних або масштабі карти (більшість річок, які практично не мають ширини (кордони, межі політико-адміністративного поділу, 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 товщини ліній (головні та інші канали тощо), додатковими до основного знака графічними елементами (кількість колій залізниці тощо), іншими засобами. Лінійними знаками можна показати *зміну положення* об'єкта з часом (лінія фронту на різні дати тощо).

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

Спосіб якісного фону

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

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

ознаками на основі існуючих наукових класифікацій, а також спеціально розроблених для конкретної карти.

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

Спосіб кількісного фону

Це спосіб відображення на карті *кількісних* відмінностей усієї картографічної території, поділеної за обраними ознаками на частини, кожна з яких потім виділяють певним зображувальним засобом. Застосовують для підрозділу (диференціації) території за визначеним кількісним показником (щільність населення, щільність забудови, модуль стоку, густота ярково-балкової мережі, крутість схилів, концентрація забруднюючих речовин т.д.).

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

Поділ території може бути здійснено двома способами:

1) попередній розподіл території за якими-небудь якісними ознаками — басейнами рік, адміністративними одиницями, зонами обслуговування шкіл, лікарень і т.д. Для кожної виділеної території визначають значення кількісного показника і відносять її до того чи іншого ступеня заздалегідь підібраною відповідним чином шкали;

2) визначення значень кількісного показника в ряді точок, рівномірно розподілених по всій площі карти, наприклад, у вершинах сітки квадратів або рівносторонніх трикутників. Потім по цих точках проводять межі ділянок, віднесених до різних ступенів шкали.

Для цього способу дуже важлива раціональна побудова ступеневої шкали. Відображення окремих ділянок може бути колірним чи штриховим; причому насиченість кольору і густота штрихування повинні відбивати зростання 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.

Спосіб ізоліній

Спосіб ізоліній — загальна назва кривих, які відображають відмінності об'єктів картографування. Рельєф зображають *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, що характеризує як реальні об'єкти (рельєф), так і абстрактні (густоту населення).

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

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

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

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

Спосіб ареалів

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

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

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

Ареал позначають різними зображувальними засобами: заповнювальними, лінійними, значковими, буквеними. Ареал можна лише

окреслити, його площу можна зафарбувати або заштрихувати, заповнити рівномірно розміщеними графічними елементами і виділити написом, не вказуючи меж, тощо. Вибір способу оформлення ареалу залежить переважно від масштабу карти та її призначення.

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

На відміну від якісного фону ареали, що відповідають різним явищам, **можуть перекриватися**. Так, використання різних зображувальних засобів дає змогу передати на карті сукупність різних за змістом ареалів навіть тоді, коли вони перекривають один одного (наприклад, ареали поширення рослин, ділянок розповсюдження окремих видів забруднення, геодинамічних процесів, природоохоронних територій тощо).

Способи передачі ареалів:

1. Для ареалів, що мають чітку границю: обмеження суцільною або пунктирною лінією визначеного малюнку; фарбуванням; штрихуванням.
2. Для ареалів, границя яких може бути зазначена лише схематично: розміщенням в його межах штрихових значків; написом, розкинутим в межах ареалу.

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

Точковий спосіб

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

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

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

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

Для представлення різних явищ можна використовувати точки різного кольору. Можливо також використання точок різної величини.

Спосіб локалізованих діаграм

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

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

Діаграми можуть будуватися в прямокутній або полярній системі координат. Вони можуть бути неперервні у вигляді графіка кривої або дискретні у вигляді стовпчиків (прямокутні координати) троянд (полярні координати).

Спосіб знаків руху

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

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

Масштабні стрічки застосовують на картах річкового стоку. Зміна показника завжди пов'язана із напрямком течії в річці, в якому збільшується 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

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

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

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

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

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

Спосіб картограм

Його використовують для показу відносних статистичних показників за одиницями адміністративного поділу фоновим фарбуванням чи штрихуванням. Особливість застосування цих засобів — насиченість кольору і 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*.

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, виділених за віковою, професійною та іншими ознаками, відсоток площі, зайнятої певними сільськогосподарськими угіддями, відсоток розораності земель, змитість ґрунтів, розвиток водної ерозії, зростання захворювання за відповідний період та ін.

5.3 Надписи на картах

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

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

Топоніми — найменування географічних об'єктів.

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

Пояснювальні надписи — різноманітні якісні, кількісні, хронологічні, геодезичні та інші надписи на карті, що слугують для позначення якісних особливостей об'єктів, які не відображають умовними знаками (позначення переважних порід лісу, матеріалу покриття доріг тощо); кількісні характеристики об'єктів (наприклад, чисельність поверхів будинків, ширина і глибина річок тощо); власні імена й назви, що не належать до географічних об'єктів (наприклад, прізвища капітанів і назви кораблів, подані уздовж маршрутів експедицій).

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

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

Контрольні питання:

1. Умовні знаки карти — це...?
2. Графічні символи тієї чи іншої групи можуть розрізнятися за...?
3. Характеристика КОЛЬОРУ, як складова у формуванні графічних символів.
4. Основні правила, яким повинні відповідати умовні знаки?
5. Класифікація знаків за здатністю передати геометричні ознаки об'єктів, особливості?
6. Позамасштабні умовні знаки.
7. Лінійні умовні знаки.
8. Знаки для об'єктів, площа яких відтворюється в масштабі карти.
9. Основні ознаки, за якими розрізняються способи картографічного зображення?
10. Особливості способу картографічного зображення?
11. Особливості способу локалізованих значків?
12. Особливості способу якісного фону?
13. Особливості способу лінійних значків?
14. Особливості способу кількісного фону?
15. Особливості способу ізоліній?
16. Особливості способу ареалів?
17. Особливості точковий способу?
18. Особливості способу локалізованих діаграм?
19. Особливості способу знаків руху?
20. Особливості способу картодіаграм?
21. Особливості способу картограм?
22. Надписи на картах. Їх види.

ЛЕКЦІЯ 7

ТЕМА 6. ЗОБРАЖЕННЯ РЕЛЬЄФУ

План лекції:

- 6.1 Особливості зображення рельєфу
- 6.2 Перспективні зображення
- 6.3 Спосіб висотних відміток
- 6.4 Спосіб горизонталей
- 6.5 Гіпсометричний спосіб
- 6.6 Пластичні способи
- 6.7 Стереоскопічні способи
- 6.8 Блок-діаграми, рельєфні моделі, рельєфні карти, цифрові моделі рельєфу (ЦМР)

Література:

1. А.П.Божок, Л.Є.Осауленко, В.В.Пастух. *Картографія. Підручник.*— Київ: Фітосоціоцентр, 1999.—252стор.
2. Артамонов Б. Б., Штангрет В. П. *Топографія з основами картографії. Навч. посібник.* - Львів: Новий світ, 2006. - 248 с.

6.1 Особливості зображення рельєфу

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

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

6.2 Перспективні зображення

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

На сучасних картах, головним чином геоморфологічних і картах локалізацій, на картах-ілюстраціях в популярних виданнях цей спосіб застосовується в модернізованому вигляді: картинні знаки будуються на геометрично точній основі. Цей спосіб одержав назву *фізіографічного*. Фізіографічні карти вельми наочні, вони нагадують собою кольорові художні панорами.

6.3 Спосіб висотних відміток

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

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

6.4 Спосіб горизонталей

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

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

6.5 Гіпсометричний спосіб

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

6.6 Пластичні способи

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

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

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

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

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

6.7 Стереоскопічні способи

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

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

Крім роздільного способу існує і сумісний спосіб (*анагліфічні*) зображення рельєфу, суть якого полягає у спільному друкуванні на одному і тому ж аркуші карти двох систем горизонталей - червоним і зеленим (синім)

кольором. Зміщення їх встановлюється за спеціальними формулами. При розгляданні горизонталей їх через окуляри-світлофільтри тих же самих кольорів видно чорні горизонталі, що розташовуються одна під іншою.

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

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

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

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

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

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

Контрольні питання:

1. Які особливості зображення рельєфу?
2. Які способи зображення рельєфу?
3. Що таке перспективні зображення та які їх особливості?
4. Чим характеризується спосіб висотних відміток?
5. В чому полягає спосіб горизонталей?
6. Спосіб гіпсометричний, його особливості?
7. Які є пластичні способи зображення рельєфу?
8. В чому полягають стереоскопічні способи?
9. Що таке ЦМР? Яка різниця між рельєфними моделями і рельєфними картами?
10. Блок-діаграми, як спосіб зображення рельєфу?

ЛЕКЦІЯ 8

ТЕМА 7. КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ

План лекції:

7.1 Сутність та зміст генералізації

7.2 Фактори генералізації

7.3 Способи генералізації

Література:

1. Ратушняк Г. С. *Топографія з основами картографії. Навч. посібник.* - Вінниця: ВДТУ, 2002 - 179 с.
2. А.П.Божок, Л.Є.Осауленко, В.В.Пастух. *Картографія. Підручник.*— Київ: Фітосоціоцентр, 1999.—252стор.

7.1 Сутність і зміст генералізації

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

Відбір здійснюють з урахуванням геометричної форми і розміру об'єкта, його значення серед споріднених об'єктів, наскільки він характерний, типовий чи винятковий для картографованої території. Відбір важко здійснювати, якщо не об'єднувати об'єкти за певними ознаками, абстрагуючись від конкретних ознак кожного об'єкта, не встановлюючи ступінь детальності характеристик об'єктів або ступінь узагальнення. І відбір, і узагальнення проводять для того, щоб передати на карті найтипівіші властивості й характерніші особливості об'єкта картографування.

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

Картографічна генералізація – це процеси відбору й узагальнення зображуваних на карті об'єктів відповідно призначенню й масштабу карти, а також особливостям території, що картографується.

Отже, відбір і узагальнення об'єктів картографування – два взаємозалежних і доповнюючих один одного процеси. Карта має обмежені графічні можливості в показі мінімальних розмірів окремих об'єктів, кількості їх на певній площі.

До факторів картографічної генералізації належать: призначення карти, її масштаб, особливості території, що картографується.

7.2 Фактори генералізації

Масштаб карти. Напрямі і ступінь генералізації визначають за масштабом карти, її призначенням, географічними особливостями місцевості, тематикою карти, якістю джерел, використаних під час створення карт, способами оформлення. **Масштаб**, поряд із призначенням карти, визначає подробиці картографічного зображення.

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

Приклад, зображення площі в 1 км² на карті масштабу 1:25 000 займе 1600 мм², а в масштабі 1:1 000 000 - усього 1 мм². Звідси очевидна неможливість збереження, при зміні масштабу, всіх елементів зображення. Масштаб впливає також на геометричну точність картографічного зображення.

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

Так, наприклад, той самий об'єкт має різні значення в різних географічних умовах. У зв'язку із цим в одних випадках він відображається на карті, в інших ні. Наприклад, ґрунтова дорога, стежка, окрема будівля в обжитій місцевості грають порівняно невелику роль і можуть не показуватися на карті. У малообжитих або важкодоступних районах вони перетворюються в істотні об'єкти, що полегшують орієнтування й пересування на місцевості, тому показ їх на карті необхідний.

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

Призначення – провідний фактор генералізації, тому що він обумовлює зміст карти, масштаб, особливості оформлення. Від призначення залежить, що буде показано на карті, з яким ступенем подробиці.

Карті, призначені для точних вимірювальних робіт створюються у великому масштабі, для візуального вивчення значних територій – у дрібному масштабі й т.д.

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

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

7.3 Способи генералізації

Змістова генералізація та її види

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

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

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

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

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

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

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

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

Просторова генералізація

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

Перехід від простих до більш складних моделей

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

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

Контрольні питання:

1. Картографічна генералізація – це...?
2. Фактори картографічної генералізації?
3. Масштаб карти, як фактор картографічної генералізації?
4. Особливості зображуваної території, як фактор картографічної генералізації?
5. Тема карти, як фактор картографічної генералізації?
6. Призначення карти, як фактор картографічної генералізації?
7. Якість та повнота картографічних джерел, як фактор картографічної генералізації?
8. Особливості застосованих умовних знаків на карті, як фактор картографічної генералізації?
9. Змістова генералізація та її види.
10. Просторова генералізація та її особливості.

ЛЕКЦІЯ 9

ТЕМА 8. КАРТОГРАФІЧНА ІНФОРМАЦІЯ. ДЕРЖАВНІ СТАНДАРТИ КАРТОГРАФІЧНИХ ТЕРМІНІВ ТА ВИЗНАЧЕНЬ. КАРТОГРАФІЧНА ТОПОНІМІКА

План лекції:

- 8.1. Картографічна служба інформації. Картографічна бібліографія
- 8.2 Стандартизація термінів і визначень з картографії
- 8.3 Картографічна топоніміка

Література:

1. А.П.Божок, Л.Є.Осауленко, В.В.Пастух. *Картографія. Підручник.*— Київ: Фітосоціоцентр, 1999.—252 стор.
2. Кравців С. С., Войтків П. С., Кобелька М. В. *Картографія : навч. посібн.* Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 191 с.
3. Закон України Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність N353-IV від 23 грудня 1998 року станом на 28.01.2024р. Режим доступу до тексту: https://ips.ligazakon.net/document/view/t980353?an=206&ed=2003_08_01
4. Постанова Кабінету Міністрів України Про затвердження Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування №661 від 4 вересня 2013 р. станом на 01.02.2024р. Режим доступу до тексту: https://zakononline.com.ua/documents/show/344876_753925

8.1. Картографічна служба інформації. Картографічна бібліографія

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

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

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

За повнотою опису виділяють:

- Реєстраційні покажчики (містять вичерпний перелік карт і атласів, що є у фондах карто сховищ, або оперативну інформацію про нові надходження чи про видання за певний період)
- Анотовані покажчики (містять стислі описи (анотації) картографічних творів, які групують за тематикою, зображеною територією або часом видання)
- Критичні огляди (містять критичний аналіз та оцінку

найважливіших карт щодо їхньої придатності для вирішення конкретного завдання)

- Рекомендаційні покажчики (списки) (дають перелік картографічних творів, розрахованих на певні категорії користувачів).

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

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

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

До окремої групи картографічних видань належать покажчики картографічної літератури – наукової, технічної, навчальної, методичної та довідкової.

Картосховища та інші центри накопичення картографічних джерел.

В Україні значне накопичення картографічних творів зосереджене в Національній бібліотеці НАН України імені академіка В. І. Вернадського. Тут зберігаються карти й атласи (у тім числі рукописи) XVI–XXI ст. Картографічний фонд бібліотеки налічує близько 42 000 одиниць зберігання. 62 У фондах Центрального державного історичного архіву України зберігають плани земельних ділянок, лісових дач, міст, карти землеволодінь та землекористування. Певні зібрання карт і атласів є в бібліотеках галузевих інститутів НАН України, зокрема Інституту географії, Інституту геологічних наук, Інституту історії, а також вищих навчальних закладів, землевпорядних установ.

ДНВП «Картографія» має у своїх фондах загальногеографічні і тематичні карти, які потрібні, насамперед, для виконання картоскладальних і редакційних робіт з забезпечення України картами своєї території та картами держав світу. Найбільше у світі зібрання карт, атласів, глобусів та рельєфних моделей зберігають у Відділі географії і карт бібліотеки Конгресу США.

8.2 Стандартизація термінів і визначень з картографії

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

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

1. Загальні поняття (11 термінів і визначень. Картографія, картографування, картографічна генералізація, картографічні інформація тощо.). . Картографічні твори (59 термінів і визначень. Картографічний твір, карта, блок-діаграма, географічний атлас, глобус тощо.).

3. Властивості карти, її складові, способи картографічного зображення (58 термінів і визначень. Географічна основа карти, метричність карти, наочність карти, komponування карти, легенда карти, картографічні шрифти тощо.).

4. Математична картографія (77 термінів і визначень. Картографічна проекція, картографічна сітка, локсодромія, ортодромія, проекція Меркатора, проекція ГаусаКрюгера тощо.) .

5. Методика і технологія виготовлення карт (43 терміни і визначення. Програма карти, програма атласу, редагування карти, складання карти, коректура карти, видання карти тощо.)

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

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

8.3 Картографічна топоніміка

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

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

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

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

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

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

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

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

Контрольні питання:

1. Які завдання картографічної служби інформації?
2. Охарактеризуйте основні функції картографічної бібліографії.
3. Картографічна бібліографія – це...?
4. Назвіть та охарактеризуйте основні розділи стандарту України «Картографія. Терміни та визначення» (ДТСУ 2757-94).
5. Картографічна топоніміка – це...?
6. Транскрипція географічних назв, основні форми передачі?
7. Картосховища та інші центри накопичення картографічних джерел. Основні відомості.

ЛЕКЦІЯ 10

ТЕМА 9. ПРОЕКТУВАННЯ, СКЛАДАННЯ ТА ВИДАННЯ КАРТ

План лекції:

- 9.1. Картографічні джерела
- 9.2. Проектування карт
- 9.3. Складання та редагування карт
- 9.4. Підготовка до видавництва і видавництво карт
- 9.5. Оновлення карт

Література:

1. А.П.Божок, Л.Є.Осауленко, В.В.Пастух. *Картографія. Підручник.*— Київ: Фітосоціоцентр, 1999.—252стор.
2. Артамонов Б. Б., Штангрет В. П. *Топографія з основами картографії. Навч. посібник.* - Львів: Новий світ, 2006. - 248 с.
3. Кравців С. С., Войтків П. С., Кобелька М. В. *Картографія : навч. посібн.* Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 191 с.

9.1. Картографічні джерела

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

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

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

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

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

Тематичні картографічні матеріали - основне джерело для складання тематичних карт. До них відносяться *результати польових тематичних зйомок* (великомасштабні плани схеми, абрисы, маршрутні і стаціонарні зйомки і тому подібне) власне *тематичні карти різного масштабу і призначення*, а також

різного роду спеціальні матеріали, такі як схеми землекористувань, лісовпорядні плани та ін. Тематичні карти великих масштабів завжди служать джерелами для дрібномасштаб-них карт, але особливо важливо, що карти однієї тематики часто використовують при складанні карт суміжної тематики. Так, при ґрунтовому картографуванні використовують карти рослинності і геоморфологічні, при створенні геоморфологічних карт - геологічні і тектонічні, при складанні карт транспорту необхідне використання карт розселення і так далі.

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

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

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

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

9.2. Проектування карт

Географічні карти створюють двома методами. Перший – польове картографування – це проведення безпосереднього наземного знімання на місцевості, або польове знімання, під час якого одержують дані для великомасштабних карт. Другий метод – камеральне картографування, яке здійснюють у лабораторних чи інших умовах. Його застосовують під час створення середньо- та дрібномасштабних карт. Метод базується на обробці різноманітних картографічних, статистичних, наукових та інших вихідних джерел.

Перший етап камеральної роботи — проектування карти, розробка її концепції, складання програми, підготовка усієї необхідної документації. **Наступний етап** – складання карти або комплекс робіт з графічної побудови оригіналу карти. **Третій етап** камерального картографування – підготовка

карти до видання, тобто приведення її у вигляд, який задовільняє вимогам поліграфічного виробництва.

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

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

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

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

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

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

Особливу увагу в програмі займають оцінка джерел і вказівки по їх використанню. Програма повинна містити конкретний перелік джерел і баз цифрової інформації, характеристику їх надійності і доступності, а також рекомендації відносно послідовності використання.

Програма повинна містити конкретний перелік джерел і баз цифрової інформації, характеристику їхньої надійності, формат доступності, а також рекомендації щодо послідовності використання. У заключному розділі програми карти регламентують технічні прийоми складання та видання, використані технології та програмне забезпечення. Програму доповнюють графічні додатки: макет компонування карти; схема забезпечення джерелами; схема районування; фрагменти легенди; приклади генералізації, зразки

оформлення та ін. Окрім цього, до програми додають планово-економічний розрахунок затрат та створення карти.

9.3 Складання та редагування карт.

Наступний етап - складання карти, тобто комплекс робіт по виготовленню оригіналу карти. Складання виконують в обраній картографічній проекції, компонуванні та масштабі, прийнятій системі умовних знаків та із заданим рівнем генералізації. Цей етап передбачає такі процеси: підготовка та обробка джерел; розробка математичної основи карти; розробка змісту карти і легенди; технічне створення оригіналу і 64 проведення генералізації; оформлення карти; редагування карти і коректура на всіх стадіях створення. Деякі пояснення: редагування карти – здійснення редактором упродовж усіх етапів її створення; коректура – технічний контроль, перевірка якості карти під час її складання, підготовки до видання і друкування.

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

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

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

Далі приступають до **нанесення на основу тематичного змісту**. Тут можливі різні прийоми. Деякі елементи переносять з джерел простим копіюванням, інші – перемальовують за допомогою фотомеханічного проектора або від руки, керуючись ситуацією і координатною сіткою, треті – наносять по координатах.

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

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

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

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

Рекомендують для коректури таку послідовність:

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

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

У процесі складання карти виконують генералізацію зображення відповідно до принципів, викладених у програмі карти. Вони готують і представляють вихідні матеріали, які потім підлягають картографічній обробці. Розрізняють такі види авторських і складальних документів:

- авторський ескіз – початковий нарис, відображає загальну ідею карти і легенди, виконаний схематично без збереження деяких картографічних правил з можливими відступами від прийнятих умовних знаків;
- авторський макет – карта, виконана на географічній основі, яка точно передає зміст, однак складена не в строгій відповідності з технічними вимогами графічного зображення;
- авторський оригінал – рукописна карта, виконана в повній відповідності з легендою, з необхідною точністю, повнотою та детальністю;
- складений оригінал – точний і повний за змістом оригінал карти, складений з урахуванням усіх правил і вимог і з високою графічною якістю.

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 узгодженням

елементів змісту і географічних назв, правильним застосуванням умовних знаків та способів оформлення, дотримання правил генералізації.

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

9.4. Підготовка до видавництва і видавництво карт

Завершальний етап - підготовка до видання і видання карти, розмноження її в друкарській (поліграфічній або комп'ютерній) формі. Іноді підготовку до видання і саме друкування розділяють на два самостійні етапи. Вони охоплюють наступні процеси: *виготовлення видавничих оригіналів для забезпечення поліграфічних процесів; виготовлення друкарських форм і отримання проб; друкування (тиражування) карти; редагування і коректура на всіх стадіях підготовки і видання карти.*

Заключний етап – видання карт – це поліграфічне відтворення та друкування в необхідній кількості примірників. У завершальному розділі програми карти регламентуються технічні прийоми складання і видання, використовувані технології і програмне забезпечення. Програму доповнюють графічними додатками: макетом компонування карти, схемою забезпечення джерелами, схемою районування, фрагментами легенди, прикладами генералізації, зразками оформлення та ін.

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

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

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

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

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

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

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

- *фоторепродукція* - перетворення зображення оригіналу карти у *фотоформи*;
- *виготовлення друкарських форм на основі фотоформ*;
- *друкування - тиражування відбитків з друкарських форм*.

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

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

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

Існують різні способи друку.

Глибокий друк - картографічний малюнок поглиблюють (врізають) в друкарську форму, а поглиблення заповнюють фарбою. Це забезпечує найвищу поліграфічну якість карти.

Високий друк - малюнок на друкарській формі роблять опуклим, рельєфним і на нього «накочують» фарбу, а пробійні ділянки витравлюють.

Плоский друк - друкуючі і пробійні елементи знаходяться на друкарській формі на одному рівні, але в результаті хімічної обробки фарба наноситься тільки на ті елементи, що друкують, а пробійні - її не приймають. Такий спосіб друку не дає хорошої якості, його використовують для простих текстових карт.

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

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

9.5. Оновлення карт

Зміст географічних карт через певний час перестає відповідати реальній дійсності і потребує оновлення. **Оновленням карти** називається приведення

змісту карти у відповідність із сучасним станом картографованого об'єкта, шляхом перескладання і видання нової карти. Оновленню підлягають як загальногеографічні (в тому числі топографічні), так і тематичні карти.

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

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

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

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

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

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

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

Контрольні питання:

1. До картографічних джерел належать...?
2. Основне джерело для складання тематичних карт?
3. Кадастрові плани і карти як особливий вид картографічних джерел.
4. Методи створення географічних карт?
5. Етапи створення карт?
6. Розробка змісту карти передбачає...?
7. Особливості етапу камеральної роботи – проектування карт.
8. Особливості етапу складання та редагування карти.
9. Послідовність роботи для коректури карт?
10. Особливості етапу видавництва карт.
11. Фотореподукція – це...?
12. Різновиди видавничих оригіналів?
13. Способи друку карт?
14. Оновлення карт – це...?
15. Суть оновлення карт?

ЛЕКЦІЯ 11

ТЕМА 10. ЗАСТОСУВАННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРІВ У НАУКОВІЙ І ПРАКТИЧНІЙ РОБОТІ

План лекції:

10.1 Карта як засіб пізнання дійсності. Картографічний метод дослідження.

10.2 Аналіз та оцінка карт

10.3 Прийоми і способи картографічних досліджень

Література:

1. А.П.Божок, Л.Є.Осауленко, В.В.Пастух. *Картографія. Підручник.*— Київ: Фітосоціоцентр, 1999.—252стор.
2. Артамонов Б. Б., Штангрет В. П. *Топографія з основами картографії. Навч. посібник.* - Львів: Новий світ, 2006. - 248 с.

10.1 Карта як засіб пізнання дійсності. Картографічний метод дослідження

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

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

Метод застосування карт для пізнання об'єктів, що зображені на них, називають **картографічним методом досліджень**. За допомогою картографічного методу досліджень вирішують завдання різного ступеня складності: від попереднього ознайомлення з географічною ситуацією до виявлення факторів розміщення об'єктів, їхнього розвитку й аномалій. Застосування карт базується на вмінні читати їх. Читання карти слід розуміти як процес відтворення реальної дійсності за її зображенням на карті. За умовними позначеннями, сполученнями їх та просторовим розміщенням читач відтворює в своїй уяві географічну ситуацію.

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

10.2 Аналіз та оцінка карт

Рациональне використання карт ґрунтується на попередньому аналізі та оцінці їх.

Аналіз карти — це встановлення елементів і властивостей карти, її

придатності до використання в конкретних цілях (ознайомлення з місцевістю, одержання кількісних показників тощо).

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

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

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

Результати аналізу загальногеографічної карти подають за такою схемою:

- вихідні відомості: назва; підзаголовні дані (пояснення або доповнення до назви, авторський колектив тощо); вихідні дані (місто і рік видання, назва видавництва); надзаголовні дані (назва установи, від імені якої видається карта); особливості оформлення (кількість фарб тощо);
- математична основа: головний масштаб; картографічна проекція (особливості побудови, характер спотворень, розташування ліній або точок нульових спотворень, величина направлення та розподіл спотворень); географічна доцільність вибору проекції (цілісність зображення території тощо);
- географічний зміст: водні об'єкти; рельєф; рослинність і ґрунти; населені пункти; політико-адміністративний поділ; економіка й культура; шляхи сполучення; підписи на карті;
- елементи оснащення: легенда, форми масштабу, рамка, поза-рамкове оформлення, відповідність елементів цільовому призначенню карти;
- додаткові дані: текстові, графічні тощо;
- компонування: розміщення поданої території та середнього меридіана відносно рамки, елементів оснащення і додаткових даних.

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

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

Також:

- *аналіз і оцінка сучасності карти*, як відповідність її змісту сучасному стану зображених об'єктів;
- *аналіз і оцінка достовірності карт* - це визначення правильності відомостей, поданих на карті, тобто оцінка того, наскільки правильно зображені типові риси й характерні особливості об'єктів, їхні взаємозв'язки та співвідношення;
- *аналіз і оцінка наукової та ідеологічної цінності карт*- карти відображають наукові ідеї, сучасні або застарілі, правильні або помилкові, ідеологічні погляди авторів, які також можуть бути прогресивними або застарілими, а то й реакційними;
- *аналіз і оцінка komponування карт* дає відповідь на запитання, наскільки обрана математична основа забезпечує цілісність зображення території, чи враховані зовнішні зв'язки території, як зрівноважені всі частини карти, наскільки вдало розміщені додаткові дані й елементи оснащення, чи економно використана площа аркуша;
- *оцінка якості оформлення карт* має на меті визначити читаність карти, тобто легкість і швидкість сприйняття її змісту, естетичні переваги.
- *аналіз і оцінка серії карт* - здійснюють, вивчаючи кожну з карт серії за наведеною вище або близькою до неї програмою. Особливістю аналізу серії карт є те, що треба оцінити погодженість усіх карт за математичною основою, змістом, принципами і ступенем генералізації зображення, його оформленням.

10.3 Прийоми і способи картографічних досліджень.

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

За рівнем механізації й автоматизації картографічних робіт виділяють такі види прийомів: візуальний аналіз, тобто читання карти неозброєним оком, зорове порівняння та окомірна оцінка змісту карти; інструментальний аналіз, під час якого застосовують вимірювальні прилади та механічні пристрої; автоматизований (напіваавтоматичний) аналіз, коли частина дослідницьких операцій виконується за допомогою автоматичних та електронно–вимірювальних пристроїв; автоматичний аналіз, який базується на виконанні всіх дослідницьких операцій автоматичними та електронно–вимірювальними технічними системами, прикладом якої є АКС (автоматична картографічна система). Четвертий рівень може застосовуватися в наш час лише для відносно нескладних досліджень. Усі групи прийомів доповнюють одна одну, їх можна застосовувати в сукупності.

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

Способи досліджень за однією картою такі:

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

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

- **спрощення картографічного зображення** шляхом збереження на картах тих елементів змісту, які відповідають темі дослідження (одним із шляхів спрощення є вичленування певних об'єктів);
- **перехід до узагальнених зображень**, які відбивають головні риси об'єктів, наприклад проведення на гіпсометричній карті схематизованих горизонталей за лініями основних вододілів, унаслідок чого окреслюють великі первинні форми рельєфу, неускладнені вторинними формами, пов'язаними з процесами ерозії й денудації;
- **введення в карти нових показників**, які краще задовольнятимуть напрямок дослідження, наприклад заміна абсолютних показників відносними, які полегшують порівняння об'єктів різної розмірності; з таким перетворенням часто пов'язана заміна одних способів картографічного зображення іншими, більш зручними для аналізу;
- **розкладання картографічного зображення на складники**, метою якого є виділення й роздільне вивчення факторів, які визначають розміщення та розвиток об'єктів, наприклад розкладання топографічної поверхні на базові поверхні й залишкові форми рельєфу.

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

Способи роботи з серіями карт або з картами атласу такі:

- **порівняння різночасових карт**, які подають стан об'єкта в моменти часу, з метою виявлення його зміни, динаміки, ритміки, прогнозування подальшого розвитку;
- **спільне вивчення карт різної тематики**, які подають характеристику різних явищ і процесів на певній території з метою виявлення зв'язків між ними, отримання комплексних характеристик, районування території за сукупністю ознак;
- **вивчення карт-аналогів** (тобто карт, які подають одні об'єкти, але в межах різних територій, які можуть бути значно віддаленими одна від одної), з метою виявлення схожості в просторовій організації об'єктів та закономірностей їх розміщення, загальних рис розвитку тощо;
- **спільний аналіз різномасштабних карт** однієї тематики і території з метою виявлення закономірностей та структур різного рівня: глобальних, регіональних, локальних.

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

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

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

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

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

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

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

Наближені дослідження в основному на підставі візуального аналізу виконують з невеликою точністю 6-10% для довжин і площ та до 80 — для кутів.

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

Контрольні питання:

1. Які функції виконують карти в процесі використання?
2. Картографічний метод дослідження характеризується...?
3. Аналіз карти — це...? Його суть?
4. Оцінка карти — це ...? Навіщо вона потрібна?
5. Якість карти — це ...? Її зміст?
6. За якою схемою подають результати аналізу загальногеографічної карти?
7. За якими напрямками проводять аналіз і оцінку карт?
8. Способи досліджень за однією картою?
9. Способи роботи з серіями карт або з картами атласу?
10. Поділ досліджень карт за точністю одержаних результатів?

ЛЕКЦІЯ 12.

ТЕМА 11. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ СТВОРЕННЯ КАРТОГРАФІЧНИХ ТВОРІВ

План лекції:

- 11.1 Загальні положення
- 11.2 Основні етапи і процеси автоматизованого створення карт
 - 11.2.1 Растрове і векторне представлення інформації
 - 11.2.2 Колірні моделі
 - 11.2.3 Технічне обслуговування процесів створення карт
 - 11.2.4 Програмне забезпечення процесів комп'ютерного створення картографічних творів
 - 11.2.5 Основні етапи комп'ютерного створення карт

Література:

1. Войславський Л. К. *Основи картографії. (Навчально-методичний посібник для студентів денної форми навчання спеціальності 7.070908 «Геоінформаційні системи та технології» 7.070801 «Екологія та охорона навколишнього середовища»).* - Х.: ХНАМГ, 2005. - 39 с.
2. Афанасьєв О. В. *Засоби автоматизації створення карт : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 30 с.*

11.1 Загальні положення.

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

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

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

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

Поряд з традиційними картами і атласами на паперовій основі стали створюватися електронні мультимедійні картографічні твори, віртуальні моделі

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

Автоматизована картографія – розділ картографії, що охоплює теорію, методологію та практику створення, оновлення та використання карт, атласів та інших просторово-часових картографічних творів у графічній, цифровій та електронній формах за допомогою автоматичних картографічних систем та інших технічних та апаратно-програмних засобів. Розрізняють повну автоматизацію і часткову автоматизацію. Повна автоматизація виконання всього циклу таких робіт включає:

- зйомка з космосу;
- передача цифрових зображень на наземні пункти прийому;
- автоматичне корекція знімків;
- алгоритмічне дешифрування;
- переведення в картографічні проекцію і комп'ютерне складання карти;

При частковій автоматизації окремі операції виконують в інтерактивному режимі.

Автоматизована картографія розглядається в основному в двох аспектах:

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

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

Відповідно до сучасних уявлень про інформаційні технології технічну картографію можна віднести до комп'ютерної, яка представляє розділ автоматизованої картографії, який розглядає способи створення картографічних творів з використанням комп'ютерних технологій для цілей їх поліграфічного відтворення.

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

Автоматична картографічна система включає підсистеми введення та зберігання даних, управління базами даних, дані цифрової фотограмметричної обробки, моделювання та перетворення інформації, її візуалізації, автоматичного кольороподілу, видання карт.



Автоматизованим створенням та використанням карт на основі ГІС, баз картографічних даних та знань належить до сфери геоінформаційного цифрового картографування, суть якого полягає в інформаційнокартографічному моделюванні геосистем.

Цифрові карти масштабу 1:10000, 1:2000, 1:500 застосовуються для планів міст, промислових і видобувних підприємств.

Кarti масштабу 1:1000000, 1:500000, 1:200000 використовуються для зображення територій континентів, окремих держав і адміністративних складових державні устрої. Автоматична картографічна система Спеціалізовані системи Системи багатоцільового використання призначені для виготовлення одного типу картографічних творів чи забезпечення одного процесу (напр., оновлення карт) призначені для виготовлення одного типу картографічних творів чи забезпечення одного процесу (напр., оновлення карт) загальнокартографічні системи багатоцільового використання.

Цифрові карти масштабом 1:1000000 і 1:3000000 застосовуються як оглядові на території континентів і увесь світ.

Похідні масштаби карт застосовуються для спеціальних рішень на окремі ділянки територій. Перехід від одного масштабу до іншого можна виконувати вручну і автоматично. Найбільш правильним є метод переходу від карт великого масштабу до карт дрібного масштабу. У рідких випадках, допускається перехід від деяких матеріалів карт дрібного масштабу до великомасштабних карт.

11.2 Основні етапи і процеси автоматизованого створення карт.

11.2.1 Растрове і векторне представлення інформації.

Растрове зображення являє собою набір пікселів (picture element - елемент малюнка). Це самий мінімальний і основний елемент зображення, що формується на екрані монітора або при друці. Чим щільніше розташовані пікселі, тим більш якісне зображення створюється на екрані. Щільність пікселів вимірюється в одиницях, званих dpi (dots per inch - кількість точок на дюйм). Вона використовується для характеристики розмірів растрового зображення із

зазначенням ширини і висоти. При цьому кількість точок, які формують малюнок, не залежить від роздільної здатності пристрою виводу (екрану монітора, принтера та ін.). А при збільшенні масштабу зображення стає помітною мозаїчна структура малюнка.

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

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

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

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

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

Формалізація картографічного зображення.

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

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

Картографічне зображення можна представити у вигляді набору найпростіших геометричних символів (конструктивних елементів) з різними параметрами (малюнком, розміром, кольором, текстурою). З конструктивних елементів формується словник на основі їх топології і структури з відображенням ієрархії образотворчих засобів (рис. 11.2.1).

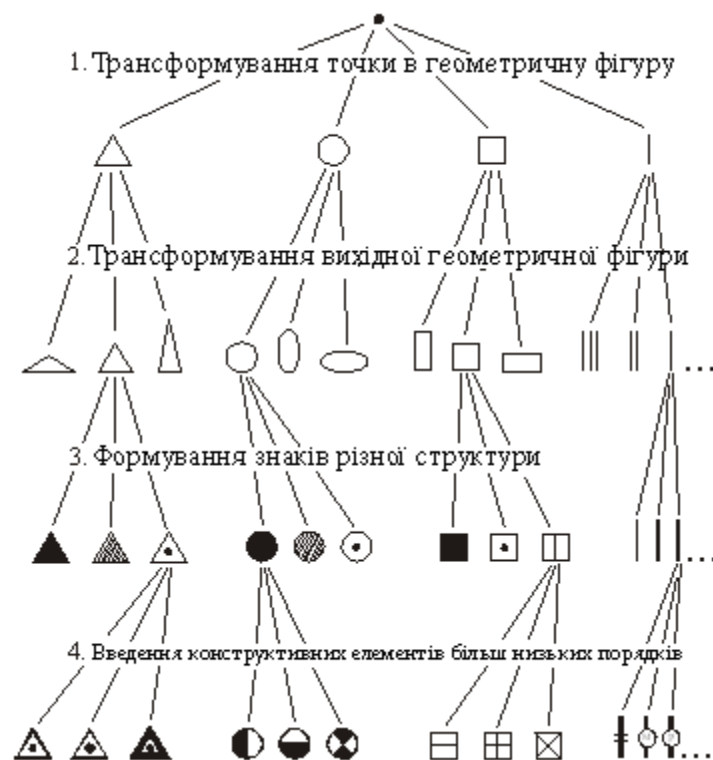


Рис. 11.2.1. Приклад формування словника конструктивних елементів

Відпрацювання класифікаційних ознак і категорій картографуються об'єктів представляється у вигляді понятійно-змістовної моделі з відображенням їх ієрархії на основі спрямованого графо-дерева (рис.11.2.1.1).

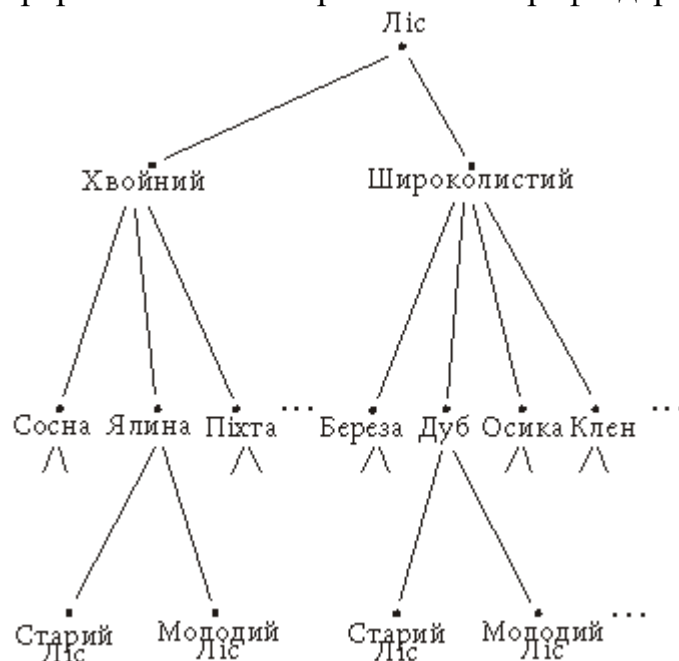


Рис. 11.2.1.1. Приклад побудови класифікаційної моделі лісової рослинності

На основі словника конструктивних елементів і понятійно-змістовної класифікаційної моделі об'єктів можна розробити систему умовних позначень

для будь-якого елементу змісту карти, що відповідає вимогам автоматизованої обробки зображення, його довготривалого зберігання і багаторазового оперативного використання при складанні карт різних масштабів, територіального охоплення та тематики. На рис. 11.2.1.2 наведено варіант побудови системи картографічних умовних знаків лісової рослинності.

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

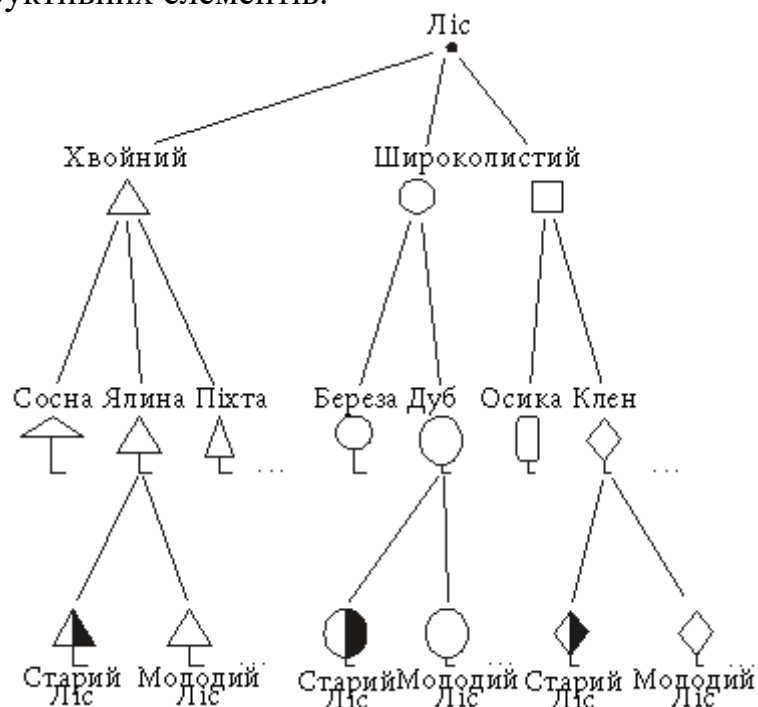


Рис. 11.2.1.2. Побудова системи формалізованих картографічних умовних знаків на прикладі лісової рослинності.

11.2.2 Колірні моделі.

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

Існує безліч колірних моделей та їх модифікацій, що відрізняються за принципами опису колірного простору. Але всі вони належать до одного з трьох типів: **перцепційний** (по сприйняттю), **адитивні** (складальні - засновані

на складанні) і **субтрактивні** (віднімальні - засновані на відніманні). Пристрій всіх моделей засновано на використанні певних базових компонентів, що складають конкретний колір, наприклад колірному тону, насиченості (чистоти), яскравості, освітленості, кольоровості та ін.

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

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

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

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

Природним «мовою» зазначених пристроїв служить колірна модель RGB, заснована на змішуванні червоного (Red), зеленого (Green) і синього (Blue) кольорів (рис. 11.2.2).



Рис.11.2.2. Кольорова модель RGB.

Сума цих кольорів максимальної інтенсивності дає білий колір. Сума рівних значень червоного, зеленого і синього дає нейтральні відтінки сірого кольору, причому, чим більше яскравість основних кольорів, тим більше світло сірі тони виходять. Колірна гамма RGB дає більше шістнадцяти мільйонів кольорів. Це дозволяє створювати досить реалістичні зображення на екрані комп'ютера, але ця ж модель зовсім не підходить для пристроїв друку, де

передача кольору побудована на відбитому світлі. Модель RGB залежить від пристрою: кольори, отримані в одному пристрої, можуть відрізнятися від кольорів, які відтворює інший пристрій RGB.

При друку зображення на принтерах і в поліграфії використовуються **субтрактивні** колірні моделі, засновані на відніманні частини спектра із загального падаючого променя світла. До них відносяться моделі СМУ і СМУК. Якщо з білого кольору відняти один з основних кольорів RGB, то вийде додатковий колір. Якщо відняти червоний, то залишилися зелений і синій кольори дадуть блакитний (Cyan), якщо відняти зелений, то червоний і синій дадуть пурпурний колір (Magenta), а якщо відняти синій, то червоний і зелений дадуть жовтий колір (Yellow): виходить модель СМУ (рис. 11.2.2.1).



Рис. 11.2.2.1. Колірна модель СМУ.

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

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

11.2.3 Технічне обслуговування процесів створення карт.

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

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

Введення інформації в комп'ютер здійснюється пристроями введення даних. Це фізичні пристрої для забезпечення ЕОМ (у загальному випадку і ПК зокрема) як робочими даними, так і командами, що вказують спосіб обробки. Для різних типів машин ці пристрої можуть бути різними: магнітні стрічки, компакт-диски, дискети, магнітооптичні диски, клавіатура, миша, графічний планшет, дигітайзер (оцифровувач), сканер та ін. В даний час все більшого поширення і популярності отримують портативні носії інформації - флеш-накопичувачі (Flash USB Drive) - пристрої пам'яті для багаторазового запису і зберігання інформації

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

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

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

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

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

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

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

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

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

11.2.4 Програмне забезпечення процесів комп'ютерного створення картографічних творів

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

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

Програма растрової графіки Adobe Photoshop в картографії застосовується для обробки відсканованих цифрових зображень, в художньому оформленні картографічних творів, а також для відмивання рельєфу.

Для побудови векторного зображення на екрані комп'ютера в інтерактивному режимі з метою його подальшого тиражування використовуються векторні графічні програми (програми графічного дизайну). Основними з них є: Adobe Illustrator, CorelDraw, Macromedia FreeHand.

Вибір цих програм для цілей картографії обумовлений такими основними факторами:

- зручний інтуїтивний користувацький інтерфейс графічних редакторів; набір інструментів, методів і засобів, що дозволяють формувати на екрані персонального комп'ютера зображення будь-якої складності високі графічної якості на основі елементарних геометричних фігур і кривих;
- широкі можливості роботи з шарами дозволяють оптимальним чином формувати багатошарове картографічне зображення по окремих елементах змісту; використання різних кольорних

моделей дозволяє створювати багатобарвні картографічні твори високої якості;

- можливість підготовки електронних матеріалів для розміщення в комп'ютерній мережі.

Однак жодна з цих програм не проводить автоматичну прив'язку картографічного зображення до географічних координат і перетворення картографічних проекцій, що цілком зрозуміло, оскільки спочатку програми розроблялися саме як графічні редактори для художників-дизайнерів. Названі дії можуть бути виконані спеціалізованими картографічними програмами (ГІС-додатками), наприклад: Map Grafix, Mercator, Atlas Pro, MapInfo, Arc / INFO, ArcView та ін. Вони дозволяють отримувати картографічне зображення в електронному вигляді з одночасним створенням бази даних об'єктів картографування (описом їх характеристик).

Сімейство ГІС-додатків включає цілий комплекс зарубіжних і вітчизняних програм, що вирішують завдання різної складності і розрізняються за своїми функціональними можливостями.

Залежно від виконуваних функцій ці програми діляться на наступні основні категорії:

- інструментальні (універсальні та спеціалізовані);
- вьюер;
- векторизатор;
- засоби просторового моделювання;
- засоби обробки даних дистанційного зондування;
- довідково-картографічні системи.

Універсальні (або повнофункціональні) інструментальні ГІС-додатки забезпечують створення і управління базою даних, підтримку картографічних проекцій, введення карт і їх редагування, геометричні вимірювання на карті, рішення прикладних задач, просторовий аналіз, створення елементів оформлення карти, підготовку та вивід твердих копій та ін. Найбільш відомими представниками цього класу є: ARC / INFO, ArcView GIS компанії ESRI (США), Intergraph (США), AutoCAD Map компанії Autodesk (США), MapInfo (США), MapGrafix фірми ComGrafix (США), WINGIS, GeoDraw, Карта 2000 (Росія), CREDO (Білорусь) та ін.

Серед основних програмних комплексів, що використовують для створення електронного картографування можна виділити AutoCAD, Digital, Geonics, КОМПАС, MapInfo Pro, Topocad, ArcGIS та інші. AutoCAD (рис. 11.2.4) – програмний комплекс компанії Autodesk є досить поширеним серед компаній та фахівців багатьох напрямів діяльності. Програма випускається на вісімнадцяти мовах, що забезпечує її використання в багатьох країнах світу. Програма дозволяє виконувати креслення та малюнки будь-якої складності. Завдяки великому набору інструментів в AutoCAD можна створювати двомірні та трьохмірні моделі, працювати з довільними формами та редагувати креслення без будь-яких обмежень.



Рис.11.2.4.

Сьогодні існують багато програм, в тому числі власні програмні комплекси електронного геодезичного обладнання, адаптованих до AutoCAD. Ці програми дозволяють обробляти геодезичні данні на всіх рівнях – від підготовчих робіт і безпосередніх геодезичних вимірювань до камеральної обробки і створення вже у AutoCAD схеми, креслення або готового топографічного плану місцевості. Інтерфейс AutoCAD простий і зрозумілий, є безкоштовна версія для навчання.

Geonics – програмний продукт, що працює на платформі AutoCAD.

Civil 3D за допомогою якого можна виконувати проєктно-вишукувальні роботи. Програма дозволяє вирішувати різні геодезичні задачі – обробляти результати польових вимірювань і створювати топографічні плани. За допомогою цього програмного продукту можна виконувати обробку даних з різних геодезичних приладів, робити відповідні розрахунки та систематизувати дані для подальшого створення топографічного плану в AutoCAD. Інтерфейс Geonics простий та зрозумілий. До недоліків Geonics можна віднести відсутність безкоштовної версії для навчання.

Digitals (рис.11.2.4.1) – програмне забезпечення для створення цифрових і спеціальних карт. Digitals в тому числі дозволяє редагувати та переглядати цифрові карти, створювати та оновлювати топографічні плани місцевості, вирішувати інженерні та прикладні завдання. Програма дозволяє завантажувати космічні зображення карт Google, містить функції роботи з рельєфом. Digitals може бути застосоване для робіт пов'язаних з кадастром та землеустроєм. До недоліків Digitals можна віднести надто складний інтерфейс в порівнянні з іншими подібними продуктами та відсутність безкоштовної версії для навчання.

Digitals

Рис.11.2.4.1

MapInfo Pro (рис. 11.2.4.2) – це програмний продукт для настільних географічних інформаційних систем (ГІС), розроблений Pitney Bowes Software. MapInfo Pro використовується для картографування і аналізу місця розташування і дозволяє користувачам візуалізувати, аналізувати, редагувати, інтерпретувати, розуміти і виводити дані для виявлення взаємозв'язків, закономірностей і тенденцій. MapInfo Pro дозволяє користувачам досліджувати просторові дані в наборі даних, символізувати об'єкти і створювати карти. Інтерфейс MapInfo не можна назвати простим, програма має безкоштовну версію для навчання.



Рис.11.2.4.2.

Торосад (рис. 11.2.4.3) – система автоматизованого проєктування, що

використовується для створення топографічних планів та обробки результатів геодезичних досліджень. За допомогою програми можна створити 3D модель рельєфу та цифрову модель рельєфу. Програма має можливість розширення своїх можливостей за допомогою встановлення додаткових модулів. Інтерфейс Topocad зручний та зрозумілий, є безкоштовна версія для навчання.

Topocad

Рис.11.2.4.3

Програмні продукти компанії «ESRI» (США) (рис. 11.2.4.4), найстарішого у світі виробника програмних засобів ГІС (фірма заснована в 1969 р.), сьогодні представлені, насамперед, сімейством спеціалізованих програмних пакетів, які об'єднані під назвою «ArcGIS».



Рис.11.1.4.4

Спеціалізовані інструментальні ГІС орієнтовані на створення тільки однієї групи карт. Наприклад, ГІС «Панорама» (Росія) спеціалізується на роботі з топографічними картами середнього масштабу.

Програми-вьюери призначені для перегляду введеної раніше і структурованої (згрупованої по однорідним елементам) інформації і виконання запитів до баз даних, в тому числі і графічним, підготовленим в середовищі інструментальних ГІС. Ці програми дозволяють викреслити карту, але мають обмежені можливості редагування даних.

Векторизатори призначені для реалізації введення картографічних даних, обробки сканованих растрових картографічних зображень, тобто переведення їх у векторний формат. Прикладами можуть служити Easy Trace PRO, MapEdit, SpotLight, AutoVEC, які є російськими програмними продуктами.

Спеціалізовані засоби просторового моделювання призначені для вирішення задач моделювання просторово-розподілених даних: обробки результатів польових вимірювань, побудови тривимірної моделі рельєфу, побудови моделей річкової мережі і визначення ділянок затоплення, розрахунку переносу забруднення та ін. Представниками цього сімейства програм є продукти американських фірм Eagle Point і SOFTDESK.

До **засобів обробки і дешифрування даних дистанційного зондування** відносяться програми, що забезпечують обробку цифрових зображень земної поверхні, отриманих методами аеро- і космічної зйомки. Найвідоміші представники: ERDAS Imagine, ER Mapper, серія продуктів Intergraph, TNT Mips.

Довідково-картографічні системи призначені для забезпечення користувачів інформацією на підставі запитів і відображення. Як правило, користувач позбавлений можливості редагування даних. До цього класу ГІС-пакетів можна віднести електронні карти і атласи міст.

Багато програмних пакетів за характером виконуваних ними робіт можна

віднести до декількох класів, інші призначені для вирішення вузькоспеціальних завдань (досліджень, екології та ін.).

11.2.5 Основні етапи комп'ютерного створення карт

Відповідно до Закону України 353-XIV від 27.07.2013 «Про топографогеодезичну діяльність» створення та оновлення державних топографічних карт і планів у графічній, цифровій, фотографічній та інших формах, створення та оновлення кадастрових карт (планів), належать до основних загальнодержавних топографо-геодезичних і картографічних робіт.

Технологія створення цифрових карт включає три основні етапи:

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

Програмні засоби ГІС є технологічною основою створення цифрових карт та становлять сукупність інтегрованих програмних модулів, що забезпечують реалізацію основних функцій ГІС:

- введення та верифікації даних;
- зберігання та маніпулювання даними;
- перетворення систем координат і трансформації картографічних проекцій;
- аналізу й моделювання;
- виведення й подання даних;
- взаємодії з користувачем.

Для первинної обробки даних можна використовувати програмне забезпечення, що дозволяє створювати топографічні карти та забезпечити автоматизовану обробку геодезичних даних, дає можливість редагувати та переглядати карти. При цифровому картографуванні присвоєння атрибутивних даних і сортування є основним і важливим етапом робіт.

Основу автоматизованого виробництва картографічної продукції, а також геоінформаційних систем складають автоматизовані картографічні системи (АКС), що представляють комплекс технічних, програмних та інформаційних засобів, призначених для створення, оновлення та використання карт. Діючі та розроблювані АКС розрізняються за своєю структурою, властивостями, цільовим призначенням, потужністю, відомчої приналежності, але всі вони мають у своєму складі ряд підсистем, найважливішими з яких є підсистеми введення, обробки і виведення інформації.

Інформаційним ядром АКС є банк цифрових картографічних даних, що складається з упорядкованих тематичних масивів цифрової інформації (баз даних) та засобів їх формування, управління, доступу до них, тобто систем керування базами даних (СКБД).

У відповідності зі своїм призначенням АКС вирішують три основні завдання, які є послідовними етапами комп'ютерного створення карти: введення інформації, обробка і виведення зображення (рис. 11.2.5).

Як і в традиційній картографії, процес створення карти починається з **редакційно-підготовчого етапу**, який включає збір картографічних, знімально-геодезичних, літературних, статистичних та інших матеріалів, розробку редакційних вказівок, підготовку матеріалів для сканування або цифрування; розробку макетів для складання на комп'ютері; виготовлення або доопрацювання наявної цифрової карти; складання, оформлення та підготовку до видання оригіналу карти на екрані комп'ютера; висновок кольороподілених позитивів.

Введення картографічної інформації в ЕОМ припускає переклад графічного (аналогового) зображення в цифровий вигляд. Він являє аналого-цифрове перетворення графічних ма-лов - карт, планів, фотокарт та ін. Відповідно до особливостей зчитування даних розрізняють кілька способів цифрування (дигіталізації): ручне введення точкових об'єктів; напівавтоматичний - лінійних об'єктів та автоматичне сканування.

Процес комп'ютерної обробки картографічного зображення здійснюється засобами настільних видавничих систем, що включають комплекс апаратних і програмних засобів на базі персональних комп'ютерів.

На цьому етапі проводиться складання, оформлення та підготовка карти до видання. При цьому використовується два варіанти технології.

Перший варіант передбачає векторизацію растрової основи, отриманої скануванням вихідного картографічного матеріалу на етапі введення інформації, в одній з програм графічного дизайну (наприклад, Adobe Illustrator, Macromedia FreeHand, CorelDraw) в інтерактивному (діалоговому) режимі, коли оператор дає команди, а відповідна програма виконує їх в режимі реального часу.

Для цього після сканування і попередньої обробки в програмі Adobe Photoshop (масштабування, поворот, обробка фільтрами та ін.) Растрове зображення «перекидається» в один з векторних редакторів, де проводиться побудова картографічного зображення за елементами змісту.

Після завершення складацьких оформлювальних робіт проводиться коректура або принтерних роздруківок карти, або зображення безпосередньо на екрані комп'ютера, його остаточне доопрацювання та підготовка до виводу позитивів.

Іншим варіантом створення карти та підготовки її до видання є використання у видавничій системі вже готової цифрової карти-основи у векторному форматі, підготовленої в ГІС-додатках, системах автоматизованого проектування (САПР) або на дигитайзерах. У цьому випадку виключається процес сканування картографічного матеріалу на етапі введення та обробка растрової основи, а лише здійснюється редагування векторного зображення, оформлення та підготовка карти до видання засобами настільних видавничих систем. При цьому проводиться згладжування ламаних ліній, оформлення всіх елементів карти відповідно до прийнятих умовних позначень, розміщення написів, зарамкове оформлення і т. д.

На **етапі виведення** картографічне зображення проходить стадію візуалізації, тобто, перетворення з цифрової форми в аналогову. Заключним етапом робіт зі створення карти є кольороподіл. На цьому етапі вивід картографічного зображення здійснюється на фотонабірні автомати з метою виготовлення кольороподілених фотоформ для подальшого друку тиражу карти.

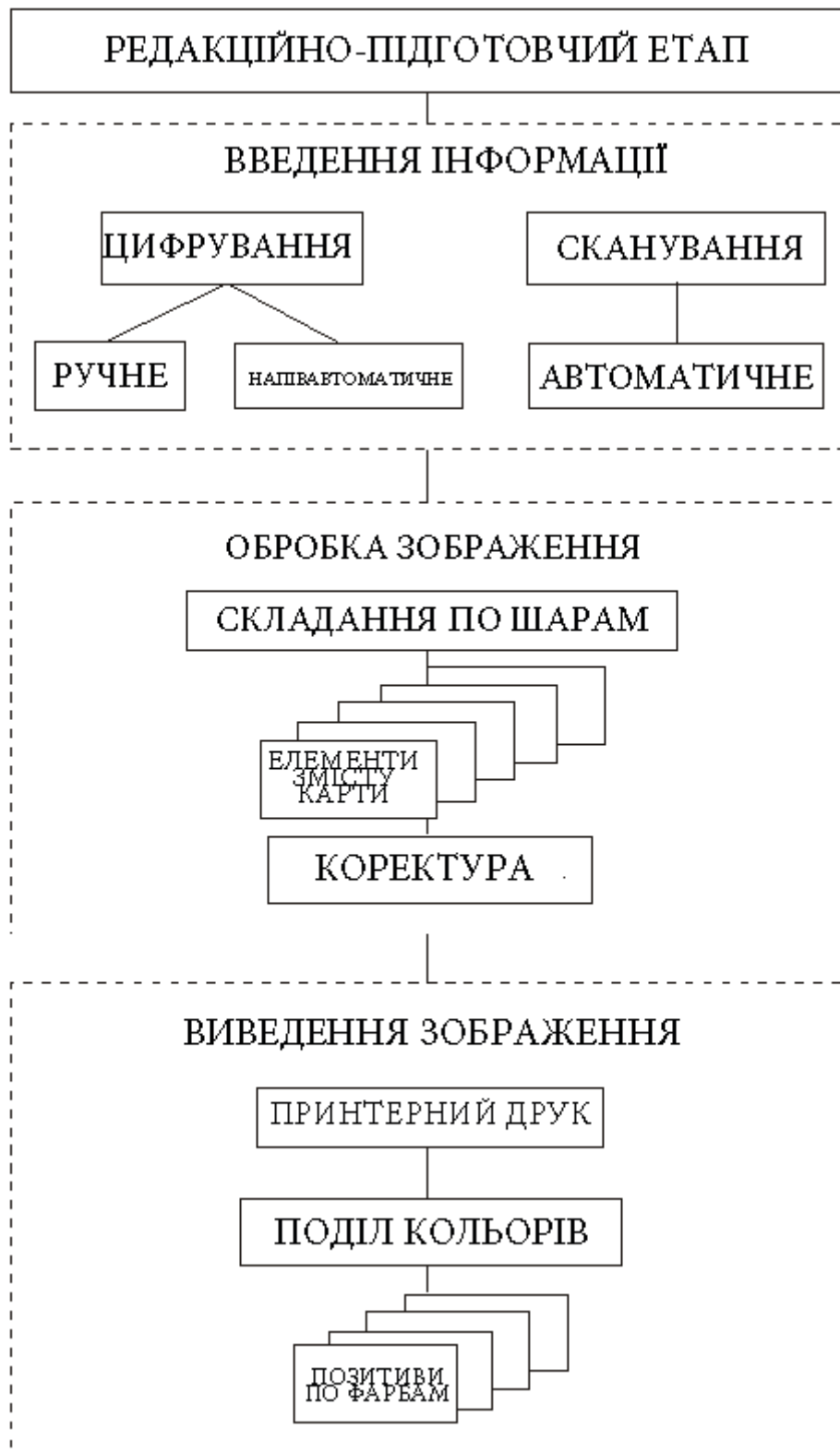


Рис 11.2.5 Схема основних етапів створення карти

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

- редакційного підготовчого періоду складання цифрової карти;
- вхідного контролю вихідних матеріалів;
- класифікації об'єктів підготовлюваної документації;

- кодування об'єктів;
- опису об'єктів цифрової карти;
- редагування карт;
- контролю якості;
- оновлення;
- перетворення в обмінний формат;
- перетворення в заданий формат;
- оцифровка матеріалів карт;
- векторизація карт;
- автоматизації картографічної генералізації;
- зведення цифрових карт;
- контроль зведення карт.

Створення цифрового топографічного плану місцевості не менш складний процес, що складається з таких етапів:

- видалення з топографічного плану растрових шарів та зайвих деталей;
- перенесення атрибутів;
- робота з написами і текстом;
- створення атрибутивних блоків з інформацією;
- сортування конструктивних частин будівель які не є основними;
- створення атрибутивних блоків комунікацій;
- сортування лінійних (забори, бордюри, межі доріг, тощо) та точкових елементів (стовпи, дерева, тощо);
- створення полігональних шарів з покриттям (рослинність, асфальт, дитячі та спортивні майданчики, тощо).
- створення атрибутивних блоків меж.

Вимоги до цифрових карт ставляться на етапі проєктування, серед них:

- просторова точність;
- склад об'єктів;
- точність опису об'єктів.

Для створення цифрових карт як вихідні картографічні матеріали використовують топографічні карти тих самих масштабів і незалежно від застосовуваної технології використовують такі параметри оцінки та контролю (рис. 11.2.5.1):

- повноту та правильність заповнення паспорта номенклатурного аркуша цифрової топографічної карти;
- точність планового розташування об'єктів;
- повноту об'єктового складу;
- повноту характеристик об'єктів;
- правильність визначення кодів об'єктів;
- правильність визначення характеристик об'єктів;
- відповідність формату;
- відповідність правилам цифрового опису.



Рис.11.2.5.1

Контрольні питання:

1. Автоматизована картографія - ...?
2. Повна автоматизація створення картографічних творів включає...?
3. Особливості автоматизованої картографії в аспекті технічної картографії?
4. Особливості автоматизованої картографії в аспекті географічної картографії?
5. Характеристика автоматичної картографічної системи.
6. Особливості масштабів цифрових карт.
7. Растрове і векторне представлення інформації.
8. Формалізація картографічного зображення. Її зміст.
9. Колірні моделі і їх роль в комп'ютерній картографії.
10. Поділ технічних пристроїв відповідно до етапів створення карт.
11. Програмне забезпечення процесів комп'ютерного створення картографічних творів.
12. Види програмних продуктів для створення картографічних творів.
13. Digitals, як програмне забезпечення для створення цифрових і спеціальних карт.
14. Основні етапи комп'ютерного створення карт.
15. Виробничі процеси цифрової картографії при створенні карт.
16. Етапи створення цифрового топографічного плану місцевості.
17. Вимоги до цифрових карт.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А.П. Божок, Л.Є. Осауленко, В.В. Пастух. Картографія. Підручник. — Київ: Фітосоціоцентр, 1999. — 252 стор.
2. Артамонов Б. Б., Штангрет В. П. Топографія з основами картографії. Навч. посібник. - Львів: Новий світ, 2006. - 248 с.
3. Афанасьєв О. В. Засоби автоматизації створення карт : конспект лекцій для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти зі спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій / О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. – 30 с.
4. Бібліотека ДВНЗ «Ужгородський національний університет », м.Ужгород вул. Університетська 14, цифровий репозитарій. Режим доступу: <http://eprints.nubip.edu.ua/>
5. Войславський Л.К/ Навч.посібник. Основи картографії. - Харків: ХНАМГ. 2005. – 39 с.
6. Дудун Т. В., Тітова С. В. Географічні карти та картографічний метод дослідження. — К. : Вид-во КНУ, 2017. — Т. 2. Картографічний метод дослідження. — 150 с.
7. Запара Л. Г. Конспект лекцій з курсу «Картографія з основами топографії» (для студентів денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування») / Л. Г. Запара; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 54 с.
8. Земледух Р. М. Картографія з основами топографії: Навч. посібник. - К., Вища школа, 1993. - 456 с.
9. Закон України Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність N353-XIV від 23 грудня 1998 року станом на 28.01.2024р. Режим доступу до тексту: https://ips.ligazakon.net/document/view/t980353?an=206&ed=2003_08_01
10. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500, затверджена наказом Головного управління геодезії, картографії та кадастру при Кабінеті Міністрів України від 9 квітня 1998 року № 56
11. Кравців С. С., Войтків П. С., Кобелька М. В. Картографія : навч. посібн. Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 191 с.
12. Ляшенко Д. О. Картографія з основами топографії: Навч. посібник для вищих навчальних закладів. - К.: Наук. думка, 2008. - 184 с.
13. Лахоцька Е.Я. Основи картографії. Навчальний посібник для студентів денної і заочної форм навчання зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» освітньо-кваліфікаційного рівня , бакалавр та молодший спеціаліст, Ужгород, УжНУ, 2017, - 79 с.
14. Лахоцька Е. Я., Калинич І.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з картографії. Ужгород.: УжНУ, 2021.-47с.
15. Ратушняк Г.С. - Вінниця: ВДТУ, 2002 - 179 с.
16. Стандарт України «Картографія. Терміни та визначення» (ДСТУ 2757-94) від 30.09.1994р.Львів - Національний університет «Львівська політехніка».

17. Стасюк В.І., Ничвид М.Р., Калинич І.І. Методичні вказівки до вивчення розграфлення і номенклатури топографічних карт і планів Методичні вказівки 2011.Ужгород Вид. ПП Лесько М.І.с.23

18. Постанова Кабінету Міністрів України Про затвердження Порядку загальнодержавного топографічного і тематичного картографування №661 від 4 вересня 2013 р. станом на 01.02.2024р. Режим доступу до тексту:

https://zakononline.com.ua/documents/show/344876_753925

РЕКОМЕНДОВАНІ WEB-САЙТИ

19. [http: // gki.com.ua/ua/terms](http://gki.com.ua/ua/terms).

20. [http: // www.rada.gov.ua](http://www.rada.gov.ua).

21. [http: // www.lib.berkeley.edu/EART/x-ussr/ukraine.html](http://www.lib.berkeley.edu/EART/x-ussr/ukraine.html).

Кирлик Д.В., Калинич І.В., Пічкарь Л.І.

ОСНОВИ КАРТОГРАФУВАННЯ

КУРС ЛЕКЦІЙ

Складено у відповідності з робочою навчальною програмою для фахових коледжів спеціальності 193 Геодезія та землеустрій

Формат 60х84/16. Умовн. друк. арк. 8,37. Зам. № 43. Наклад 100 прим.

Видавництво УжНУ «Говерла».

88000, м. Ужгород, вул. Капітульна, 18. E-mail: goverla-print@uzhnu.edu.ua

*Свідоцтво про внесення до державного реєстру
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції –
Серія 3т № 32 від 31 травня 2006 року*

Основи картографування. Курс лекцій. Для студентів природничо – гуманітарного фахового коледжу спеціальності 193 Геодезія та землеустрій./Укладачі: Кирлик Д.В., Калинич І.В., Пічкарь Л.І. – Видавництво УжНУ «Говерла», 2024. – 144с.

Курс лекцій розроблено у відповідності з програмою курсу. З врахуванням сучасного стану в галузі картографування.

Навчальний матеріал оформлений у вигляді 11-х текстів лекцій з них числу та в послідовності, записаній у календарному плані дисципліни. Зміст лекцій відповідає робочій навчальній програмі. Обсяг лекцій складає 24 навчальних години.

Курс лекцій орієнтований на студентів 3-го та 4-го року навчання. В лекціях викладені вихідні поняття картографії, як науки, як засоби геодезичного дослідження геометрії Землі та топографічного опису її територій у відповідних системах координат. Наведені визначення, призначення й класифікація карт і атласів, їх математична основа й способи картографічного зображення. Висвітлено поняття картографічної генералізації, картографічних джерел та їх класифікації, розкрита технологія створення карт, Викладені методологічні основи цифрового картографування. Справжнє видання призначене також для розширення та поглиблення того реального обсягу навчальних відомостей по основах картографії, який можна методично правильно викласти на лекціях в аудиторії у супроводі або без застосування технічних засобів навчання.

**УДК 528.9 (75,8)
К 43**