

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

О. В. Афанасьєв

КАРТОГРАФІЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми
навчання зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2026

Афанасьєв О. В. Картографія : конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій / О. В. Афанасьєв ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026. – 120 с.

Автор

канд. техн. наук, доц. О. В. Афанасьєв

Рецензент

С. Г. Нестеренко, кандидат технічних наук, доцент кафедри земельного адміністрування та геоінформаційних систем (Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова)

Рекомендовано кафедрою земельного адміністрування та геоінформаційних систем, протокол № 1 від 25.08.2025.

© О. В. Афанасьєв, 2026

©ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2026

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Тема 1 Вступ до картографії.....	6
1.1 Картографія як наука, її структура.....	6
1.2 Місце картографії у системі наук.....	7
Тема 2 Історичні аспекти формування картографії.....	11
Тема 3 Карти.....	18
3.1 Основні відомості про карту, її властивості, функції та сфера використання.....	18
3.2 Основні елементи географічної карти.....	21
3.3 Класифікація карт.....	22
3.4 Глобус.....	23
Тема 4 Основи топографії.....	26
4.1 Загальні відомості.....	26
4.2 Класифікація топографічних карт та їхні масштаби.....	27
4.3 Призначення топографічних карт.....	27
4.4 Умовні знаки на топографічних картах.....	30
4.5 Читання карт.....	31
Тема 5 Географічні координати та координатна сітка.....	35
5.1 Географічні полюси.....	35
5.2 Географічні координати та координатна сітка.....	36
Тема 6 Системи координат.....	42
6.1 Визначення географічних координат за картою.....	42
6.2 Визначення прямокутних координат за картою.....	45
6.3 Зональна система прямокутних координат Гауса – Крюгера.....	45
Тема 7 Загальні відомості про картографічні проєкції.....	50
7.1 Класифікація картографічних проєкцій за видом допоміжної геометричної поверхні.....	51

7.2 Класифікація картографічних проєкцій за різновидом спотворень.....	54
7.3 Класифікація змішаних картографічних проєкцій.....	58
7.4 Поняття про еліпс спотворень.....	61
Тема 8 Розграфлення і номенклатура карт.....	62
Тема 9 Картографічна генералізація.....	67
9.1 Суть і зміст картографічної генералізації.....	67
9.2 Способи картографічної генералізації.....	69
Тема 10 Способи картографічного зображення.....	73
Тема 11 Основи цифрової картографії.....	88
11.1 Теорія цифрового картографування місцевості.....	88
11.2 Зміст цифрових карт та вимоги до них.....	90
11.3 Технологічні основи створення цифрових карт та планів....	97
11.4 Збір топографічної інформації в разі цифрового картографування місцевості.....	99
11.5 Візуалізація цифрової картографічної інформації комп'ютерними засобами.....	102
Тема 12 Кодуванні інформації.....	105
12.1 Сучасні програмні продукти геоінформаційних систем та провідні виробники геоінформаційних картографічних пакетів.....	105
12.2 Системи автоматизованого картографування.....	109
12.3 Принципи класифікації та кодування картографічної інформації.....	110
12.4 Контроль якості створення цифрових карт.....	112
Список використаних джерел.....	118

ВСТУП

Конспект лекцій з картографії підготовлений для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій.

Метою навчальної дисципліни «Картографія» є формування у студентів систематизованих картографічних знань.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Картографія» є ознайомлення студентів із картознавством і загальною теорією картографії, математичною та цифровою картографією, основами складання карт, методикою картографічного моделювання; усвідомлення значення картографії у сучасному світі.

Вивчення предмета та набуття картографічної культури обов'язково передбачають широке використання вітчизняних і зарубіжних загально-географічних та тематичних карт, комплексних атласів, а також знайомство з комп'ютерними картографічними програмами, роботою з геопорталами, картографічними сервісами мобільних операторів, принципами навігації.

Для написання конспекту лекцій використані матеріали відповідно до наведеного списку використаних джерел.

ТЕМА 1 ВСТУП ДО КАРТОГРАФІЇ

План

1.1 Картографія як наука, її структура.

1.2 Місце картографії у системі наук.

1.1 Картографія як наука, її структура

Картографія (від грец. «chartes» – «аркуш папірусу» та «grafo» – «описувати») – важлива дисципліна в системі географічних наук.

За державним стандартом термінів, картографія – це галузь науки, техніки й виробництва, що охоплює вивчення, створення та використання картографічних творів.

Картографічний твір – це твір, головною частиною якого є картографічна модель реального світу. Картографічні твори становлять предмет картографії як науки.

Це визначення узгоджується із традиційним розумінням картографії як науки про географічні карти, методи їх створення та використання. Існує і таке розуміння картографії як науки, яка охоплює теорію, методику та технічні прийоми створення та використання картографічних творів.

Географи основну увагу приділяють науковому напрямку картографії. Картографія є наукою, що здійснює відображення і дослідження природних і суспільних явищ, їх просторове розміщення, властивості і зміни в часі за допомогою картографічних зображень, які становлять просторові образно-знакові моделі.

Таке визначення вказує на предмет наукової картографії, на те, що вивчає ця наука. Предметом картографії є відображення об'єктів природи та суспільства, їхніх властивостей, взаємозв'язків та змін у просторі й часі. А відображення об'єктів і явищ відбувається специфічною графічною (образно-

знаковою) мовою – географічною картою. Отже, предметом картографії є не сама карта як матеріальний об'єкт, а географічний простір – взаєморозміщення об'єктів і явищ природи та суспільства

Отже, **картографія** – це науково-технічна дисципліна, яка розробляє технологічні прийоми створення геопросторових моделей об'єктів, процесів та явищ, а також вивчає способи, прийоми та методи укладання та видання карт за допомогою електронних засобів візуалізації.

Як кожна наука, картографія має свої методи виконання наукових і практичних завдань. До них належать картографічне моделювання та картографічний метод дослідження, за допомогою яких створюють картографічні моделі, розробляють прийоми їх аналізу, застосування та перетворення з метою вивчення реального світу й набуття нових знань.

Картографічне моделювання базується на трьох головних принципах:

- математичної формалізації, що забезпечує перехід від сферичної поверхні Землі до площини за допомогою картографічних проєкцій;
- картографічної символізації, тобто на використанні систем умовних знаків;
- картографічної генералізації, тобто на доборі основного й суттєвого, а також його доцільному узагальненні відповідно до призначення, тематики та масштабу карти.

1.2 Місце картографії у системі наук

Особливості картографії як науки відображаються в її структурі. Вона є досить розгалуженим комплексом наукових і технічних дисциплін: деякі з них мають багатовікову історію, міцну науково-технічну базу, інші виникли нещодавно й перебувають у стадії формування.

Сучасна картографія складається з низки розділів:

1. Теорії картографії – розділу, який вивчає загальні проблеми, предмет і метод картографії як науки, а також окремі питання методології створення й

використання карт; загальну методику використання картографічних творів у наукових і практичних цілях; розвитку технічної бази картографування та методів створення й застосування карт.

2. Математичної картографії – розділу, який вивчає математичну основу карт, розробляє теорію картографічних проєкцій, методи побудови картографічних сіток, характер і розподіл спотворень на картах.

3. Проєктування та складання карт – розділу, який вивчає та розробляє методи та технологію лабораторного (камерального) виготовлення карт.

4. Оформлення карт і картографічної семіотики – розділу, який розробляє мову карти, теорію та методи побудови систем картографічних знаків та їхнє кольорове оформлення.

5. Видання карт – технічної дисципліни, яка вивчає та розробляє технологію друку, розмноження, поліграфічного оформлення картографічної продукції.

6. Картознавства – розділу, який охоплює вивчення географічних карт, їхніх елементів, види, розвиток.

7. Історії картографії, яка вивчає теорію ідей, понять, методів картографії, розвиток картографічного виробництва, а також старі картографічні твори.

8. Картографічного джерелознавства, яке розробляє методи систематизації картографічних джерел, необхідних для складання карт.

9. Картографічної інформатики, яка вивчає та розробляє методи збору, зберігання та видачі споживачам інформації про картографічні твори та джерела.

10. Картографічної топоніміки, яка вивчає географічні назви, їхнє смислове значення з точки зору правильної передачі на картах.

11. Використання карт – розділу, у якому розробляються теорія та методи застосування картографічних творів у різних сферах практичної, наукової, культурно-освітньої діяльності.

Тісні зв'язки картографія має з такими науками:

1. Суспільними (філософією, психологією, лінгвістикою, економікою, історією, демографією тощо).

2. Математичними (матаналізом, аналітичною геометрією, теорією інформації, математичною статистикою тощо). Знання цих наук картографія залучає для обґрунтування картографічних проєкцій, системи координат для визначення положення об'єктів картографування.

3. Технічними (автоматикою, поліграфією, електронікою, приладобудуванням, напівпровідниковою та лазерною технікою, матеріалознавством тощо). Наслідком цього є удосконалення та створення нового картографічного обладнання, підвищення технічного рівня картографічного виробництва.

4. Геодезією (через використання даних про форму й розміри Землі та інших планет, гравітаційне та магнітне поля, методи вимірювань і знімань місцевості, способи переходу від поверхні земного еліпсоїда до площини).

5. Аерокосмічними методами, з отриманням дистанційної інформації, її прив'язкою, корекцією, фотограмметричною обробкою та дешифруванням.

6. Поєднання картографії з технічною графікою та мистецтвом забезпечують гармонійне поєднання художніх і функціональних властивостей картографічних творів.

7. Науками про Землю (геологією, геофізикою, геохімією, екологією), де карта є одним з основних засобів пізнання дійсності.

8. Особливо тісні зв'язки з географією – унаслідок їх взаємодії сформувався новий напрям у тематичній картографії – географічна картографія – наука про відображення та дослідження географічних систем через географічні карти та інші картографічні моделі.

Отже, на сьогодні відбувається розширення зв'язків картографії з іншими науками, що привело до перебудови самої картографії, її внутрішньої структури. З'явилися нові галузі картографії, нові суміжні, вузлові та зв'язувальні наукові напрями на пограниччі картографії з іншими науками.

Картографія перетворилася із колись єдиної науки в систему наукових дисциплін зі складними взаємозв'язками, перекриттям та перетином сфер інтересів.

Наразі відбувається посилена комп'ютеризація та космологізація сучасної картографії. При цьому картографія зберігає міцні зв'язки із материнською наукою – географією.

Контрольні запитання

1. Назвіть три основні принципи картографічного моделювання.
2. Перелічіть властивості карти.
3. Що вивчає картографія?
4. Яке місце картографії в системі наук?
5. Що таке картографічний твір?

ТЕМА 2 ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ КАРТОГРАФІЇ

Картографія з'явилася тоді, коли людина навчилася визначати координати. Коли ж з'явилися перші карти, сказати досить складно. Археологія періодично обдаровує людство різноманітними стародавніми дощечками, камінням, залишками шкур тварин, де проглядається малюнок, що віддалено нагадує картографічний спосіб перспективного зображення. Вік таких знахідок можна визначити досить умовно. На рисунку 2.1 зображена висічена на глині Вавилонська карта світу (кінець VIII – початок VII століття до н. е.) [2].



Рисунок 2.1 – Висічена на глині Вавилонська карта світу
(кінець VIII – початок VII століття до н. е.) [2]

Перші міркування про форму землі належать до часів Аристотеля, який дав переконливе тлумачення кулястості Землі. Геродот уявляв землю у вигляді опуклого диска, а Піфагор із логічного та філософського погляду прийшов до думки про кулястість Землі. Йому належить такий вираз: «Все у природі має бути гармонійно і досконало. Земля теж має бути досконалою. Але найдосконалішим з геометричних тіл є куля. Отже, Земля – куля!» [3]. Незрозумілим є той факт, що в Європі та через кілька століть після смерті

Піфагора людей переслідували за подібні переконання. І це після того, як Ератосфен [4] ще 250 р. до н. е. (приблизно) вже визначав радіус Землі, хоч і з похибкою 15 %, впроваджував лінії широти та довготи на картах. Його карта світу дійшла донині, хоч і в реконструйованому вигляді (рис. 2.2). А Гіппарх у своїй роботі вже використовував терміни «географічна широта» та «географічна довгота» і ділив коло на 360° . Без сумнівів, європейська завзятість того часу ще довгий час не даватиме спокою допитливим умам.

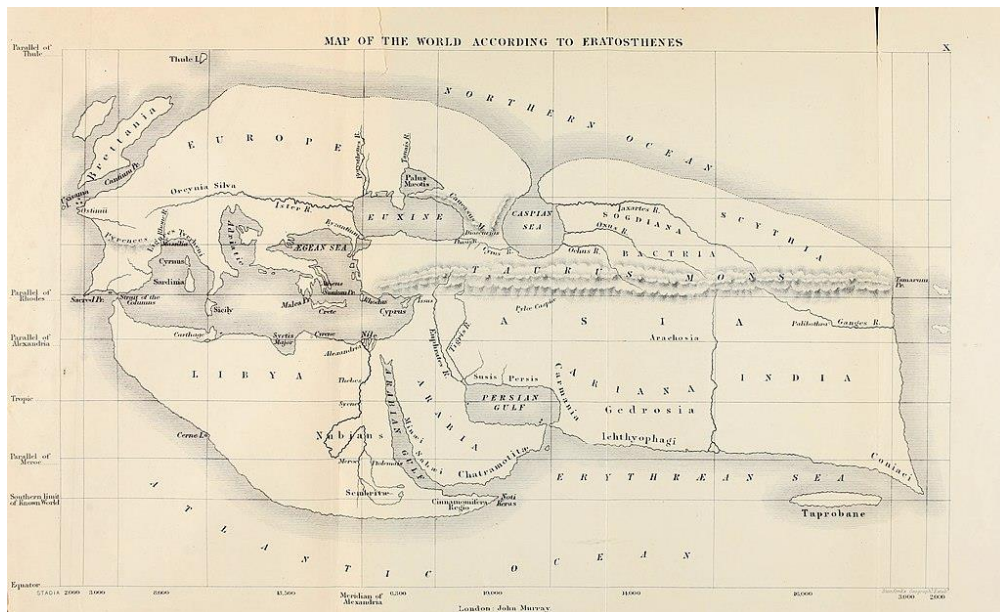


Рисунок 2.2 – Карта світу за Ератосфеном (приблизно 194 рік до н.е.),
реконструкція XIX ст.

Наукові основи картографії були закладені ще у I–II ст. н. е. давньогрецьким вченим у галузі математики, астрономії, картографії та географії Клавдієм Птолемеєм. У створеному ним посібнику з географії [5] були наведені карта світу (рис. 2.3), що відображає уявлення людства тих часів, карти різних частин суші, й уперше описана розроблена ним конічна і псевдоконічна проєкції.



Рисунок 2.3 – Карта світу Клавдія Птолемея, репродукція 1478 р.
(посібник із географії) [5]

Вивчаючи історію формування картографії стародавнього світу, ще більш незрозумілим є той факт, що картографія Європи з V ст. по XVII ст. н. е. обмежувалася монастирськими картами, які складали ченці, ґрунтуючись на Біблії. У той період кулястість землі відкидалася, а земля була плоскою з Єрусалимом у центрі. Базуючись на таких уявленнях, створювалися «Т» і «О» карти (рис. 2.4), де суша була розділена на три частини: Європа, Азія та Африка, що омиваються океаном. Прийнято вважати, що такі карти відображають старозавітну традицію про тричастковий поділ світу між синами Ноя [6].



Рисунок 2.4 – Карта Т = Т – О типу (приблизно XIII ст. н. е.)

Зазначимо, що обвинувачений у 1633 р. судом інквізиції [7] за публічну підтримку геліоцентричної системи світу Миколи Коперника Галілео Галілей був виправданий римською католицькою церквою 31 жовтня 1992 р. [7], через 31 рік після першого польоту людини у космос. Подібні речі звичайно ж позначилися на розвитку картографії в ті часи, і сьогодні залишається тільки уявляти, скільки часу втратила тоді картографія.

Герхард Меркатор та Абрагам Ортеліус створювали перші атласи Земної кулі. Меркатор розробив теорію картографічних проєкцій та систему позначень, що на той час цілком можна назвати картографічною наукою. Розвиток торгівлі та прагнення зміцнити свої держави спонукали вирушати в далекі куточки нашої планети, зокрема і морським шляхом. Складання та уточнення карт до, у процесі експедицій та після повернення лише сприяли розвитку картографії. На картах з'являлися дедалі нові географічні об'єкти, змінювалися їхні назви, уточнювалося їхнє положення, але до точного уявлення картини світу було ще далеко. Приблизно наприкінці XIII ст. – на початку XIV століття було винайдено компас, що призвело до створення компасних карт (протоланів). На протолани для прокладання курсу корабля наносилися компасні лінії і чітко було видно берегову лінію (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Компасна карта (протолан), друга половина XVI ст.

Такі карти не підходили для плавання океанами, адже земля має кулясту форму. І той факт, що кулястість Землі довгий час заперечувалася, не скасовував спотворень. Мореплавці щиро не розуміли, чому за відносно малих відстаней можна було досить точно потрапляти з одного порту в інший, а за великих – доводилося шукати (і не завжди вдало) кінцевий пункт призначення, плаваючи вздовж берегової лінії та списуючи свої невдачі на вітер або неточність самої карти.

Подальші перетворення в картографії пов'язані з епохою мореплавання та великих відкриттів. Зміни відбулися після відкриття Колумбом Нового Світу [9].

На карті світу з'явилися два нові континенти та безліч найближчих островів. Незважаючи на те, що їхні обриси та положення ще довго зазнавали уточнення та змін, на карту світу вже було нанесено не два, а чотири континенти (рис. 2.6), і земне яблуко Мартіна Бехайма перетворилося на музейний експонат. Адже цей глобус, що й досі вважається першим у світі, відображав географічні уявлення про поверхню Землі до відкриття Колумбом Нового Світу.



Рисунок 2.6 – Уявлення про світ після відкриття Колумбом Нового Світу
(1530 р. на карті наявні обриси Північної та Південної Америки)

Наступною значущою подією для картографії стало відкриття Віллемом Янсзоном Австралії в 1606 р. [10], Тасманії (Земля Ван-Дімена) і Нової Зеландії Абе́лом Масман у 1642 р. Під час першої експедиції Д. Кука було доведено, що Нова Зеландія є двома окремими островами, розділеними протокою, яка отримала назву протоки Кука. Було уточнено та нанесено на карту східне узбережжя Австралії. Під час другої експедиції було відкрито низку островів та архіпелагів у Тихому океані. Під час третьої експедиції було відкрито Гавайські острови та низку інших, але шостий континент Куку відкрити так і не вдалося. Було встановлено, що у будь-якому разі він був не придатний для колоніальної експансії [11]. Залишаючи ідею знайти шостий континент, Кук писав: *«...Це землі, приречені природою на вічну холоднечу, позбавлені теплоти сонячних променів; у мене немає слів для опису їхнього жахливого і дикого виду. Такі землі, що ми відкрили, але якими повинні бути країни, розташовані ще далі на південь. Я з повною підставою припускаю, що ми бачили найкращі з них, найпівнічніші та найтепліші. Якщо хтось виявить рішучість і завзятість, щоб вирішити це питання, і проникне далі мене на південь, я не заздритиму славі його відкриттів. Але мушу сказати, що світові його відкриття принесуть небагато користі».*

Крапку в цьому питанні поставили Михайло Лазарєв і Фаддей Беллінсгаузен, відкривши в 1820 р. шостий континент – Антарктиду. Після відкриття Антарктиди відбулося багато морських походів. Існуючі карти ставали більш точними, змінювалися, з'являлися нові острови, протоки і моря. Період великих географічних відкриттів у процесі мореплавання завершувався. Карти стали створювати на науковій основі, з'явилася така професія, як картограф та геодезист. Імена багатьох із цих людей навіки увійшли в історію. Людство вступало у нову технологічну епоху. У IX ст. – початку XX ст. широкого розвитку набула математична картографія. З'являлися нові способи створення картографічних проєкцій. Все частіше використовувалося уявлення про Землю як про неідеальну кулю.

Сучасна картографія є складним технологічним процесом, що базується на фундаментальних досягненнях науки і техніки. Якщо раніше карти висікалися на камінні, створювалися за допомогою пензля та пергаменту, то сьогодні це досконалий процес, що дозволяє отримати електронну карту та її візуалізацію. Сучасна карта стала інтерактивною.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні етапи становлення картографії в давні часи.
2. Яку роль для мореплавців відігравали протогани?
3. Що змінилося із відкриттям Колумбом Нового світу?
4. У чому помилився Д. Кук?
5. Який континент був відкритий останнім? Хто його відкрив?

ТЕМА 3 КАРТИ

План

3.1 Основні відомості про карту, її властивості, функції та сфера використання.

3.2 Основні елементи географічної карти.

3.3 Класифікація карт.

3.4 Глобус.

3.1 Основні відомості про карту, її властивості, функції та сфера використання

Основними ознаками географічної карти є такі:

- 1) карта – це засіб для одночасного огляду розміщених на земній поверхні об'єктів, оцінки їхнього взаємного розташування, порівняння у просторі;
- 2) карта завжди будувалася як зменшене зображення (карта володіє масштабністю);
- 3) для побудови карти як плоского зображення застосовуються математичні закони;
- 4) зміст карти передається через знаки;
- 5) карта є умовним зображенням;
- 6) на карті передаються лише найголовніші, типові риси місцевості (карта – генералізоване зображення).

Географічна карта – це зменшене, узагальнене, умовно-знакове зображення земної поверхні на площині, побудоване за певними математичними законами, яке показує розміщення, властивості та зв'язки явищ природи й суспільства, є особливим засобом пізнання, який дає можливість одночасно оглядати ці явища, оцінювати їхнє взаєморозміщення, порівнювати у просторі їхні властивості.

Державним стандартом термінів карта визначається «...як математично визначене, зменшене, генералізоване зображення земної поверхні, іншого небесного тіла чи космічного простору, яке показує розташовані чи спроектовані на нього об'єкти в прийнятій системі координат» [10].

Властивості карти:

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

- геометричну подобу, тобто відповідність форми й розмірів реального об'єкта та його зображення;
- подоба в часі, що означає правильну передачу стану й розвитку об'єктів і явищ на певний, вказаний на карті момент часу;
- подоба 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 та вірогідністю інформації, обґрунтованою методикою складання і правильним доббором об'єктів і явищ.

3. Абстрактність. Карта не є фотографією. Вона становить узагальнену та формалізовану модель території.

4. Аналітичність і синтетичність. З одного боку, карта здатна роздільно показувати процеси та явища, що в реальному житті діють спільно, з другого – вона забезпечує цілісне зображення явищ, які в реальному житті існують ізольовано.

5. Метричність. Можливість виконувати на карті різні вимірювання, що можуть бути трьох видів:

- кількісні – вимірювання відстаней, координат, кутів, площ;
- якісні – належність об'єкта до тієї чи іншої класифікаційної категорії;
- бальні оцінки – надання 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). 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 загалом, так і її найважливіших та найістотніших елементів.

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

8. Інформативність – здатність карти зберігати й передавати інформацію про об'єкти та явища реального світу.

Функції карти:

1. Комунікативна: зберігання й передача просторової інформації.

2. Оперативна: безпосереднє виконання на карті різних практичних завдань (навігація, військова справа, надзвичайні ситуації, екологія, сільське господарство тощо).

3. Конструктивне застосування карт для розробки й реалізації господарських і соціальних проєктів, тобто проєктування та будівництва різних інженерних споруд.

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

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

Сфера використання карт для пізнання навколишньої дійсності надзвичайно широка й охоплює практично всі сфери людської діяльності. Карти є носіями інформації, вони дозволяють вивчати будь-який об'єкт без його відвідування. Карты використовують як путівник під час пересування

в будь-якому середовищі, вони дають можливість орієнтуватися на місцевості. Карти є основою для інженерного проєктування транспортних шляхів, об'єктів промислового та сільськогосподарського призначення, організації території з урахуванням особливостей природного середовища. За картами здійснюють державне та регіональне планування економічного та соціального розвитку, адміністративне й господарське управління територіальними утвореннями – від населеного пункту до країни загалом. Карти є складником забезпечення навчального процесу. Важко переоцінити роль карт як засобу наукових досліджень. Карти також є джерелом знань, засобом розповсюдження цих знань та вирішення багатьох завдань суспільного життя.

3.2 Основні елементи географічної карти

Будь-яка карта складається з таких елементів:

1. Математична основа – це математично зумовлені способи побудови карти. Вона містить :

- геодезичну основу, яка пов'язана з формою Землі та її розмірами, початком координат і початком висот;

- масштаб – число, яке показує, у скільки разів відбулося зменшення розмірів земного еліпсоїда до розміру його моделі (це так званий головний масштаб, однак під час переходу від сферичної поверхні еліпсоїда до площини (карти) він не може бути збережений у всіх місцях карти);

- картографічну проєкцію – математично визначений спосіб зображення поверхні земного еліпсоїда на площині (сфероїдальну поверхню земного еліпсоїда неможливо зобразити на площині без спотворень).

2. Картографічне зображення є основною частиною карти. Це відомості про об'єкти та явища, зображені на карті. Для їх передачі застосовуються умовні позначення, які поділяються на площинні, лінійні та позамасштабні. Картографічне зображення загально-географічної карти містить 7 елементів: рельєф, гідромережа, рослинний й ґрунтовий покрив, населені пункти, шляхи

сполучення й засоби зв'язку, кордони і межі, об'єкти господарства та соціальної сфери. Воно повинно відповідати двом вимогам – геометричній точності та географічній відповідності.

3. До елементів оснащення належить назва карти, її легенда, рамки, картографічна (чи кілометрова) сітка, записи масштабу. Легенда карти – це зведення використаних картографічних позначень із необхідними до них поясненнями, а також графіки для вимірювання за картами – відстаней, кутів чи напрямів, координат, крутизни схилів.

4. До елементів додаткової характеристики належать текстові (вихідні) дані, карти-врізки, профілі, діаграми, графіки, таблиці тощо.

Елементи оснащення та елементи додаткової характеристики полегшують використання карти. Усі елементи карти об'єднують їхнім компонуванням – визначенням місця кожного елемента щодо інших: рамки відносно території картографування, легенди, допоміжного оснащення та додаткових даних.

3.3 Класифікація карт

Різноманітність карт вимагає групування їх за певними ознаками.

За територіальним охопленням: світові, півкуль, Світового океану та його частин, материків та їхніх частин, окремих держав та їхніх частин, міст, сіл, землекористувань.

За тематикою всі географічні карти поділяються так:

1. Загально географічні.

2. Тематичні:

– карти природних явищ: загальні фізико-географічні (ландшафтні та фізико-географічного районування); геологічні (стратиграфічні, тектонічні, неотектонічні, літолого-фаціальні, четвертинних відкладів, гідрогеологічні, корисних копалин, сейсмічні, вулканізму, інженерно-геологічні); геофізичні; геохімічні; рельєфу земної поверхні; кліматичні; океанографічні; гідрологічні; ґрунтові; геоботанічні; зоогеографічні; охорони природи;

– карти соціально-економічних явищ: карти населення, економічні, соціальної інфраструктури, політичні та політико-адміністративні, історичні.

3. За масштабом:

- великомасштабні (1 : 100 000 і більші);
- середньомасштабні (1 : 200 000 до 1 : 1 000 000);
- дрібномасштабні (дрібніші від 1 : 1 000 000).

4. За призначенням географічні карти поділяють так:

- довідкові (інвентаризаційні та оцінки природних умов і ресурсів, інвентаризаційні та оцінки економічних ресурсів, планування й розміщення продуктивних сил, проєктні, оперативно-господарські, навігаційні та дорожні);
- навчальні (науково-довідкові, культурно-освітні, туристські).

Окрім зазначених видів, виділяють типи карт – за широтою теми, прийомами досліджень картографованого явища, характером узагальнення, об'єктивністю та практичною спрямованістю інформації.

3.4 Глобус

Оскільки не можна опуклу поверхню без розривів накласти на площину, на карті земна поверхня зображена зі спотвореннями. Більш точне уявлення про взаємне розташування материків і океанів, річок і гір дає глобус.

Глобус (лат. «globus» – «куля») – кулеподібна модель Землі.

Усі глобуси, як і карти, мають масштаб, який підписується на південній півкулі глобуса. Найменший глобус має масштаб 1 : 83 000 000. На ньому всі об'єкти поверхні Землі зменшені у 83 мільйони разів. Більш чіткі дані можна отримати, якщо вимірювати відстані на глобусі, а не на карті. Це пояснюється тим, що на моделі Землі немає спотворень, як на карті, і найбільш правильно відображений зовнішній вигляд Землі.

Першим глобусом, що зберігся дотепер, вважається глобус, зроблений у 1492 році. На ньому ще немає Америки, його назва: «Земне яблуко» (рис. 3.1).

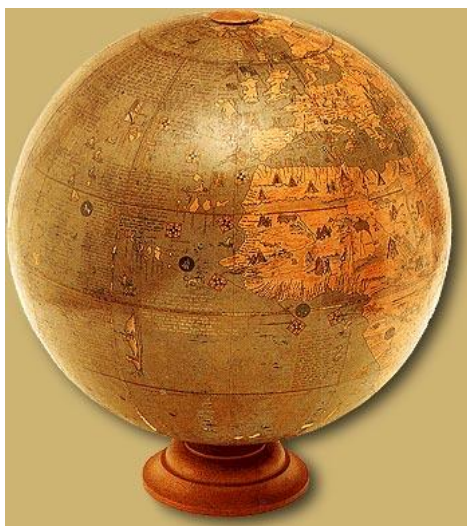


Рисунок 3.1 – Земне яблуко Мартіна Бехайма

«Земне яблуко» – традиційна назва глобуса, створеного під керівництвом Мартіна Бехайма в Нюрнберзі. Напис біля південного полюса говорить, що глобус виготовлений в 1492 році на замовлення міської ради. Але насправді за існуючими документами він був фізично виготовлений у 1493–1494 рр. і міська рада тільки у 1494 р. заплатила за його створення. Цей глобус є найстарішим збереженим до наших днів.

Ягеллонський глобус (лат. «Globus Jagellonicus») – один із найстаріших у світі глобусів і, можливо, найстаріший, на який нанесені контури Америки. Датується приблизно 1510 роком, належав польському астроному Яну Брожеку, був закуплений для Краківської обсерваторії в кінці XVIII століття. Зберігається в музеї Ягеллонського університету Кракова. Вперше описаний в кінці XIX століття польським вченим Тадеушем Естрейхером. До створення Ягеллонського глобуса берега Америки на свої глобуси, мабуть, наносив Вальдзеемюллер, однак його ранні вироби не збереглися.

Великий Готторпський (академічний) глобус-планетарій – перший і колись найбільший в світі глобус-планетарій, діаметром 3,1 метра, пам'ятник науки і техніки I категорії.

Глобус Блау – мідний глобус на круглій дерев'яній підставці, виготовлений на початку 1690-х рр. спадкоємцями відомого амстердамського картографа Віллема Блау для шведського короля Карла XI. Висота глобуса перевищує 2 метри.

Страусине яйце (1504) – один з найстаріших глобусів Америки. Бельгійський колекціонер Штефан Міссіне датує незвичайний артефакт 1504 роком. За його словами, глобус є першим з тих, на яких позначена Америка і який зберігся до наших днів. Глобус Ердапфель («Земляне яблуко»), створений німецьким моряком і картографом Мартіном Бехаймом у 1492 р. ще не містив зображення Америки, Колумб повернувся в Іспанію не раніше березня 1493 року. Найстаршим з відомих глобусів, на які Америка вже нанесена, досі вважається глобус Хант-Ленокс, що датується 1510 роком.

Глобус світу (1982–1987 рр.) тривалий час вважався найбільшим обертовим глобусом. Сьогодні цей рекорд належить глобусу Ерта, відкритому у 1998 році, діаметром 12,5 м і масою 2,5 т. Глобус є сферою в діаметрі 10 м, вагою 30 т, знаходиться в містечку Коломбар, недалеко від м. Апечо, округ Пезаро, Італія. Глобус побудований з дерева, і його розміри дозволяють розмістити всередині 600 осіб на трьох ярусах настилів.

Контрольні запитання

1. Назвіть елементи карти.
2. Які компоненти карти становлять її математичну основу?
3. Для чого слугують допоміжне оснащення та додаткові дані карти?
4. Які види вимірювань можна виконувати на карті?
5. Наведіть класифікацію карт за масштабом, тематикою, призначенням та територіальним охопленням.

ТЕМА 4 ОСНОВИ ТОПОГРАФІЇ

План

- 4.1 Загальні відомості.
- 4.2 Класифікація топографічних карт та їхні масштаби.
- 4.3 Призначення топографічних карт.
- 4.4 Умовні знаки на топографічних картах.
- 4.5 Читання карт.

4.1 Загальні відомості

Топографія – наука, що вивчає географічний та геометричний стан земної поверхні шляхом створення топографічних карт на основі наземних, повітряних і космічних зніманих.

Топографія – розділ геодезії, що вивчає земну поверхню, способи її вимірювання та зображення на плані або карті.

Основні наукові та практичні завдання топографії полягають у:

- розробці та вдосконаленні методів створення топографічних карт;
- способах зображення на карті;
- використанні топографічних карт для виконання практичних і наукових завдань.

Топографічні карти є основою для створення географічних карт.

Топографічні карти – докладні, єдині за змістом, оформленням і математичною основою географічні карти, на яких зображені природні та соціально-економічні об'єкти місцевості з властивими їм якісними та кількісними характеристиками й особливостями розміщення.

Топографічний план – зображення на папері ортогональної проєкції невеликої ділянки місцевості. Плани складаються зазвичай у великих

масштабах; місцеві предмети на них характеризуються переважно детальніше, ніж на картах.

4.2 Класифікація топографічних карт та їхні масштаби

В Україні розрізняють топографічні карти як:

- 1) оглядові (1 : 1 000 000): оглядово-топографічні (масштаб 1 : 500 000, 1 : 200 000);
- 2) топографічні:
 - дрібномасштабні (1 : 100 000);
 - середньомасштабні (1 : 50 000, 1 : 25 000);
 - великомасштабні (1 : 10 000);
- 3) топографічні плани (1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 1 000, 1 : 500).

4.3 Призначення топографічних карт

Топографічні карти необхідні для такого:

- проектно-дослідницьких робіт;
- геологічної розвідки;
- розробки родовищ корисних копалин;
- гідроенергетичного, транспортного будівництва.

Дрібномасштабні топографічні карти (рис. 4.1) застосовують для:

- виконання завдань науково-дослідного та прикладного характеру;
- використання природних ресурсів;
- економічного освоєння території;
- під час генерального проєктування великих промислових комплексів;
- для навігації та інших робіт.

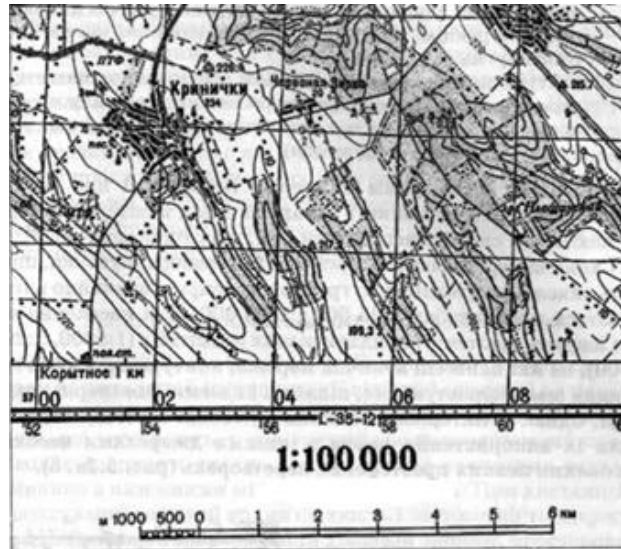


Рисунок 4.1 – Приклад дрібномасштабної топографічної карти

Топографічні карти середніх масштабів (рис. 4.2) використовують для такого:

- попереднього проєктування залізниць та автомобільних доріг;
- проведення геологічних досліджень;
- попередніх розрахунків під час проєктування великих споруд.

Великомасштабні топографічні карти (рис. 4.3) використовують для географічних досліджень території, бо вони містять численну інформацію, якої немає та яка не може бути отримана з літературно-описових джерел.

Топографічний план (рис. 4.4) – зображення на папері ортогональної проєкції невеликої ділянки місцевості. Плани складаються зазвичай у великих масштабах; місцеві предмети на них характеризуються переважно детальніше, ніж на картах.

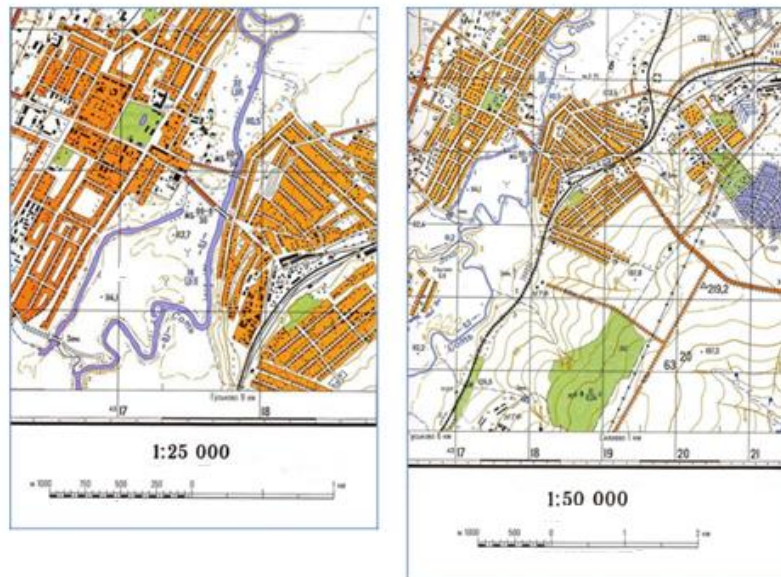


Рисунок 4.2 – Приклад середньомасштабної топографічної карти

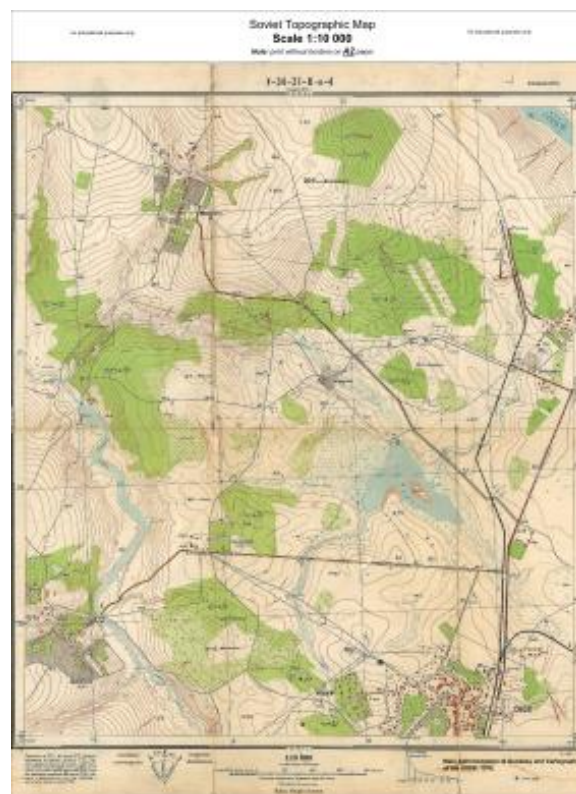
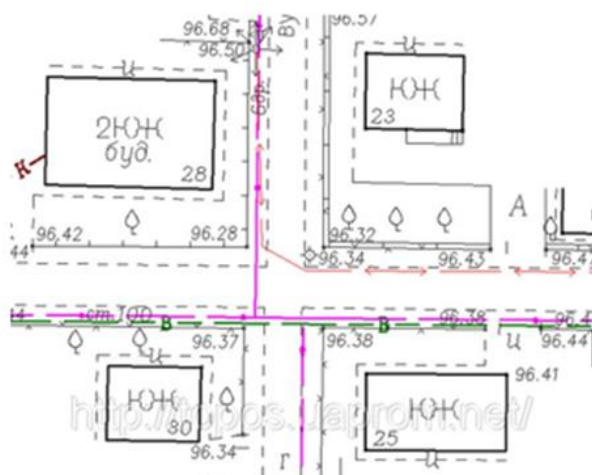


Рисунок 4.3 – Приклад великомасштабної топографічної карти

а



б



Рисунок 4.4 – Приклад топографічного плану:
а – М 1 : 500; б – М 1 : 2 000

4.4 Умовні знаки на топографічних картах

Умовний знак – загальноприйнятий спосіб зображення топографічного елемента на карті.

Умовний знак повинен бути максимально інформативний і зрозумілий користувачам за мінімуму знань.

Умовні знаки поділяють (рис. 4.5) на:

- масштабні;
- позамасштабні;
- лінійні;
- пояснювальні.

Масштабні умовні знаки – знаки, що передають дійсні розміри об'єктів. Вони виражені у масштабі карти.

Складаються масштабні умовні знаки з контуру та позначаються штрихуванням, наприклад, контур лісу чи болота.

Позамасштабні умовні знаки – знаки, що позначають об'єкти, які не виражені в масштабі карти. Схематичні малюнки, геометричні фігури, буквені

символи, такими знаками на карті позначають електростанції, населені пункти, родовища корисних копалин та інші об'єкти.

Лінійні умовні знаки – знаки, що передають лінійні об'єкти (річки, дороги, кордони, лінії зв'язку). До лінійних об'єктів також належать ізолінії.

Пояснювальні умовні знаки – це стрілки, які вказують напрямок течії річки, вітру тощо.

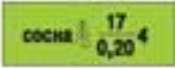
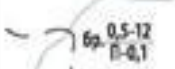
Масштабні	Позамасштабні	Лінійні
 Хвойні ліси  Рідколісся  Піски рівні  Болота непрохідні	 Промислові підприємства з трубами  Вітряки  Церкви  Склади пального	 Лінії зв'язку  Залізниця: одноколіїні  двоколіїні  Постійна берегова лінія морів та озер
Пояснювальні		
 Характеристика деревостою (22 — висота дерев, 0,24 — середня товщина стовбурів, 6 — середня відстань між деревами в метрах)  Броди (0,5 — глибина, 12 — довжина в метрах, П — характер ґрунту дна, 0,1 — швидкість течії в м/с)  Характеристика річок та каналів (137 — ширина, 6,5 — глибина в метрах, П — характер ґрунту дна)		

Рисунок 4.5 – Умовні знаки

4.5 Читання карт

Карта – засіб пізнання, зберігання та передавання просторової інформації.

Читання топографічної карти – процес зорового сприйняття та осмислювання картографічного зображення та отримання з нього цілісного уявлення про місцевість.

Читання карт можна умовно розподілити на два розділи:

– читання зовнішнього позарамкового оформлення;

- читання внутрішнього картографічного змісту.

До позарамкового простору належить все те, що знаходиться від внутрішніх рамок карти до її країв.

Розглядання позарамкового простору здійснюють у такій послідовності:

- розглядання північного й південного боку карти;
- оформлення західного та східного боку карти;
- характеристика зовнішньої хвилинної та внутрішньої рамок, кілометрової сітки та їх оформлення.

Рамка карти – це система ліній, що окреслюють топографічну карту, надають їй завершеного вигляду, несуть інформаційне навантаження, що дозволяє визначати планові координати об’єктів.

Кожен аркуш топографічної карти обмежований лініями, що утворюють рамку топографічної карти, яка, зі свого боку, складається з таких компонентів:

1. Зовнішньої рамки – широкої лінії, яка надає карті закінченого вигляду й ніби відокремлює її поле від позарамкового оформлення. Проводиться паралельно до внутрішньої рамки. Зовнішня рамка має вигляд потовщеної лінії. На картах останніх років видань вона складає одне ціле з мінутною рамкою.

2. Внутрішньої рамки – рамки, яка обмежує зображення місцевості на карті. Має вигляд тонкої лінії. Північна та південна сторони рамки – відрізки паралелей, східна й західна – відрізки меридіанів, значення яких визначається загальною системою розграфлення топографічних карт. Значення довготи меридіанів і широти паралелей, що обмежують аркуш карти, підписуються біля кутів рамки: довгота на продовженні меридіанів, широта на продовженні паралелей.

3. Хвилинної рамки – рамки топографічної карти, на якій показані виходи меридіанів і паралелей через певну кількість хвилин. Розташовується між внутрішньою та зовнішньою рамками. Внутрішня решітка – трапеція з вертикальних і горизонтальних ліній, утворена меридіанами й паралелями відповідно. Мінуту широти та довготи почергово позначаються двома паралельними лініями й однією жирною. Зі свого боку, кожна хвилина широти й

довготи поділена точками на шість однакових частин, по 10" (секунд) у кожній. Кількість хвилинних відрізків на північній і південній сторонах рамки дорівнює різниці значень довготи західної та східної сторін. На західній і східній сторонах рамки кількість відрізків визначається різницею значень широти північної та південної сторін.

Читання внутрішнього картографічного змісту виконують у такій послідовності:

- населенні пункти;
- дорожня мережа;
- гідрографія;
- рельєф;
- ґрунтово-рослинний покрив.

Посередині та вище зовнішньої рамки карти розміщена номенклатура карти N-361-Б. Праворуч від номенклатури в дужках вказаний головний пункт (головний об'єкт змісту карти).

Як головний пункт використовуються:

- населені пункти;
- висоти;
- озера;
- інші об'єкти, що мають головне значення для листа карти.

Посередині південної рамки розташовується чисельний, іменований або лінійний масштаб.

Ліворуч від чисельного масштабу – схема відмінювання та зближення меридіанів.

Праворуч – графік закладень.

Західна рамка. Паралельно до рамки можуть бути нанесені мітки бригад, що виконували друк накладу. Мітки мають вигляд кольорових точок.

Східна рамка вільна від оформлення.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення топографії.
3. Чим топографічна карта відрізняється від топографічного плану?
4. Надайте класифікацію топографічних карт.
5. Наведіть класифікацію умовних знаків для топографічних карт.
6. Як правильно читати топографічну карту?

ТЕМА 5

ГЕОГРАФІЧНІ КООРДИНАТИ ТА КООРДИНАТНА СІТКА

План

5.1 Географічні полюси.

5.2 Географічні координати та координатна сітка.

5.1 Географічні полюси

Земля безперервно обертається в напрямку із заходу на схід. Діаметр, навколо якого відбувається обертання Землі, називається віссю обертання Землі. Ця вісь перетинається з поверхнею Землі у двох точках, які називаються географічними полюсами: Північним і Південним (рис. 5.1). Північним називається той полюс, в якому, якщо дивитися на нього зверху, обертання Землі спрямовано проти годинникової стрілки. Протилежний полюс називається Південним.

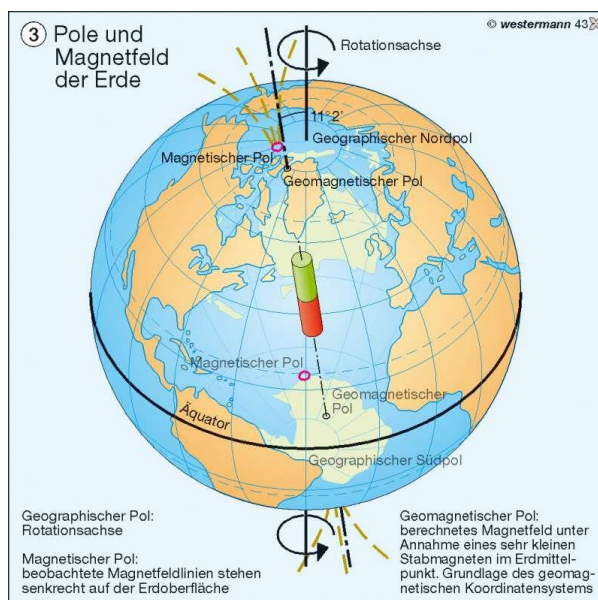


Рисунок 5.1 – Обертання землі. Географічні полюси

Магнітний полюс – умовна точка на земній поверхні, в якій силові лінії магнітного поля Землі спрямовані під кутом 90° до поверхні (рис. 5.2).

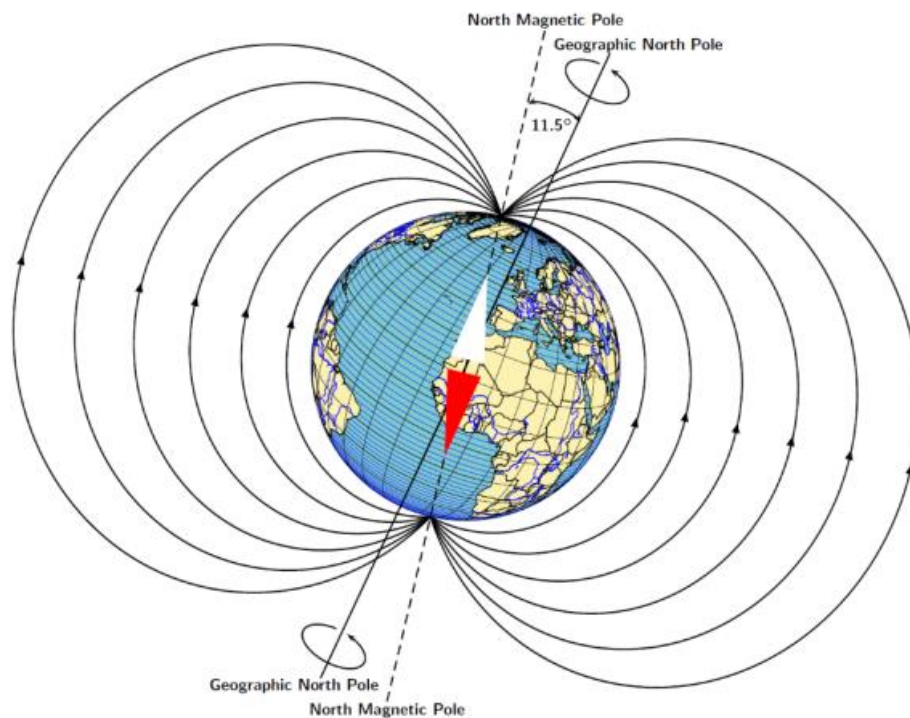


Рисунок 5.2 – Магнітні полюси Землі

Відкрив відхилення магнітної стрілки від лінії північ – південь китайський вчений XI століття Шень Гуа. Значення різниці вказується на кожному аркуші топографічної карти. Східне схилення вводиться зі знаком плюс, а західне – зі знаком мінус.

Геоманітна інверсія – зміна магнітного поля Землі, під час якого відбувається зміна магнітних полюсів (не плутати з географічним північним і південним полюсом) – південний геоманітний полюс стає північним і навпаки.

5.2 Географічні координати та координатна сітка

Через будь-яку точку на земній кулі можна провести безліч великих і малих кіл.

Великим називається коло, утворене на земній поверхні площиною перетину, що проходить через центр Землі.

Малим називається коло, утворене на земній поверхні площиною перетину, що не проходить через центр Землі.

Велике коло, площина якого перпендикулярна осі обертання Землі, називається **екватором** (рис. 5.3).

Мале коло, площина якого паралельна площині екватора називається **паралеллю** (рис. 5.3).

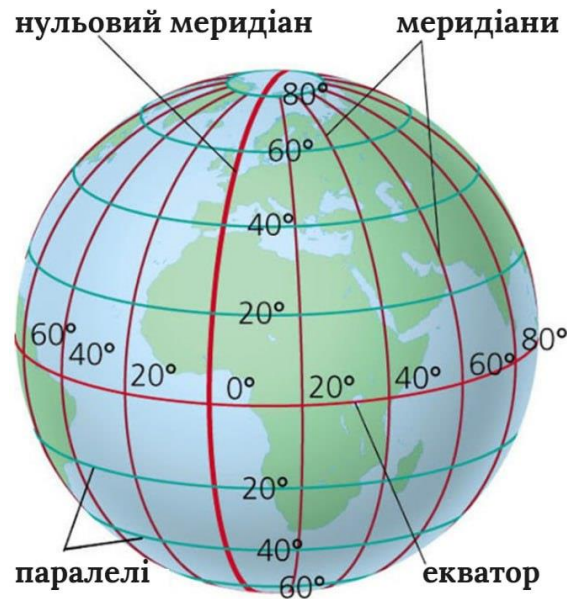


Рисунок 5.3 – Координатна сітка

Меридіан, що проходить через Гринвіцьку астрономічну обсерваторію, що знаходиться в Англії поблизу Лондона, обраний за міжнародною угодою в якості початкового (нульового) меридіана.

До того як затвердили гринвіцький нульовий меридіан (1884 р.), у різні епохи та країнах використовували різні «нульові» меридіани, які зазвичай проходили через важливі міста або обсерваторії (табл. 5.1) [1].

Основні нульові меридіани минулого:

1. Ферро (Ель-Єрро) – Канарські острови. Використовувався у Європі з XVII століття. Вважався крайнім заходом відомого світу.

2. Паризький меридіан – Франція. Широко застосовувався у французькій картографії та науці до кінця XIX століття.

3. Римський меридіан. Використовувався в античності та в епоху Римської імперії. Олександрійський меридіан. Застосовувався давньогрецькими вченими (зокрема Птоломеем).

4. Пулковський меридіан – Російська імперія. Проходив через Пулковську обсерваторію під Санкт-Петербургом, використовувався у російській геодезії та картографії.

5. Берлінський меридіан. Використовувався на німецьких землях.

6. Мадридський меридіан. Застосовувався в іспанських картах.

7. Вашингтонський меридіан. Використовувався США у XIX столітті.

Їх було так багато тому, що кожна країна орієнтувалася на свою обсерваторію та не існувало єдиної міжнародної системи координат.

Таблиця 5.1 – Періоди використання нульових меридіанів в різних країнах світу

Нульовий меридіан	Країна / регіон	Період використання
Олександрійський	Стародавній Єгипет, античний світ	II ст. до н. е. – II ст. н. е.
Римський	Римська імперія	I ст. до н. е. – V ст. н. е.
Ферро (Ель-Йерро)	Європа (умовно)	XVII–XIX ст.
Паризький	Франція	XVII ст. – 1884 р.
Берлінський	Німеччина	XVIII–XIX ст.
Мадридський	Іспанія	XVIII–XIX ст.
Пулковський	Російська імперія	XIX ст. – початок XX ст.
Вашингтонський	США	XIX ст.
Гринвіцький	Велика Британія (міжнародний)	із 1884 р. – дотепер

Площина екватора і площина початкового меридіана є основними площинами, від яких починається відлік географічних координат.

Координатна сітка – це система ліній, що взаємно перетинаються на карті або глобусі, призначена для визначення положення об'єктів на поверхні Землі.

Основні елементи координатної сітки:

1. Паралелі – лінії, паралельні екватору; використовуються для відліку географічної широти.

2. Меридіани – лінії, що з'єднують Північний та Південний полюси; використовуються для відліку географічної довготи.

Основні характеристики координатної сітки:

- заснована на перетині паралелей та меридіанів;
- дозволяє точно визначати координати будь-якої точки Землі;
- використовується на глобусах, картах та в геоінформаційних системах (ГІС).

Призначення координатної сітки:

- визначення розташування географічних об'єктів;
- орієнтування;
- навігація (морська, авіаційна, космічна);
- виконання геодезичних та картографічних робіт.

Площина екватора і площина початкового меридіана є основними площинами, від яких починається відлік географічних координат.

Географічні координати – це кутові величини, що визначають положення заданої точки на поверхні земного еліпсоїда.

Координатами точки на земній поверхні є:

- географічна широта;
- географічна довгота.

Географічна широта (рис. 5.4) – довжина дуги меридіана, що виражена в градусах, між екватором і паралеллю заданої точки.

Географічна широта вимірюється від екватора на північ і південь від 0° до 90° .

Північна широта вважається позитивною, а південна – негативною. Всі точки, що лежать на одній паралелі, мають однакову широту.

Географічна довгота (рис. 5.4) – довжина дуги екватора, виражена в градусах, між початковим меридіаном і меридіаном заданої точки.

Довгота вимірюється в градусах. Відлік ведеться від початкового меридіана на схід і захід від 0° до 180° .

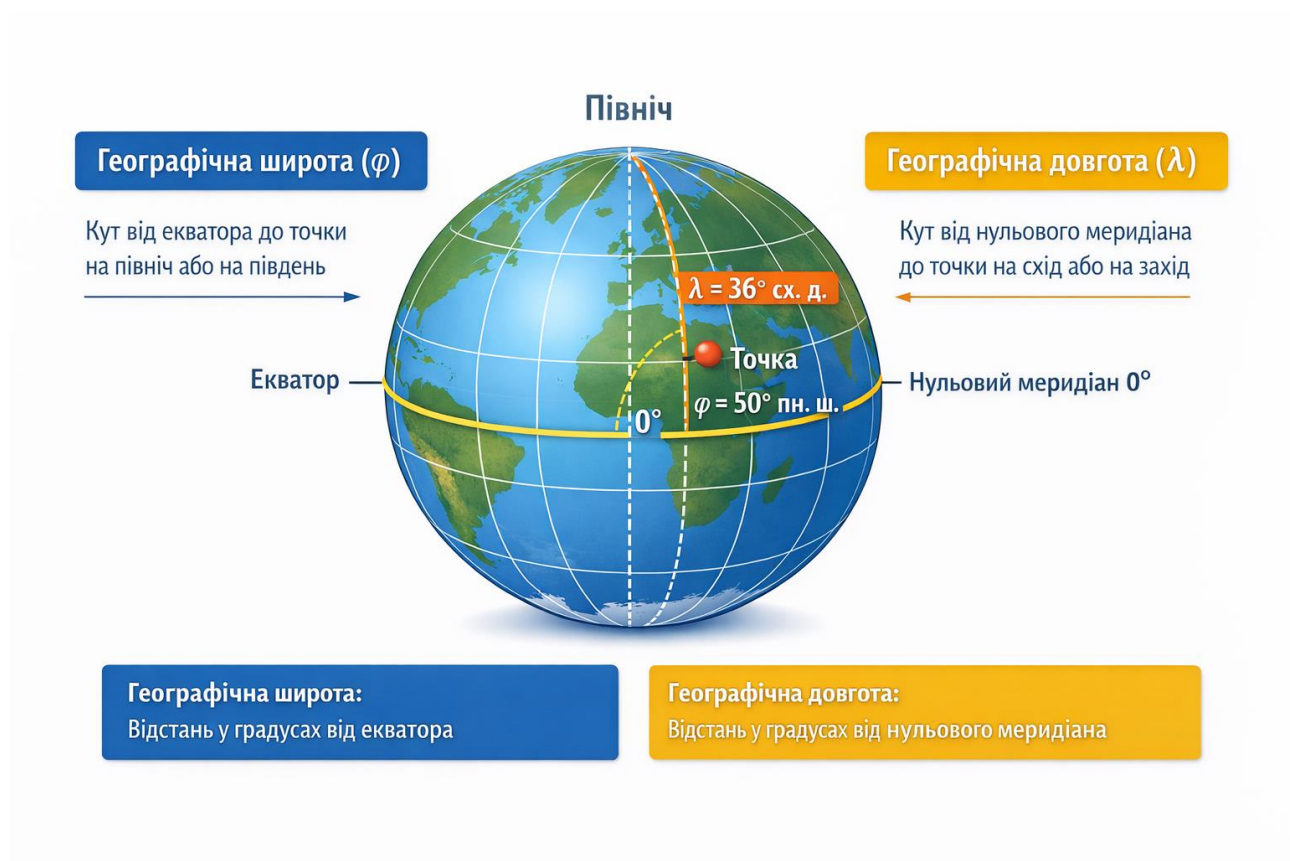


Рисунок 5.4 – Визначення географічних координат

Довгота, яка відлічується на схід, називається східною і вважається позитивною. Довгота, яка відлічується на захід, називається західною і вважається негативною. Всі точки, що лежать на одному меридіані, мають одну і ту ж довготу.

Приклад: Харків має такі географічні координати: **49°59' пн. ш., 36°14' сх. д.**

У десяткових градусах (якщо потрібно для ГІС): **49,99° N, 36,23° E.**

Географічні координати (градуси, мінути, секунди) мають таку форму запису: 49°59'30" пн. ш., 36°14'45" в. буд.

Особливості:

- засновані на градусній мірі ($^{\circ}$ ' ");
- традиційна форма у географії, картографії, підручниках;
- зручні для читання на паперових картах та глобусах;
- використовують позначення сторін світу (півн. ш., пд. ш., сх. д., з. д.).

Плюси: наочність, звичність.

Мінуси: незручні для обчислень та цифрової обробки.

Десяткові координати мають таку форму запису: 49,991 7° N, 36,245 8° E.

Особливості:

- ті ж координати, але виражені у десятковій формі;
- широко застосовуються у ГІС, GPS, навігації, програмуванні;
- легко обробляють комп'ютерами;
- не використовують мінути та секунди.

Плюси: точність, зручність розрахунків, стандарт для цифрових систем.

Мінуси: менш наочні для навчальних карток.

Контрольні запитання

1. Як обертається Земля?
2. У чому відмінність між географічними та магнітними полюсами?
3. Що називають географічними координатами?
4. Як визначають географічні координати?
5. Які особливості мають географічні координати?

ТЕМА 6 СИСТЕМИ КООРДИНАТ

План

- 6.1 Визначення географічних координат за картою.
- 6.2 Визначення прямокутних координат за картою.
- 6.3 Зональна система прямокутних координат Гауса – Крюгера.

6.1 Визначення географічних координат за картою

На топографічних картах зазвичай подані обидві системи координат. Географічна система координат (градусна сітка) подана двома меридіанами (західними та східними) і двома паралелями (південною та північною), що обмежують малюнок карти. У лівому нижньому кутку, де перетинається західний географічний меридіан із південною географічною паралеллю наведені чисельні значення координат φ і λ у градусах, хвилинах і секундах, обрані за початок звіту для цієї карти (рис. 6.1).

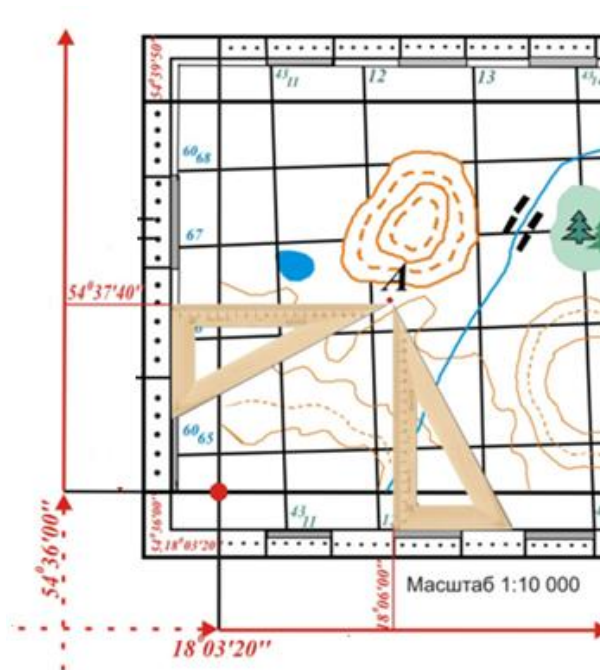


Рисунок 6.1 – Географічні координати на карті

Подальший відлік за рамковою шкалою, що розділена на мінути (чергування білих і чорних відрізків) і секунди (чорні точки, які ділять хвилину на 6 частин по 10 секунд).

Для визначення широти необхідно за допомогою трикутника опустити перпендикуляр із точки А на градусну рамку на лінію широти та прочитати праворуч або ліворуч за шкалою широти, відповідні градуси, мінути та секунди (рис. 6.2).

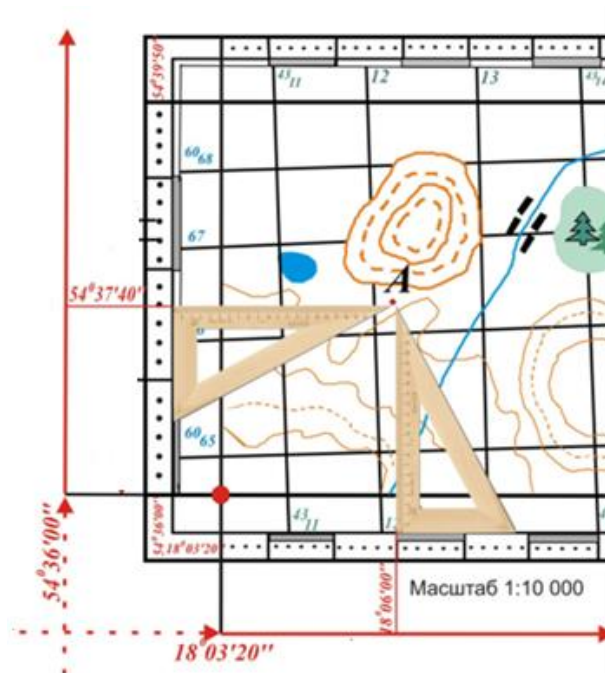


Рисунок 6.2 – Визначення широти

Для визначення довготи необхідно за допомогою трикутника опустити перпендикуляр із точки А на градусну рамку лінії довготи та прочитати зверху чи знизу відповідні градуси, мінути, секунди (рис. 6.3).

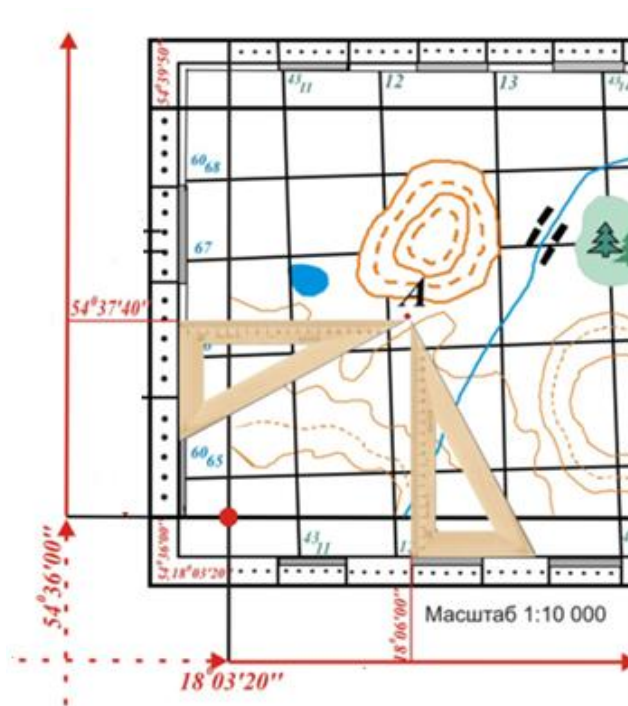


Рисунок 6.3 – Визначення довготи

Рамками листів топографічних карт є меридіани й паралелі. Широти південної та північної рамок і довготи західної та східної рамок підписують у кутах рамок листа карти. Різниця широт і довгот рамок або розміри рамок листів топографічних карт постійні для кожного масштабу (табл. 6.1).

Таблиця 6.1 – Розміри рамок

Масштаби	Розміри рамок	
	за широтою, ϕ	за довготою, λ
1 : 1 000 000	4°	6°
1 : 500 000	2°	3°
1 : 200 000	40′	1′
1 : 100 000	20′	30′
1 : 50 000	10′	15′
1 : 25 000	5′	7,5′
1 : 10 000	2,5′	3,75′

6.2 Визначення прямокутних координат за картою

Прямокутна система координат заснована на визначенні точки на площині відносно двох координатних осей – X та Y.

Для визначення прямокутних координат точки (X, Y) за картою необхідно з допомогою трикутника опустити перпендикуляри з точки A на лінію кілометрової сітки X і Y (рис. 6.4).

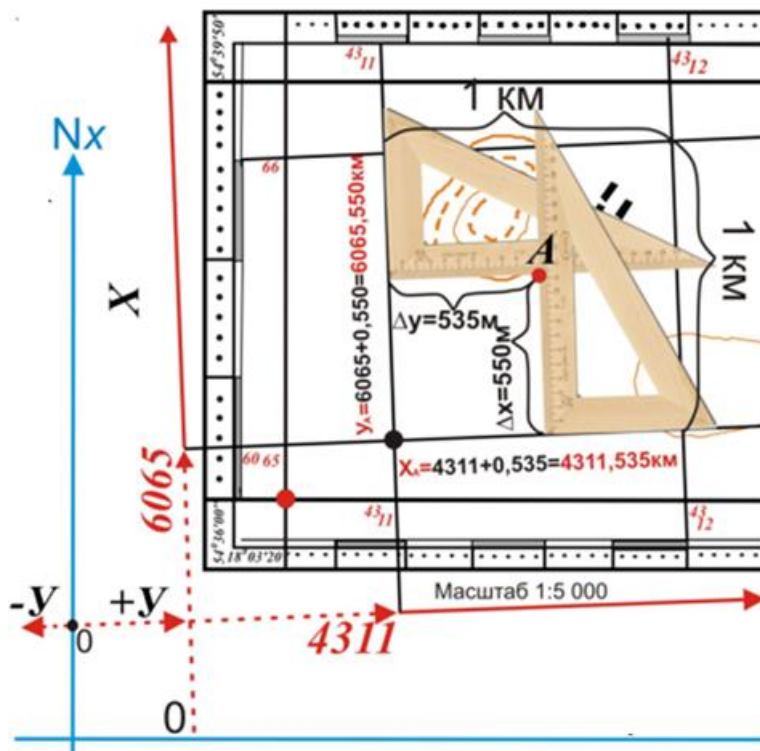


Рисунок 6.4 – Визначення прямокутних координат: $X_A = X_0 + \Delta X$;

$$Y_A = Y_0 + \Delta Y$$

6.3 Зональна система прямокутних координат Гауса – Крюгера

У картографії та топографії використовують дві системи прямокутних координат: умовну й зональну Гауса – Крюгера.

Умовна прямокутна система координат використовується:

- на топографічних планах;
- для невеликих ділянок місцевості;
- коли кривизну Землі можна не враховувати.

Початок координат умовний, осі зазвичай:

- X – на північ;
- Y – на схід.

Умовну (місцеву або довільну) систему прямокутних координат застосовують під час точних знімів невеликих ділянок місцевості, рівневу поверхню яких можна вважати площиною, тобто знімати без урахування кривизни Землі.

Для обробки й нанесення на план результатів польових вимірювань доцільно використовувати прямокутні координати, оскільки лінійні величини (кілометр, метр, сантиметр) відкладати зручніше й точніше, ніж градусні (градус, хвилина, секунда) у географічній системі координат.

Зональна система прямокутних координат Гауса – Крюгера використовується:

- на топографічних картах;
- для великих територій;
- з урахуванням кривизни Землі.

Територія поділяється на зони (зазвичай по 6° довготи), координати обчислюються в поперечно-циліндричній проєкції.

Зональна система прямокутних координат завдячує своєю назвою німецькому математику К. Гаусу (1777–1855), який розробив теорію поперечно-циліндричної рівнокутної проєкції для використання її у цій системі, та німецькому астроному й геодезисту С. Крюгеру, продовжувачу роботи Гауса.

Особливістю зональної системи Гауса – Крюгера є те, що земну поверхню умовно поділяють уздовж меридіанів на 60 зон по 6 градусів кожна. Відлічують зони від гринвіцького меридіана на схід.

Для зображення кожної зони проєкції Гауса земний еліпсоїд проєктують на циліндр (рис. 6.5), вісь якого перпендикулярна до осі обертання Землі, а бічна поверхня дотикається до осьового меридіана кожної зони. У результаті отримують плоске зображення $1/60$ частини земної поверхні, яка називається

геодезичною зоною. Уся поверхня земної кулі має вигляд шістдесяти таких зон, дотичних по екватору (рис. 6.6).

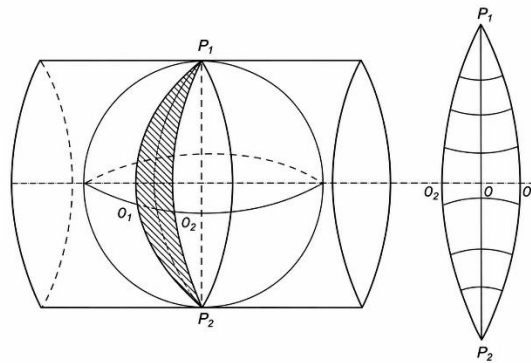


Рисунок 6.5 – Схема проєктування земного еліпсоїда на циліндр

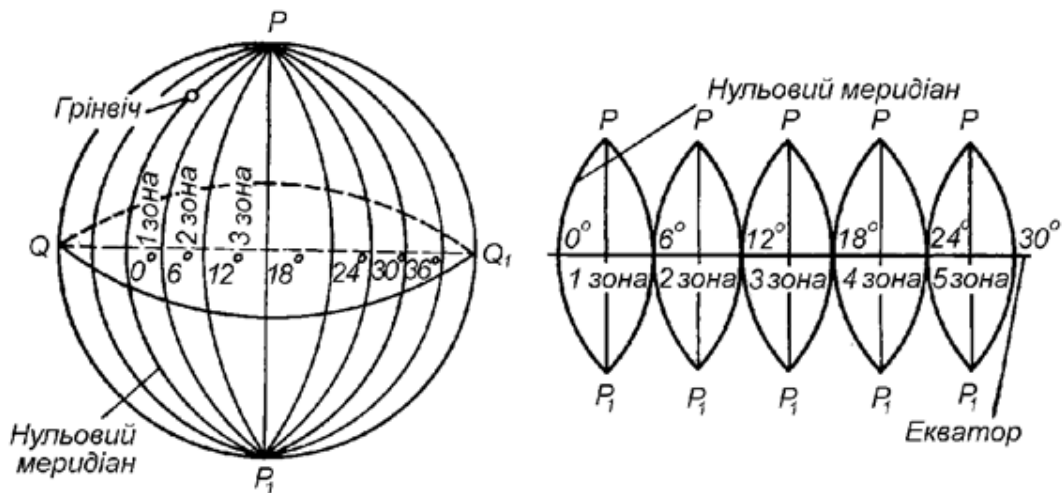


Рисунок 6.6 – Зональна система прямокутних координат Гауса – Крюгера

Координатні зони – частини земної поверхні, обмежені меридіанами з довготою, кратною 6° . перша зона обмежена меридіанами 0° (гринвіцький меридіан) і 6° , друга – 6° і 12° , третя – 12° і 18° тощо. Рахунок зон йде із заходу на схід. Всі топографічні карти в межах заданої зони мають загальну систему прямокутних координат. Початком координат у кожній зоні слугує точка перетину середнього (осьового) меридіана зони з екватором, середній меридіан зони відповідає осі абсцис, а екватор – осі ординат.

У геодезії умовно прийнято вважати ординату меридіану осі в кожній зоні рівною 500 000 м.

Це дозволяє:

- уникнути негативних значень ординат у кожній зоні;
- привести до збільшення значень ординат зліва направо.

У кожній з 60-ти зон, на які поділена земна поверхня можуть зустрічатися однакові координати. Тому попереду ординат прийнято вказувати номер зони.

Приклад: координати, що знаходяться в 12 зоні – $X = 5\,986\,325,0$; $Y = 12\,316\,175,0$.

Для визначення та нанесення точок за прямокутними координатами на топографічні карти наноситься координатна (кілометрова) сітка.

Координатна сітка – сітка квадратів, що утворена лініями, паралельними осям X та Y .

На картах масштабу $1 : 500\,000$ і $1 : 1\,000\,000$ дається картографічна сітка паралелей і меридіанів, а на картах масштабу $1 : 10\,000$ – $1 : 200\,000$ – координатна сітка, або кілометрова, оскільки лінії її проводяться через ціле число кілометрів (1 км у масштабі $1 : 10\,000$ – $1 : 50\,000$, 2 км у масштабі $1 : 100\,000$, 10 км у масштабі $1 : 200\,000$) (табл. 6.2).

Таблиця 6.2 – Частота кілометрової сітки для карт масштабу

Масштаби	На карті, см	На карті, км
1 : 1 000 000	Кілометрова сітка не наноситься	
1 : 500 000		
1 : 200 000	5	10
1 : 100 000	2	2
1 : 50 000	2	1
1 : 25 000	4	1
1 : 10 000	10	1

Підписи горизонтальних ліній відповідають відстані в кілометрах від екватора, а вертикальних – їхнім наведеними ординатам (перша цифра позначає номер зони, а наступні – ординату лінії плюс 500 км) (рис. 6.7).

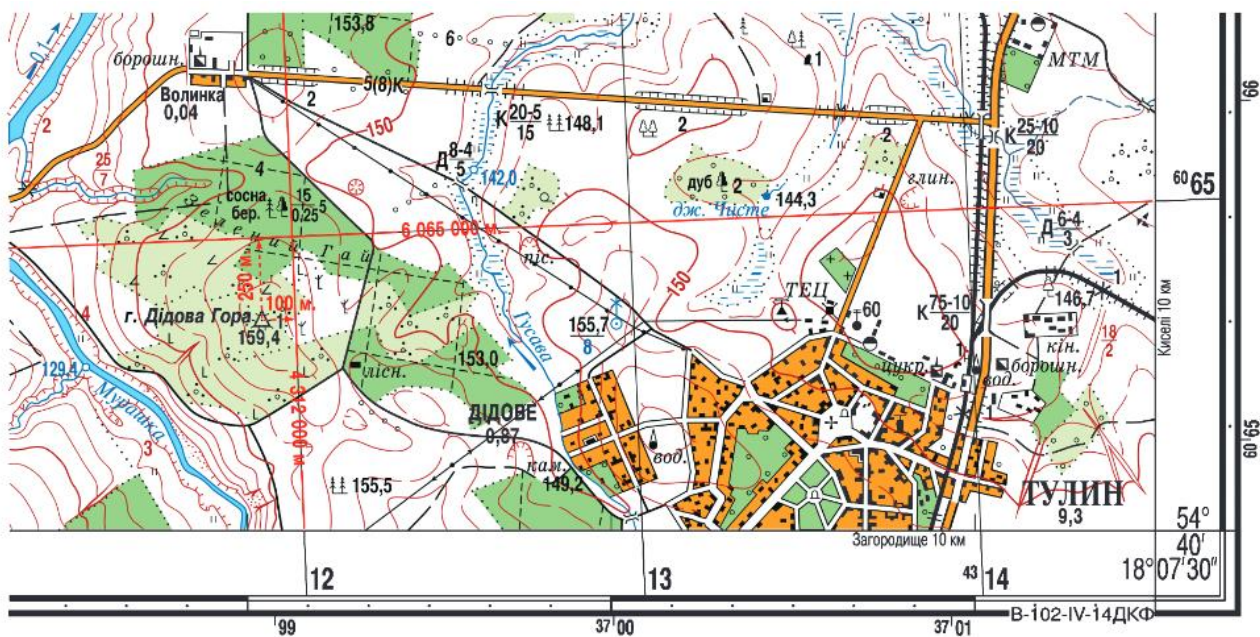


Рисунок 6.7 – Координатна сітка

У картографії також застосовують державні геодезичні системи координат (наприклад, УСК-2000, UTM).

Контрольні запитання

1. Як визначаються за картою географічні координати?
2. Як визначаються за картою прямокутні координати?
3. Опишіть зональну систему прямокутних координат Гауса – Крюгера.
4. Де використовується прямокутна система координат?
5. Що таке координатна сітка та як вона утворена?

ТЕМА 7

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КАРТОГРАФІЧНІ ПРОЄКЦІЇ

План

- 7.1 Класифікація картографічних проєкцій за видом допоміжної геометричної поверхні.
- 7.2 Класифікація картографічних проєкцій за різновидом спотворень.
- 7.3 Класифікація змішаних картографічних проєкцій.
- 7.4 Поняття про еліпс спотворень.

Картографічною проєкцією називаються математичні способи зображення на площині земної поверхні.

Для кожної карти повинна бути підібрана проєкція, яка забезпечить використання цієї карти за призначенням. Під час вибору проєкцій велике значення має характер і розподіл спотворень та вид картографічної сітки. Умови для побудови картографічної сітки можна змінювати, а відповідно їй створювати різні за видом і властивостями спотворення картографічні проєкції.

Географічне положення певних точок земної поверхні визначається, як відомо, їхніми координатами. Тому математична задача побудови картографічного зображення полягає у проєктуванні на площину (карту) кулястої поверхні Землі за умови суворого дотримання однозначної відповідності між координатами точок на земній поверхні й координатами їхнього зображення на карті.

У картографічній проєкції меридіани та паралелі зображуються системою прямих або плоских кривих ліній. Основою будь-якої картографічної проєкції є той чи інший спосіб зображення градусної сітки.

7.1 Класифікація картографічних проєкцій за видом допоміжної геометричної поверхні

Залежно від способів перенесення градусної сітки з глобуса на площину є такі картографічні проєкції: азимутальні, циліндричні, конічні (рис. 7.1).

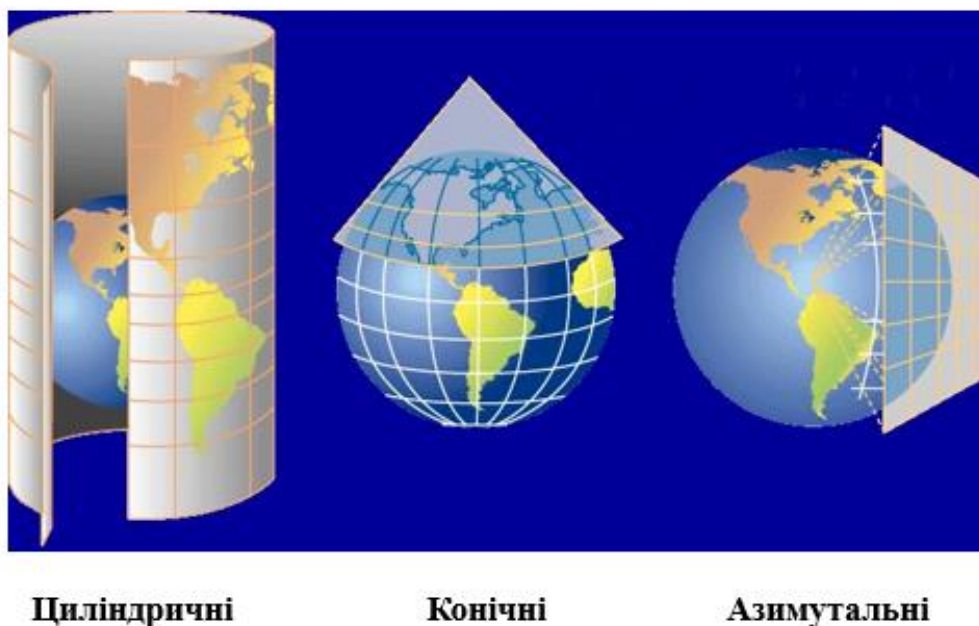


Рисунок 7.1 – Класифікація картографічних проєкцій за видом допоміжної геометричної поверхні

Проектування глобуса на бічні поверхні циліндра дасть циліндричну проєкцію. Спотворення обрисів земної поверхні у разі циліндричної проєкції збільшується в міру віддалення від екватора до полюсів. Тому вона зручна для зображення країн, розташованих поблизу екватора. Меридіани й паралелі в цій проєкції є паралельними лініями, які перетинаються під прямим кутом.

Циліндричні проєкції можуть бути **нормальні**, коли вісь циліндра збігається з віссю обертання Землі (рис. 7.2, а, б), **поперечні** – вісь циліндра лежить у площині екватора (рис. 7.2, в) і **скошені** – вісь циліндра складає з віссю обертання Землі деякий кут α (рис. 7.3, г).

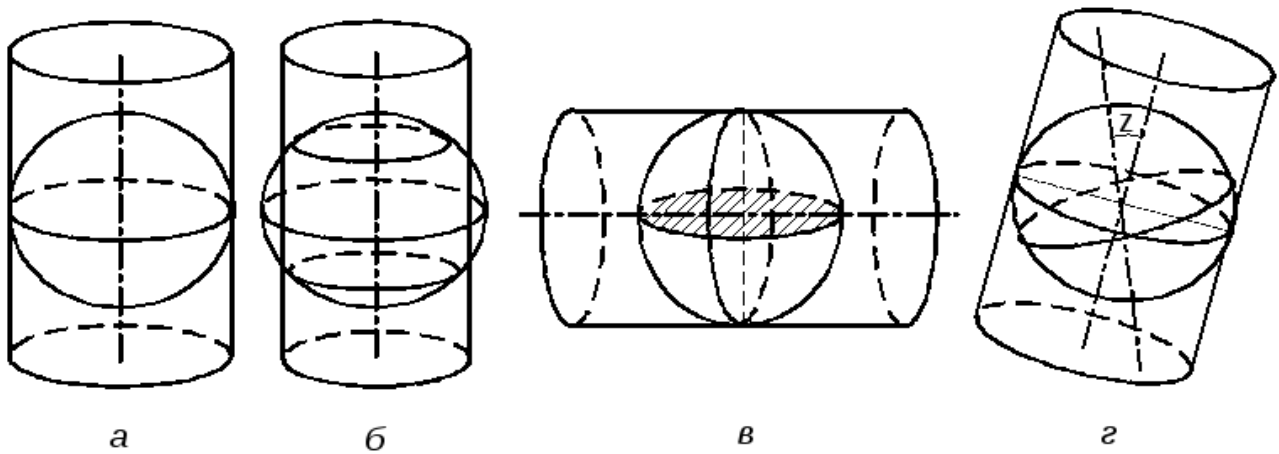


Рисунок 7.2 – Утворення циліндричних проєкцій

Під час проєктування глобуса на екран, розміщений біля Північного або Південного полюсів, одержують **азимутальну полярну (нормальну) проєкцію** (рис. 7.3, а, б). Картинна площина дотикається до поверхні еліпсоїда у точці полюса або перпендикулярно до осі обертання Землі (рис. 7.4, б). Така проєкція дає правильне уявлення про полярні області. Спотворення на цих картах збільшуватиметься в міру віддалення від полюса.

Якщо прикласти екран до екватора глобуса та спроектувати кожну його точку, ми матимемо карту в **азимутальній екваторіальній (поперечній) проєкції**. Картинна площина дотикається до поверхні еліпсоїда на екваторі, а нормаль у точці дотику лежить у екваторіальній площині (рис. 7.3, в). У цій проєкції будують карти півкуль.

Скошені азимутальні проєкції, коли картинна площина дотикається до поверхні еліпсоїда в точці, розташованій між полюсами й екватором, а нормаль у точці дотику утворює з віссю обертання Землі деякий кут z (рис. 7.3, г).

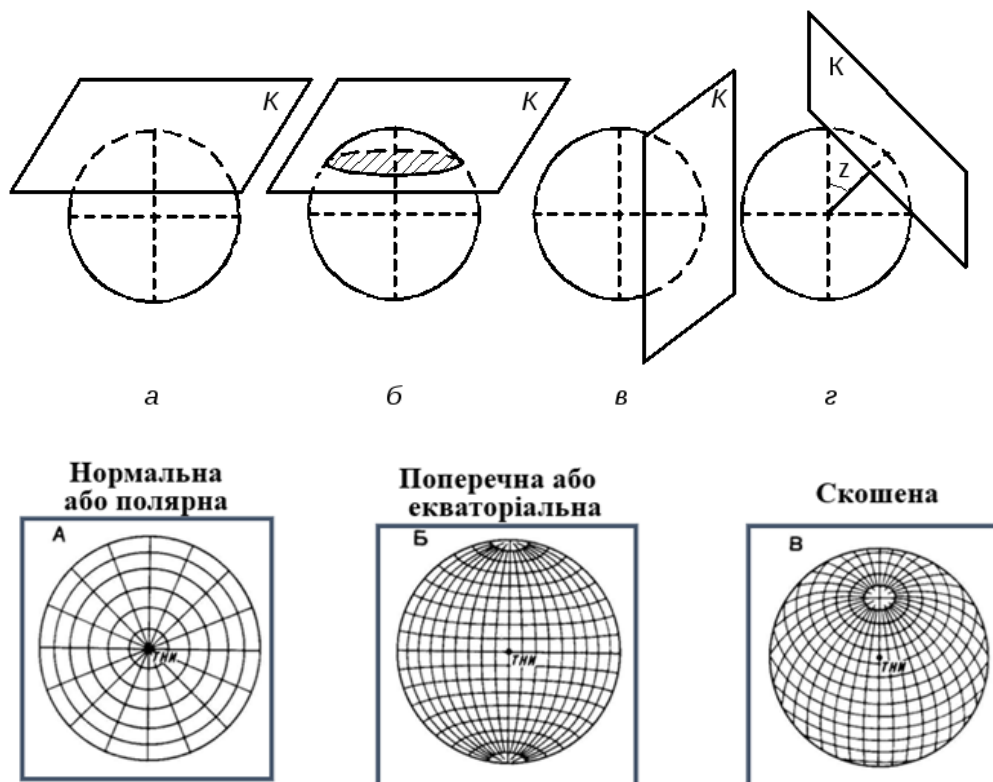


Рисунок 7.3 – Азимутальні проєкції

У конічній проєкції меридіани зображуються прямими, що сходяться в полюсі проєкції під кутом (рис. 7.4).

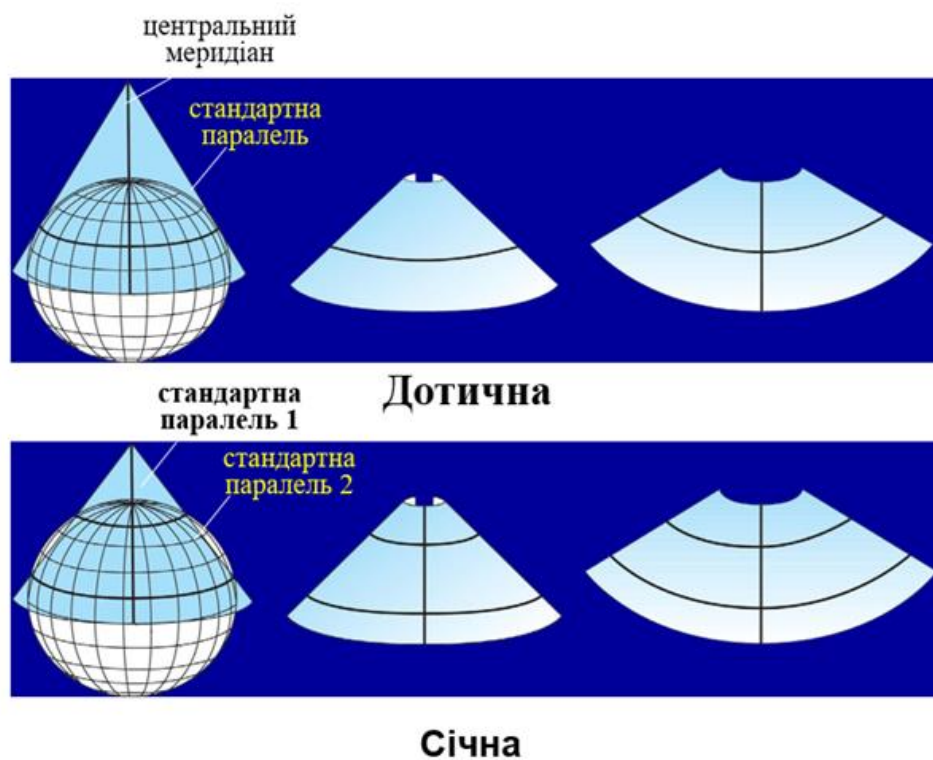


Рисунок 7.4 – Конічні проєкції

7.2 Класифікація картографічних проєкцій за різновидом спотворень

На всіх географічних картах завжди є лінійні спотворення, і масштаб є величиною змінною, що змінюється зі зміною місця і напрямку. Наявність спотворень довжин ліній призводить до спотворення довжин, кутів, площ і форм. Спотворення зростають зі збільшенням розмірів картографування території і в міру віддалення від точок і ліній нульових спотворень.

Спотворення на картах можуть бути визначені за допомогою:

- вимірювань по карті з подальшими обчисленнями;
- макетів карт з ізоколами;
- номограм і таблиць.

Спотвореннями називаються порушення геометричних властивостей ділянок земної поверхні та розташованих на них об'єктів під час їх зображення на площині.

У загальному випадку під час зображення поверхні еліпсоїда або кулі на площині спотворенню підлягають кути, лінії та площі, в окремих випадках кути та площі не спотворюються.

Про характер і величину спотворень на карті можна говорити, порівнюючи картографічну сітку з градусною сіткою глобуса.

На глобусі всі меридіани, паралелі розміщені на однаковій відстані один від одного. Тому всі клітинки градусної сітки між двома сусідніми паралелями мають на глобусі однакову форму й розміри, а осередки між меридіанами звужуються та зменшуються за величиною на північ і південь від екватора.

Тому ознаками спотворення карт є неоднакова форма й різні осередки між суміжними паралелями (спотворення площі), різні за величиною відрізки меридіанів між паралелями (спотворення довжини ліній і неоднаковий масштаб у різних частинах карти), відхилення від прямого кута величини кутів між меридіанами й паралелями на карті (кутові спотворення).

Спотворення довжин – базове спотворення. Інші спотворення логічно впливають із нього. Спотворення довжин на карті виражається в тому, що

масштаб довжин на ній змінюється в разі переходу від однієї точки до іншої, а також зі зміною напрямку в цій точці. Унаслідок цього співвідношення лінійних розмірів географічних об'єктів передаються зі спотвореннями. Судити про наявність на карті спотворень довжин можна шляхом порівняння величин відрізків меридіанів між сусідніми паралелями на глобусі та на карті.

Спотворення довжин означає несталість масштабу плоского зображення. Воно проявляється у зміні масштабу від точки до точки, і навіть в одній і тій самій точці залежно від напрямку.

Це означає, що на карті існують два види масштабу:

1. Головний – це масштаб еліпсоїда, розгортанням якого отримана карта. Він підписується на карті. Головний масштаб довжини – відношення, що показує, в скільки разів зменшені лінійні розміри моделі земного еліпсоїда під час їх зображення на карті. Він зберігається тільки в місцях карти, де немає спотворення довжини.

Головним масштабом називають відношення довжини відрізка dL на глобусі, що став підставою для складання карти, до довжини цього самого відрізка dl , на поверхні еліпсоїда:

$$M = \frac{dL}{dl}. \quad (7.1)$$

2. Частковий масштаб – їхнє нескінченне число на карті. Він змінюється не тільки під час переходу від однієї її точки до іншої, але й в одній точці під час зміни напрямку. Таким масштабом називають відношення нескінченно малого відрізка dl , узятого на карті в заданій точці за заданим напрямком, до відповідного нескінченно малого відрізка dl_0 , узятого на поверхні еліпсоїда:

$$\mu = \frac{dl}{dl_0}. \quad (7.2)$$

Відхилення локального масштабу від головного визначається таким відношенням:

$$C = \frac{\mu}{M} = \frac{dl}{dL}. \quad (7.3)$$

Із виразу (2.8) випливає:

- якщо $C = 1$, то локальний масштаб дорівнює головному, й деформацій у заданій точці за заданим напрямком немає;
- якщо $C > 1$, то локальний масштаб більший за головний;
- якщо $C < 1$, то локальний масштаб дрібніший за головний.

Спотворення площ виражається в тому, що масштаб площ у різних місцях карти різний і порушуються співвідношення площ різних географічних об'єктів. Для виявлення спотворення площ необхідно порівняти площі клітинок картографічної сітки, які обмежені сусідніми паралелями (наприклад, екватором і паралеллю із широтою 10° пн. ш. чи 10° пд. ш.). На карті західної та східної півкуль площі цих клітинок однакова.

Спотворення кутів полягає в тому, що кути між напрямками на карті не відповідають горизонтальним відповідним кутам на поверхні земного еліпсоїда (на місцевості). На карті це виражається у відхиленні кута перетину меридіанів із паралелями від прямого. Спотворення кутів зумовлюють спотворення форм географічних об'єктів.

Спотворення форм полягає в тому, що фігури об'єктів на карті не подібні до фігур відповідних об'єктів на поверхні земного еліпсоїда. Наявність спотворень форм встановлюється шляхом порівняння форм клітинок картографічної сітки, обмежених двома сусідніми паралелями.

Усі види спотворень на карті пов'язані між собою. Особливий характер мають зв'язки між спотвореннями площ і спотвореннями кутів. Вони на карті перебувають у протиріччі: зменшення одного веде до збільшення іншого. Немає карти без спотворень, але є карти, на яких одного з видів спотворень немає.

У межах карти величина певного виду спотворень змінюється. Але на карті є точки чи лінії, де спотворень цього виду немає. Такі місця називаються точками чи лініями нульових спотворень.

Залежно від характеру та розмірів спотворень проєкції поділяють на рівнокутні, рівновеликі й довільні (рис. 7.5).

Рівнокутні проєкції (рис. 7.5) зберігають без спотворень кути та форми малих об'єктів, однак у них сильно деформуються довжини ліній і площі об'єктів. За картами, створеними в рівнокутній проєкції, зручно прокладати маршрути суден і літаків, оскільки виміряні на таких картах кути точно відповідають кутам на місцевості, які можуть фіксуватися приладами.



Рисунок 7.5 – Класифікація проєкцій за видами спотворень

Рівновеликі проєкції (рис. 7.5) не спотворюють площ, однак форми об'єктів і кути у них сильно спотворені.

Довільні (рівнопроміжні) проєкції (рис. 7.5) мають усі види спотворень, але вони розподіляються на карті найвлучніше. Наприклад, існують проєкції з мінімальними спотвореннями в центральній частині, зате вони різко зростають на краях карти.

Немає і не може бути проєкції, яка була б одночасно рівнокутною і рівновеликою: ці якості виключають один одного. Чим більше спотворення кутів, тим менше спотворення площ, і навпаки.

Довільні проєкції мають спотворення кутів, площ і довжин, але ці спотворення розподілені по карті, наприклад, так, що мінімальні спотворення є в центральній частині і зростають до країв. Серед довільних проєкцій виділяють рівнопроміжні (equidistant projection), в яких спотворень довжин немає по одному з напрямків: уздовж меридіана або уздовж паралелі.

7.3 Класифікація змішаних картографічних проєкцій

Існують також змішані види проєкцій, а саме псевдоконічні, псевдоциліндричні та поліконічні проєкції.

Псевдоциліндричними називаються такі проєкції, у яких паралелі нормальної сітки зображуються рівнобіжними прямими, а меридіани – кривими лініями, симетричними щодо середнього меридіана, що зображується прямою, перпендикулярною до паралелей. Ці проєкції відрізняються від циліндричних видом меридіанів. У псевдоциліндричних проєкціях ізоколи мають вигляд складних кривих ліній, симетричних щодо екватора й середнього меридіана, до того ж закон зростання перекручувань може бути різним (рис. 7.6).

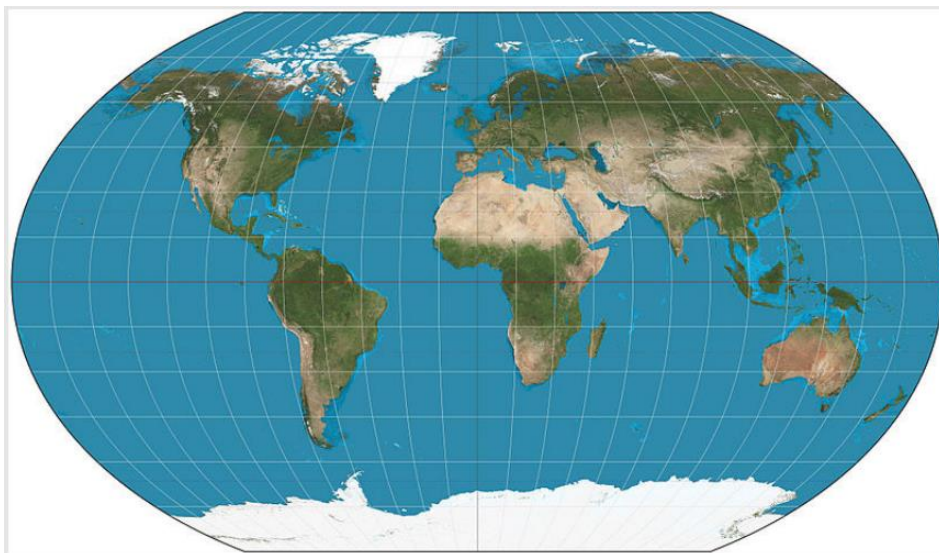


Рисунок 7.6 – Псевдоциліндрична проєкція (Каврайського)

Псевдоконічними називаються такі проєкції, у яких паралелі нормальної сітки зображуються дугами концентричних кіл, а меридіани – кривими лініями, симетричними щодо середнього меридіана, що зображується прямою, перпендикулярною до паралелей. Ці проєкції відрізняються від конічних видом меридіанів. Вигляд картографічної сітки псевдоконічної проєкції показаний на рисунку 7.7.



Рисунок 7.7 – Псевдоконічна проєкція (Бонне)

Поліконічними називаються такі проєкції, у яких паралелі нормальної сітки зображуються різноцентровими колами, а меридіани – кривими лініями, симетричними щодо середнього меридіана, що зображується прямою, перпендикулярною до паралелей (рис. 7.8).

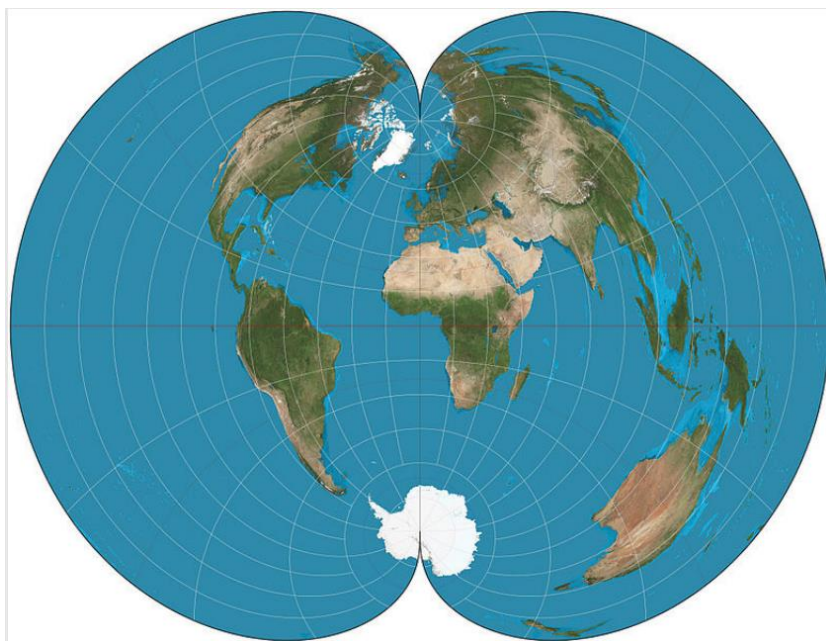


Рисунок 7.8 – Поліконічна проєкція (Хасслера)

Псевдоазимутальні проєкції – проєкції, в яких паралелі є концентричними колами, а меридіани – кривими, що сходяться в точці полюса і симетричні щодо одного або двох прямолінійних меридіанів (рис. 7.9).

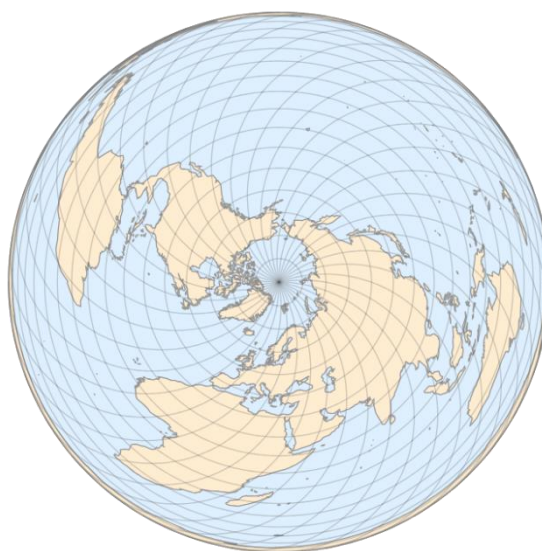


Рисунок 7.9 – Псевдоазимутальна проєкція (Віхеля)

7.4 Поняття про еліпс спотворень

Еліпс спотворення (також індикатриса Тисо) – нескінченно малий еліпс у кожній точці на карті, що є зображенням нескінченно малої окружності на поверхні, за допомогою якого проводиться узагальнена характеристика спотворень картографічних проєкцій (рис. 7.10). У точці нульових спотворень еліпс перетворюється на коло. Зміна форми еліпса відображає ступінь спотворення кутів і відстаней, а розміру – ступінь спотворення площ.

Запропоновано французьким картографом Ніколя Тіссо в середині XIX століття.

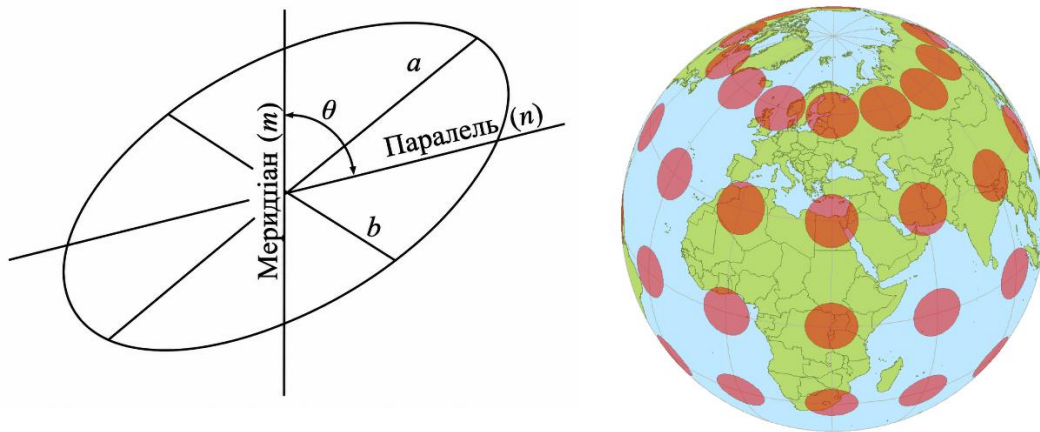


Рисунок 7.10 – Еліпс спотворень

Контрольні запитання

1. Назвіть класифікацію картографічних проєкцій за видом допоміжної геометричної поверхні.
2. Назвіть класифікацію картографічних проєкцій за різновидом спотворень.
3. Назвіть класифікацію змішаних картографічних проєкцій.
4. Що таке еліпс спотворень?
5. Як можна розпізнати картографічну проєкцію?

ТЕМА 8 РОЗГРАФЛЕННЯ І НОМЕНКЛАТУРА КАРТ

Розграфленням (нарізанням карти) (рис. 8.1) називають поділ карти на аркуші топографічних карт. Застосовують трапецієподібне та прямокутне розграфлення. У **трапецієподібному** розграфленні межами аркушів є меридіани та паралелі. У разі **прямокутного** розграфлення карти ділять на прямокутні або квадратні аркуші.

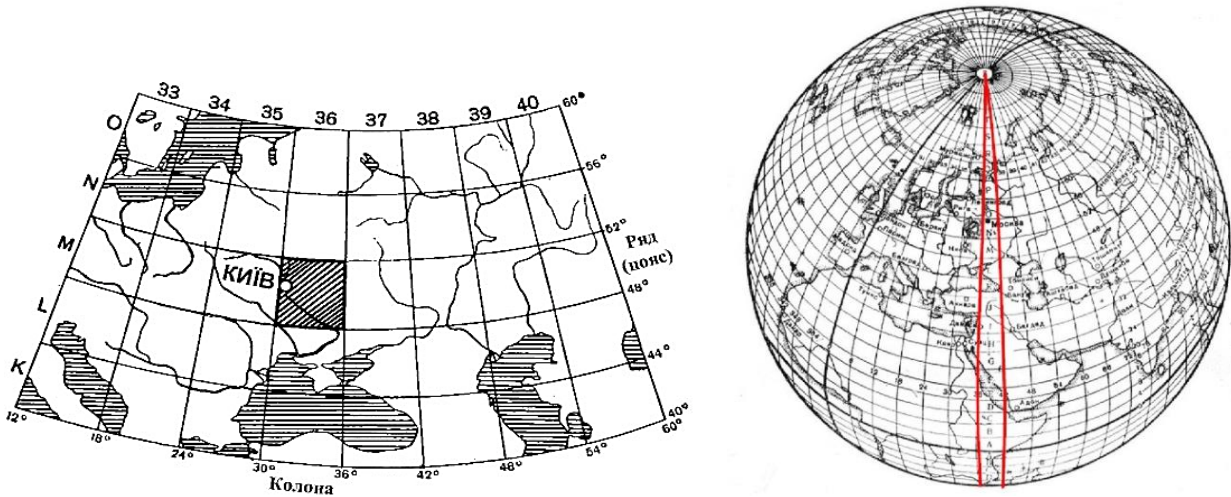


Рисунок 8.1 – Розграфлення і номенклатура карт

Основою розграфлення топографічних карт є карта масштабу 1 : 1 000 000, аркуш якої є трапецією.

Номенклатурою називають спосіб умовного позначення аркушів топографічної карти.

Відповідно, уся поверхня Землі ділиться паралелями на ряди (через 4°), та меридіанами – на колони (через 6°); боки трапецій слугують межами аркушів **карти масштабу 1 : 1 000 000**. Ряди позначаються великими латинськими літерами від А до V, починаючи від екватора до обох полюсів, а колони – арабськими цифрами, починаючи від меридіана 180° із заходу на схід. Номенклатура аркуша карти складається з букви ряду і номера колони. Наприклад, аркуш з містом Київ позначається М-36 (рис. 8.1).

Карти масштабу 1 : 500 000 є четвертою частиною аркуша карти 1 : 1 000 000 і позначаються номенклатурою аркуша мільйонної карти з додаванням однієї з великих літер (А, Б, В, Г) алфавіту, що позначають відповідну чверть – N-37 (рис. 8.2).

Карти масштабу 1 : 200 000 утворюються шляхом розподілу мільйонного аркуша на 36 частин (рис. 8.2); їхня номенклатура складається з позначення аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 із додаванням однієї з римських цифр I, II, III, IV, ..., XXXVI – N-37-IV.

Карти масштабу 1 : 100 000 (1 км у 1 см) створюють за допомогою розподілу аркуша мільйонної карти на 144 частини (рис. 8.2). Номенклатура таких карт складається з позначення аркуша карти масштабу 1 : 1 000 000 із додаванням одного з чисел 1, 2, 3, 4, ..., 143, 144 – N-37-56.

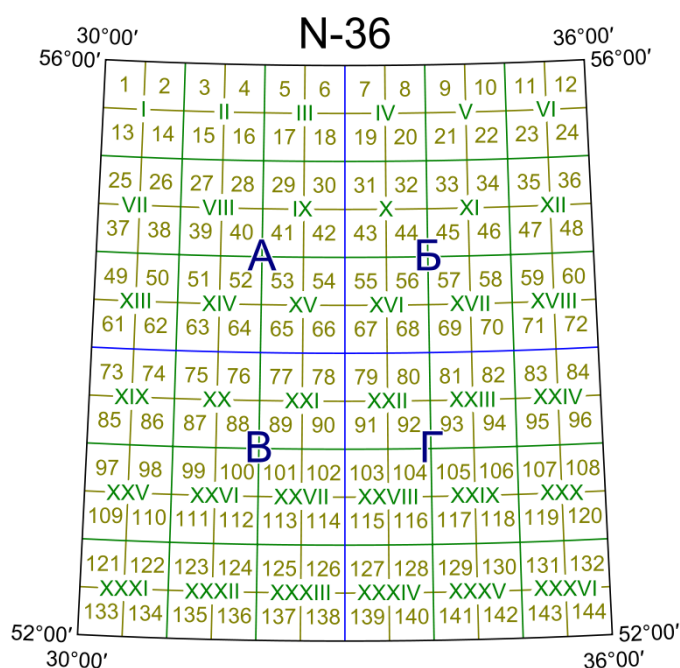


Рисунок 8.2 – Приклад розграфлення аркуша мільйонної карти на карти масштабу 1 : 500 000 (сині), 1 : 200 000 (зелені) і 1 : 100 000 (жовті)

Аркуш карти масштабу 1 : 50 000 утворюється з допомогою розподілу аркуша карти масштабу 1 : 100 000 на чотири частини (рис. 8.3); його

номенклатура складається з номенклатури стотисячної карти і однією з великих літер (А, Б, В, Г), наприклад: N-37-56-А.

Аркуш карти масштабу 1 : 25 000 отримують шляхом розподілу аркуша карти масштабу 1 : 50 000 на чотири частини; номенклатура його утворюється з номенклатури тисячної карти з додаванням однієї з малих літер (а, б, в, г), наприклад: N-37-56-А-б.

Аркуш карти масштабу 1 : 10 000 утворюється шляхом розподілу аркуша карти масштабу 1 : 25 000 на чотири частини; номенклатура його утворюється з номенклатури двадцятип'ятитисячної карти з додаванням арабської цифри від 1 до 4, наприклад: N-37-56-А-б-1.

Для планів масштабів 1 : 5 000 і 1 : 2 000 застосовується два види розграфлення – трапецієподібне, у якому рамками планів слугують паралелі і меридіани, і прямокутне, в якому рамки поєднуються з лініями сітки прямокутних координат. Для об'єктів із площею понад 20 км² зазвичай застосовують трапецієподібне розграфлення.

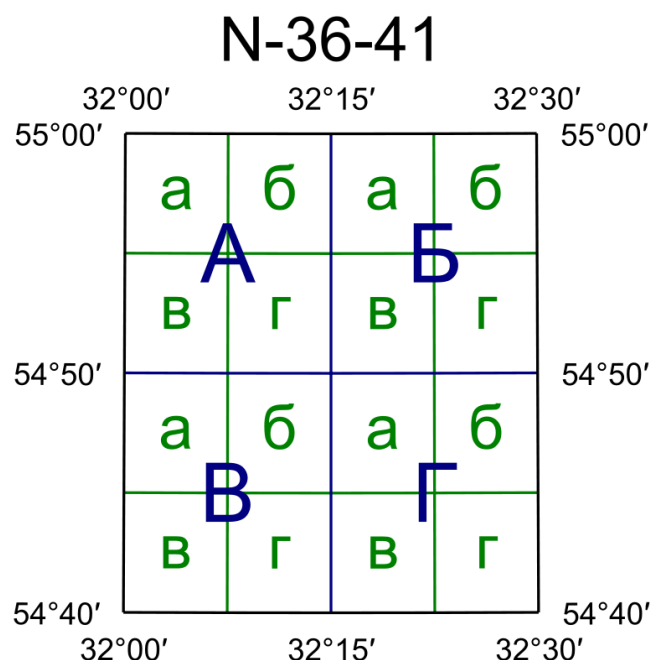


Рисунок 8.3 – Приклад розграфлення аркуша стотисячної карти на карти масштабу 1 : 50 000 (сині) і 1 : 25 000 (зелені)

Для топографічних карт масштабів **1 : 5 000** і **1 : 2 000** протяжність зон у проєкції Гауса – Крюгера становить 3° .

У разі трапецієподібного розграфлення межі аркушів планів масштабу **1 : 5 000** отримують шляхом ділення аркуша масштабу **1 : 100 000** на 256 частин (16×16), які нумерують від 1 до 256. Номенклатуру, наприклад, аркуша № 70, записують так: N-37-87(70).

Розграфлення аркушів масштабу 1 : 2 000 отримують шляхом ділення аркуша масштабу **1 : 5 000** на 9 частин (3×3) і позначають шляхом додавання літер, наприклад: N-37-87(70-и).

За основу розграфлення великомасштабних планів обирається аркуш масштабу **1 : 5 000**, що позначається арабськими цифрами. Йому відповідають 4 аркуші масштабу **1 : 2 000**, кожен з яких позначається приєднанням до номера масштабу **1 : 5 000** однією з перших чотирьох великих літер алфавіту (А, Б, В, Г), наприклад: 4-Б (рис. 8.4). І відповідає 3-градусній зоні у зональній системі Гауса – Крюгера.

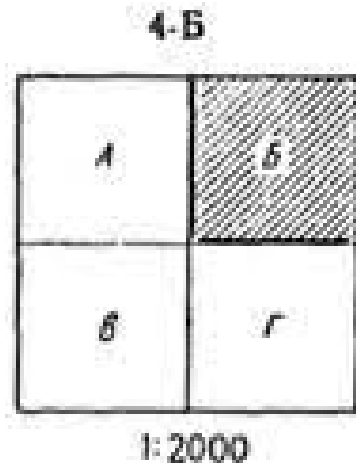


Рисунок 8.4 – Утворення аркуша масштабу **1 : 2 000**

Номенклатура аркушів масштабів 1 : 1 000 складається з номенклатури аркуша масштабу **1 : 2 000** і відповідної римської цифри. Приклад: 4-Б-IV (рис. 8.5).

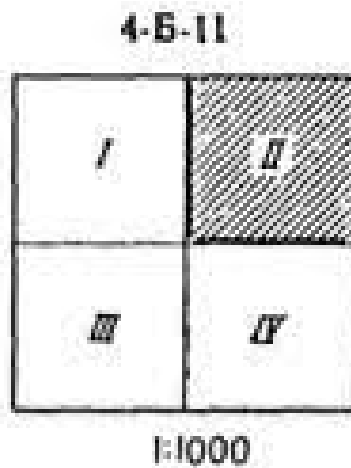
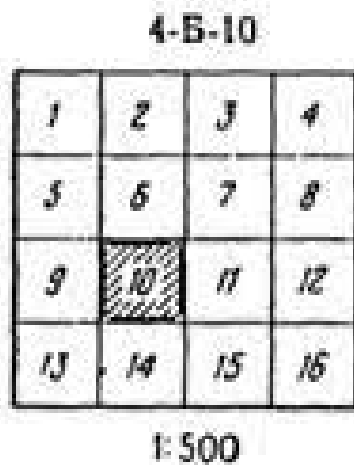


Рисунок 8.5 – Утворення аркуша масштабу 1 : 1 000

Номенклатура аркушів масштабів 1 : 500 складається з номенклатури аркуша масштабу 1 : 1 000 і арабської цифри. Приклад: 1 : 500-4-Б-16.



Контрольні запитання

1. Що називають розграфленням та номенклатурою карт?
2. Яким чином відбувається поділ поверхні Землі на ряди та колони?
3. Карта якого масштабу є основою для подальшого ділення?
4. Як відбувається поділ карт для різних масштабів?
5. Як відбувається розграфлення великомасштабних планів?

ТЕМА 9 КАРТОГРАФІЧНА ГЕНЕРАЛІЗАЦІЯ

План

9.1 Суть і зміст картографічної генералізації.

9.2 Способи картографічної генералізації.

9.1 Суть і зміст картографічної генералізації

Навантаження карти, тобто її заповнення умовними знаками й написами, повинна бути такою, щоб, з одного боку, карта добре прочитувалася – перевантажена карта погано прочитується, а з іншого боку – карта повинна подавати всю ту інформацію, що вона може дати відповідно до свого призначення, масштабу і задуму укладача. Інакше кажучи, навантаження карти повинне бути оптимальним.

Важлива роль в оптимізації навантаження карти належить генералізації.

Картографічна генералізація – добір і узагальнення зображуваних на карті об'єктів, а також їхніх якісних і кількісних характеристик відповідно до призначення карти, її масштабу й особливостей картографованої території.

Очевидно, що генералізація пов'язана з масштабом, тобто зі зменшенням загального розміру зображення, і з обумовленою цим нестачею місця на карті. Однак такий підхід до генералізації буде сильно спрощеним. Генералізація необхідна не тільки через нестачу місця, але й для переходу від простих об'єктів і явищ до узагальнюючих об'єктів і явищ більш високого порядку.

Отже, завдання генералізації полягає не тільки в усуненні інформації, що стала надмірною, але й у виявленні основних, найістотніших, найтиповіших характеристик об'єктів і явищ, що підлягають картографуванню.

У результаті абстрагування від подробиць і усунення зайвої інформації генералізація дозволяє одержати якісно нові знання про картографовані об'єкти

та явища. Отже, у процесі генералізації з одного боку відбувається втрата інформації про подробиці, деталі низького порядку, а з іншого боку – відкривається можливість одержати інформацію про об'єкти та явища більш високого порядку.

Як приклад, розглянемо генералізацію населеного пункту. Під час переходу до менших масштабів на першому етапі здійснюється перехід від зображення окремих будівель та їхніх деталей до забудованих і незабудованих кварталів. У результаті одержуємо інформацію про загальне планування населеного пункту.

Далі, під час переходу до ще менших масштабів зменшується кількість кварталів усередині та згладжуються зовнішні обриси, поки не одержимо замкнений контур населеного пункту. Межею генералізації замкненого контуру буде точка.

Очевидно, при цьому буде втрачена інформація про форму й густоту вулиць, форму території та площу, що займає населений пункт. Одночасно ми одержимо новий геометричний образ – розсип точок, що дає інформацію про взаємне розміщення населених пунктів у конкретній місцевості, про відстані між ними, про зв'язок їхнього розташування з різними природними й соціально-виробничими комплексами.

У природоохоронному картографуванні генералізація дозволяє перейти від окремих об'єктів і явищ до цілісних екосистем.

Отже, генералізація дозволяє:

- показати типові об'єкти та їхні ознаки, зберігаючи та навіть підкреслюючи характерні індивідуальні риси окремих об'єктів;
- узагальнити (спростити) зовнішні обриси об'єктів, зберігаючи при цьому загальну подобу зображення реального об'єкта;
- зберегти, наскільки це можливо, точність положення основних і характерних точок і ліній, а також точність взаємного розташування об'єктів у разі значного зменшення масштабу;
- сполучити максимальне навантаження карти з її читаністю.

Генералізація має дві мети: дотримати, за можливості, геометричну точність і зберегти при цьому змістовну відповідність. Генералізація, з одного боку, поліпшує сприйняття картографічного образу, а з іншого боку, – створює перешкоди для точних кількісних вимірювань.

Основні фактори, що визначають напрямок генералізації:

1. Тема карти, її призначення й умови користування. Наприклад, для управління, довідкова, навчальна, туристична, кишенькова, настільна чи настінна.
2. Масштаб карти. Як відзначалося раніше не тільки з технічних причин, але й по суті: більше охоплення території вимагає іншого підходу.
3. Особливості зображуваної території та своєрідність картографованих об'єктів (порізаність узбережжя, меандри рік, конфігурація ярово-балкової мережі).
4. Наявність джерел для складання карти та їхня якість.
5. Обрана система умовних знаків.

9.2 Способи картографічної генералізації

Зміст карти обмежують тільки тими об'єктами та явищами, що відповідають темі й призначенню карти. Усі інші об'єкти та явища виключаються.

Наприклад, на карту забруднення поверхневих вод наносять тільки ті підприємства, що скидають промислові стоки. Або на карту мережі громадського транспорту наносять житлові та промислові зони, місця масового відпочинку, торгові центри. При цьому немає ніякої необхідності показувати міські інженерні мережі.

Процес добору багатоступеневий. Він містить:

- добір предметних областей, тобто елементів змісту карти;
- добір усередині кожної предметної сфери конкретних об'єктів та їхніх частин;

- добір якісних і кількісних характеристик за кожною предметною сферою;
- добір суттєвих зв'язків між об'єктами.

Навантаження карти – функція чотирьох величин: масштабу карти; густоти об'єктів на місцевості; значення об'єктів; розміру умовних знаків.

Добір може здійснюватися на підставі кількісного цензу (ценз – максимальне чи мінімальне значення якого-небудь показника), тобто встановлюється межа добору.

Приклади: показати ареали, площа яких на карті не менше 25 мм²; показати на карті електричні кабелі та повітряні лінії електропередач напругою 10 кіловольт і вище тощо.

Ценз може бути вибірним, тобто як виняток необхідно показати окремі конкретні об'єкти.

Можливий добір по нормі. Наприклад, підписати не більше ніж 5 висот точок на 1 дм² карти.

Цензи та норми можуть змінюватися залежно від особливостей району, який потрібно показати на карті.

Геометрична просторова генералізація – це продумане спрощення й узагальнення контурів лінійних і майданчикових об'єктів, за якого зберігаються суттєві й необхідні з точки зору призначення карти особливості відображуваних об'єктів.

Узагальнення здійснюється в такій послідовності:

- виявлення найбільш характерних точок і ліній контуру;
- виключення дрібних нехарактерних деталей, а також деталей, розміри яких нижче порога зорового сприйняття та технічних можливостей відтворення;
- перебільшення масштабного зображення важливого об'єкта для його виділення серед інших;
- зміщення зображення менш важливого об'єкта за малої відстані між об'єктами.

Узагальнення кількісних характеристик здійснюється шляхом переходу від безперервної шкали до ступеневої або укрупнення інтервалів ступеневої шкали. При цьому кількісні показники всередині шкали не знаходять відображення.

Наприклад: виключення кількості поверхів будинків; збільшення висоти перерізу рельєфу горизонталями; зменшення кількості ступенів за рівнем забруднення; скорочення кількості ступенів в угрупованні населених пунктів.

Узагальнення якісних характеристик здійснюється шляхом скорочення якісних розходжень для заданої категорії об'єктів або виключенням нижчих ступенів класифікації.

Наприклад: заміна матеріалу покриття доріг на два види – з твердим покриттям і ґрунтові; заміна знаків хвойних, листяних і змішаних лісів одним загальним знаком лісу.

Перехід від простих до складніших моделей здійснюється шляхом введення 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.

Усі способи генералізації не існують самі собою, незалежно один від іншого. Вони тісно взаємозалежні. Застосування одного зі способів зазвичай майже спричиняє застосування інших.

Для правильної генералізації необхідно розуміти суть відображуваних об'єктів і явищ: обумовленість конфігурації вулиць рельєфом і річковою мережею; зв'язок мережі міського транспорту з плануванням міста та щільністю населення; зв'язок ареалів забруднення з джерелами викиду тощо.

Основні труднощі генералізації – протиріччя між геометричною точністю карти та її змістовною вірністю. Якщо карта використовується для вимірювань, то важливий геометричний бік, якщо ж для оглядових цілей – змістовний.

На сьогодні генералізація – складний евристичний, тобто творчий, процес, що поки не вдається автоматизувати.

Контрольні запитання

1. Що є картографічною генералізацією?
2. Що відбувається під час генералізації: втрата інформації чи виявлення нової інформації?
3. Які цілі має генералізація?
4. Перелічить способи генералізації.
5. Як і в якій послідовності здійснюється добір картографованих явищ під час генералізації?
6. Як здійснюється узагальнення кількісних характеристик під час генералізації?
7. Як здійснюється узагальнення якісних характеристик під час генералізації?
8. У чому полягають основні труднощі генералізації?

ТЕМА 10 СПОСОБИ КАРТОГРАФІЧНОГО ЗОБРАЖЕННЯ

Картографічне зображення (cartographical imagery) – це основний елемент будь-якої карти, що за допомогою графічних та інших засобів розкриває її зміст.

Перше завдання картографічного зображення – правильно передати інформацію про земну поверхню (її окрему ділянку), про природні та суспільні явища, що на ній відбуваються, користувачеві.

По-друге, картографування певної території та явищ на ній може здійснюватися з метою пошуку певних взаємозв'язків та закономірностей. Тому правильний вибір способів, за допомогою яких на карті буде передаватися інформація про ті чи інші об'єкти та явища, їхні положення, форму, розміри, якісні ознаки та динаміку, визначає такі фундаментальні характеристики карти як наочність та читаність карти, і внаслідок цього її придатність для використання за тією метою, для якої вона була створена.

Варто відзначити, що об'єкти та явища, що відображаються на картах, є дуже різноманітними за своїми ознаками. Так, деякі характеристики місцевості, як наприклад, рельєф чи клімат мають безперервний характер, інші мають чітко виражений характер локалізації. Одні об'єкти та явища є сталими (а точніше можуть вважатися такими на певному інтервалі часу), а інші постійно змінюються або мають періодичний характер. Отже, оскільки за змістом карти є дуже різноманітними, то й способи подання на них інформації дуже різняться.

Спосіб значків (sign method) – спосіб картографічного зображення, що застосовується для відображення на карті локалізованих на місцевості об'єктів і явищ відповідними умовними позначеннями – різних за формою, розмірами та кольорами позначок (рис. 10.1).



Рисунок 10.1 – Різноманітні умовні знаки відображають розташування основних виробництв на економічній карті Хорватії

За формою позначки поділяють на геометричні, буквені та наочні.

Геометричні – це прості геометричні фігури (коло, зірочка, трикутник), що позначають певні об’єкти.

Буквені – це одна або пара перших букв назви об’єкта, явища, або букви їхнього загальноприйнятого позначення чи скорочення (наприклад, позначення хімічних елементів на геохімічній карті).

Наочні позначки – це позначки, за зовнішнім виглядом схожі на певний об’єкт місцевості (наприклад, рисунок автобуса для позначення автостанції або чашки – для кафе).

Спосіб лінійних знаків (linear sign method) використовується для зображення на карті різних лінійних об’єктів (наприклад, меж політико-адміністративного поділу, вододільних ліній тощо), об’єктів лінійної протяжності, ширина яких не виражається в масштабі карти (наприклад, річки та дороги), а на деяких тематичних картах також ліній чималої протяжності

доволі витягнутих об'єктів (наприклад, лінії основних напрямків гірських хребтів, тектонічні лінії тощо). Передача якісних і кількісних характеристик, а також їхня зміна з часом досягається в способі лінійних значків за допомогою рисунка, кольору, структури лінійних знаків, а деколи й їхньої ширини (рис. 10.2). За допомогою лінійних знаків на топографічній карті подаються дороги, водотоки, лінії електропередач. Використання лінійних знаків різної ширини та рисунка дозволяє передати інформацію про ширину річок.

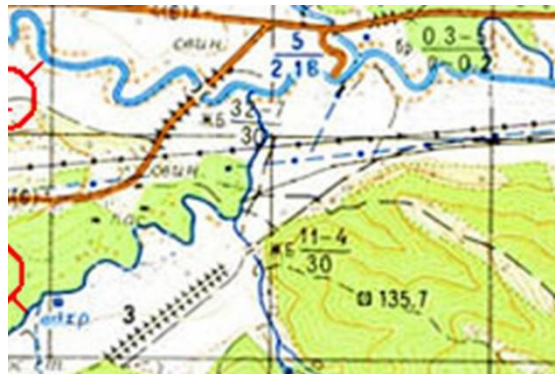


Рисунок 10.2 – Топографічна карта з використанням лінійних знаків:

- 1 – річки завширшки від 5 м до 30 м;
- 2 – річки та струмки завширшки до 5 м

Спосіб ареалів (area method) – це зображення на карті певних ділянок земної поверхні за допомогою відповідних площових картографічних позначень. Цей спосіб широко використовується, наприклад, на різноманітних картах рослинного покриву та тваринного світу, оскільки дозволяє наочно відобразити території поширення певного виду тварин або рослин (рис. 10.3).

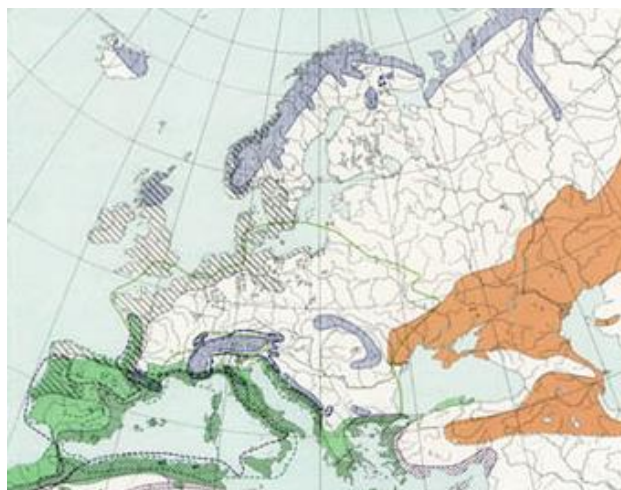


Рисунок 10.3 – Геоботанічна карта, де за допомогою способу ареалів показано райони поширення в Європі окремих видів рослин:

■ – кам'яного дубу; ■ – ковилю Лессінгова; ▨ – аллепської сосни; ■ – луазелеурії лежачої; ▨ – еріки хрестолитяної

Спосіб знаків руху (motion sign method) використовується для зображення на карті різноманітних просторових переміщень, як природних (морські течії, діяльність вітрів за деякий проміжок часу), так і соціально-економічних (міграція населення, перевезення вантажів). Цим способом, використовуючи різні графічні засоби, можна показати на карті напрям і швидкість переміщення, кількість, якість та інші дані явищ, що переміщуються в просторі. Графічними засобами в способі знаків руху є стрілки (наприклад, для зображення вітрів). При цьому кількісний бік характеризується товщиною стрілки, що залежить від сили вітру, а якісний – кольором (наприклад, теплі та холодні вітри зображуються різними кольорами), а також стрічки різного кольору або рисунка (штрихування тощо) і ширини. Знаки руху можуть точно зображувати напрям переміщень, тобто дотримуючись, наприклад, зображених на карті залізниць чи судноплавних річок, або схематично, коли, наприклад, стрілка відповідних форми й ширини з'єднує пункти, між якими здійснюється переміщення.

На рисунку 10.4 зображена кліматична карта, де за допомогою знаків руху – стрілок різного кольору подається інформація про переважні напрямки вітрів у літній та зимовий період.

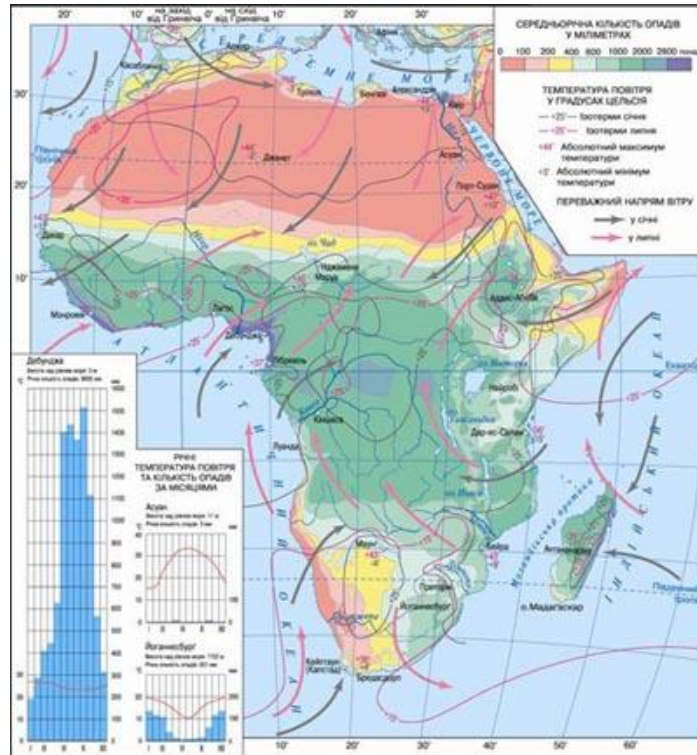


Рисунок 10.4 – Кліматична карта

Спосіб ізоліній (isoline method) використовується для зображення на карті неперервних і поступово змінюваних і до того ж суцільно поширених на якомусь просторі явищ за допомогою ізоліній. За допомогою ізоліній на картах відображають, наприклад, рельєф, температури, час настання певних подій та інше (рис. 10.5).



а



б

Рисунок 10.5 – Спосіб ізоліній:

- а – на топографічній карті горизонталями показують рельєф місцевості;
- б – на фенологічній карті ізофенами подають інформацію про дати настання певних фенофаз рослин

Деколи для наочності простір чи смугу між ізолініями зафарбовують відповідними кольорами або заштриховують. Спосіб ізоліній використовується також для подання на картах і деяких характеристик, що мають насправді дискретний характер. Прикладом такої характеристики може бути щільність населення.

Спосіб крапок (dot method) використовується для зображення на карті масових поширених об'єктів та явищ за допомогою відповідної кількості однакового розміру крапок, розташування яких відповідає розташуванню та концентрації цих об'єктів місцевості, а кожна крапка певного розміру відповідає однаковій кількості одиниць зображуваного на карті об'єкта чи явища. У цьому

способі важливим є визначення так званої ваги крапки, тобто кількості об'єктів, якій на карті відповідає одна крапка. Наприклад, однією крапкою якогось розміру може позначатися кількість випадків захворювання на певну хворобу на медико-географічній карті тощо. Деколи на одній і тій самій карті застосовують крапки двох і більше вагових категорій. Використовуючи різнобарвні крапки, можна подавати на карті якісні характеристики об'єктів та явищ. За допомогою крапок різного кольору на карті відображено розселення представників різних етнічних груп (рис. 10.6).



Рисунок 10.6 – Карта розселення представників різних етнічних груп

Спосіб кількісного фону (quantitative background method) – це спосіб зображення на карті кількісних відмінностей деякого явища, суцільно поширеного на території, що картографується. За допомогою різних кольорів на кліматичній карті світу показано річну кількість опадів у різних регіонах (рис. 10.7).

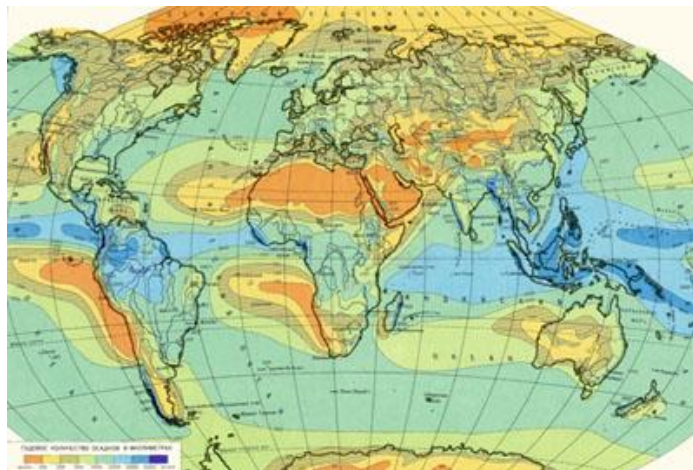


Рисунок 10.7 – Кліматична карта світу

Цю територію поділяють на однакові частини за певними кількісними показниками, після чого однотипні частини зафарбовують відповідним кольором або заштриховують. Спосіб кількісного фону використовується, наприклад, для складання карт вмісту основних речовин у ґрунті, карт щільності населення тощо.

Спосіб якісного фону (qualitative background method) – спосіб зображення на карті якісних особливостей чи відмінностей певних явищ, суцільно або масово поширених на території, що картографується. Суть способу полягає в тому, що згідно з розробленою класифікацією картографічного явища зображувану територію поділяють на якісно однорідні ділянки, які зафарбовують відповідним кольором або заштриховують. Допускається поєднання фонового забарвлення зі штрихуванням. Спосіб якісного фону використовують для складання ботанічних, геологічних, ґрунтових, етнічних та інших карт. За допомогою різних кольорів фону на геологічній карті подається інформація про типи відкладень та порід (рис. 10.8).

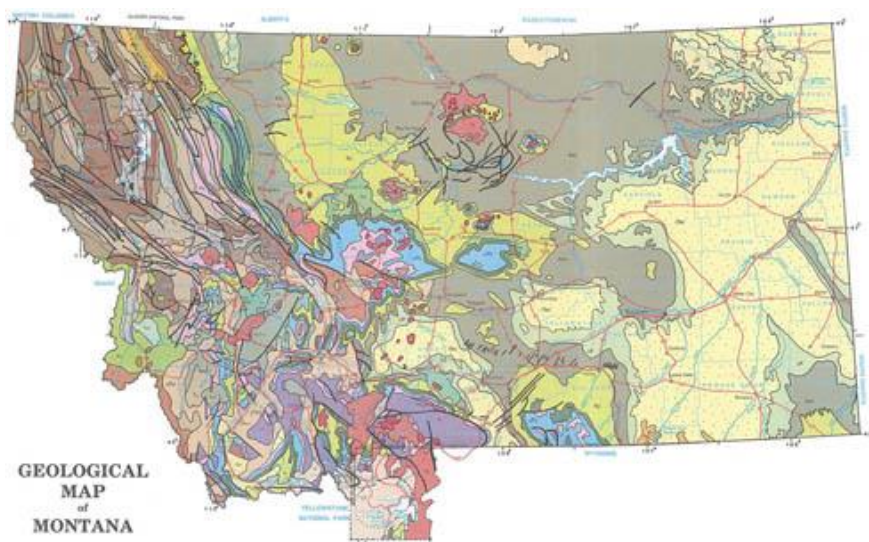


Рисунок 10.8 – Геологічна карта

Спосіб картограм (collation maps method) – це спосіб зображення середньої інтенсивності певного кількісного за своєю характеристикою явища в межах наявних на карті територіальних одиниць, найчастіше адміністративних, з допомогою графічних засобів площового відображення (наприклад, фонове забарвлення, штрихування); при цьому інтенсивність графічних позначень відповідає інтенсивності зображуваного явища. На рисунку 10.9 способом картограм подається інформація щодо щільності населення Іспанії.

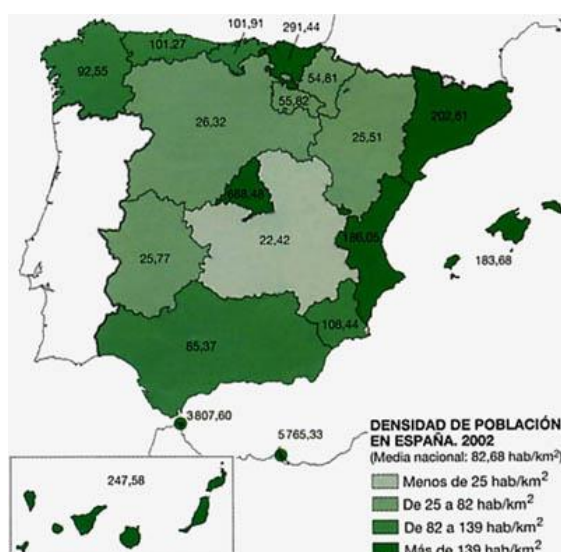


Рисунок 10.9 – Карта щільності населення Іспанії

Спосіб картодіаграм (maps diagram method) – це спосіб зображення на карті з допомогою діаграм сумарної (кількісної) величини якогось явища, що стосується певної територіальної одиниці (рис. 10.10).

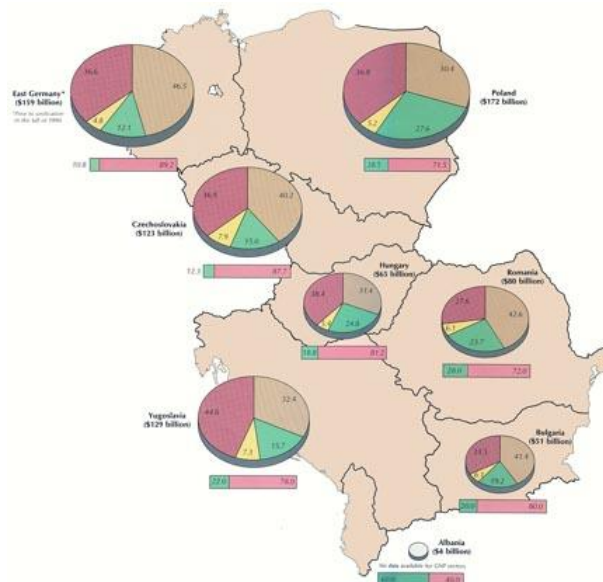


Рисунок 10.10 – Структурні діаграми відображають величину ВВП країн Східної Європи у 1990 році та частку різних галузей економіки

Діаграмні фігури можуть бути: лінійні – у вигляді стовпчиків, смужок тощо; об’ємні куби, кулі тощо. Діаграмні фігури можуть бути ще й структурні: фігура поділена на частини відповідно до величини зображуваного явища (наприклад, круг подає кількість населення області, а площові сектори круга – національний склад населення).

Спосіб локалізованих діаграм (localized diagrams method) використовується для картографування з допомогою графіків і діаграм як явищ, локалізованих у певних точках, так і явищ суцільного поширення на певній території, при цьому точки локалізації можуть бути підписані, або й без підпису, але мають бути локалізовані хоч би за виходами картографічної сітки. Локалізація може бути здійснена також у вибраних клітинках карти заздалегідь визначеного розміру. Спосіб локалізованих діаграм застосовується для карт, що

характеризують сезонні та періодичні явища, їхню зміну та повторюваність. Із допомогою локалізованих діаграм на рисунку 10.11 подано обсяг та склад промисловості в основних містах Японії у 1971 році.

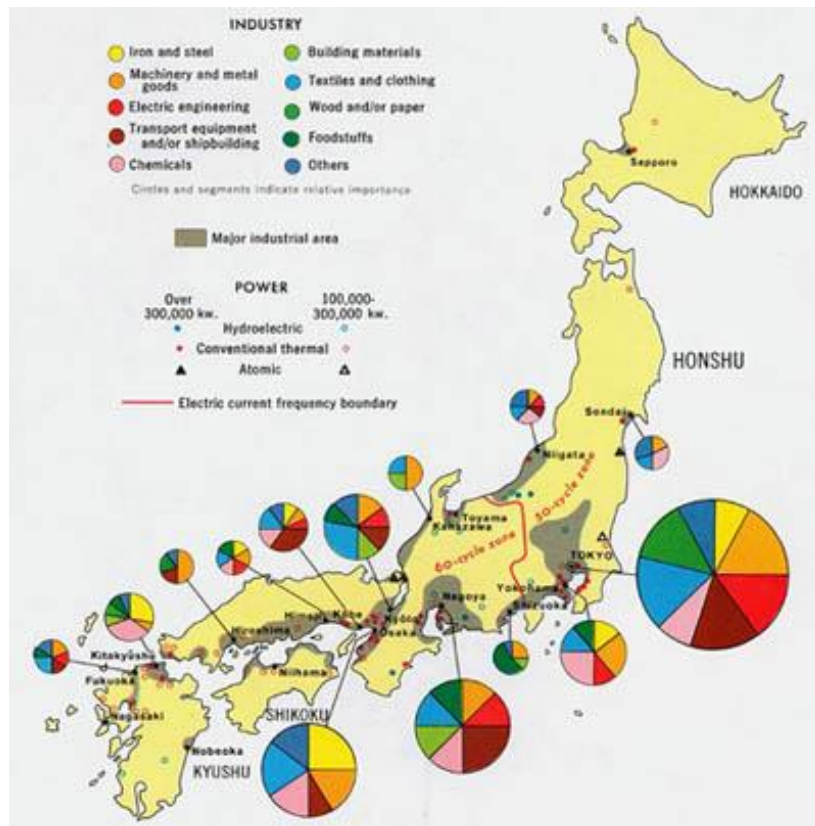


Рисунок 10.11 – Карта обсягу та складу промисловості

Спосіб тіньової пластики (shadow plastics method) – це зображення на картах форм рельєфу затіненням їхніх схилів. Серед способів тіньової пластики – штриховий спосіб відображення рельєфу та відмивання рельєфу. Штриховий спосіб зображення рельєфу ґрунтується на сприйнятті тіней, що створюють відчуття випуклих і увігнутих форм рельєфу (рис. 10.12, а). Штриховий спосіб зводиться до нанесення на карту коротких ліній різної товщини залежно від стрімкості схилу. Штрихи відіграють роль тіні, просвіт між ними – елемент світла. Відмивання рельєфу – це створення напівтіньового зображення за заданого напрямку освітлення місцевості (рис. 10.12, б). Відмивання рельєфу

широко застосовується на дрібномасштабних фізичних та топографічних картах.



а

б

Рисунок 10.12 – Використання методів тіньової пластики
дозволяє підкреслити рельєф місцевості:

а – подання рельєфу штриховим способом; б – відмивання рельєфу

Спосіб перспективного зображення або фізіографічний – це один зі способів подання на картах інформації про рельєф місцевості. Цей спосіб походить із далекої давнини, коли для відображення гірських хребтів, окремих гір та значних пагорбів на карті малювався рисунок відповідно гір або хребтів (рис. 10.13). Цей спосіб є наочним, але не дозволяє якісно визначати висоти рельєфу. Сьогодні він застосовується здебільшого для відображення рельєфу на туристичних картах та картах-ілюстраціях, що входять до популярних видань.

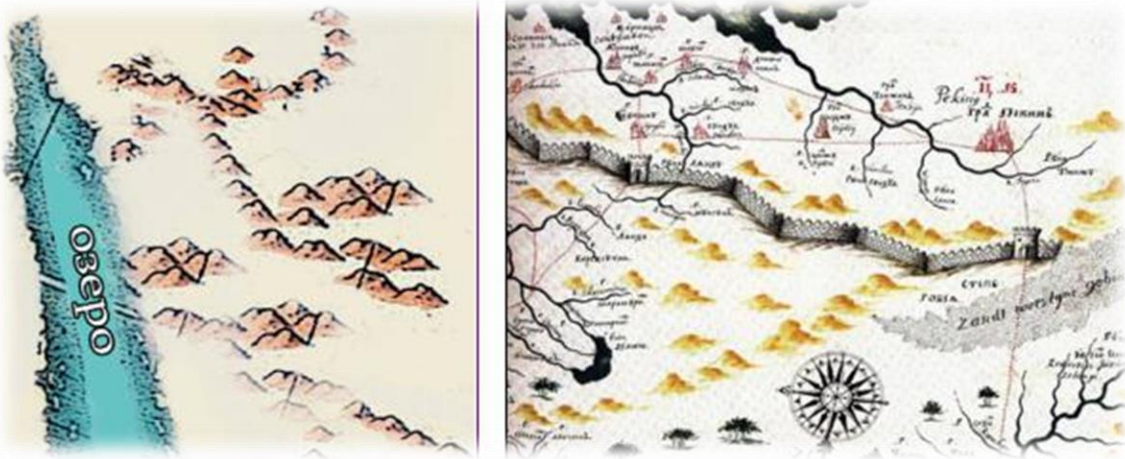


Рисунок 10.13 – Карти, зображені фізіографічним способом

Спосіб гіпсометричного забарвлення – це спосіб картографічного зображення рельєфу земної поверхні та дна морів і океанів, який полягає в пошаровому зафарбуванні висотних ступенів відповідними для них кольорами або відтінками. Гіпсометричного зображення наочно подає різницю в абсолютних висотах різних ділянок земної поверхні (рис. 10.14).



Рисунок 10.14 – Гіпсометричне зображення

Зазвичай цей спосіб використовується для підвищення наочності даних про рельєф на дрібномасштабних картах та в атласах. Часто застосовується

спільно зі способом ізоліній. Для відображення рельєфу подається шкала кольорів, наприклад, «що вище, то темніше», «що вище, то світліше» або «чим вище, тим більш теплі та насиченні кольори». Спосіб гіпсометричного забарвлення дуже широко використовується на різноманітних картах для передачі даних про глибини. У цьому випадку використовують різноманітні відтінки синього кольору – «чим глибше, тим темніше».

Крім наведених вище способів картографічного зображення, інформація на картах подається також із допомогою різноманітних підписів – інформація про назви населених пунктів, річок, урочищ, призначення промислових об'єктів та інші відомості.

Виокремлюють три типи підписів на картах:

- топоніми – власні географічні назви об'єктів місцевості: населених пунктів, гір, річок тощо;
- терміни – загальногеографічні, геологічні, соціально-економічні та інші поняття, що стосуються об'єктів карти;
- пояснювальні підписи – якісні та кількісні характеристики об'єктів карти, підписи ліній картографічної сітки, хронологічні підписи (наприклад, це підписи переважаючої породи дерев у лісі («дуб», «сосна»), якості води в водоймах («прісна», «солена»), характеристики промислових та соціальних об'єктів тощо).

Для підписів на картах використовуються спеціальні картографічні шрифти. Їхня особливість – це добра читаність на тлі кольорового зображення, компактність та придатність для друку. Картографічні шрифти розрізняються за шириною букв, інтенсивністю кольору, нахилом, наявністю зарубок та за висотою букв.

Для топографічних карт зазвичай нормативно встановлюється, які підписи потрібно наносити на карту, які скорочення використовуються для пояснювальних підписів, які шрифти мають використовуватись для підпису різноманітних власних назв, а які для пояснювальних підписів. При цьому колір, розмір та тип шрифту, що використовується для підпису об'єкта, сам

може розглядатися як певна характеристика об'єкта. Наприклад, залежно від того, до якої категорії («місто», «селище» чи «село») належить населений пункт і скільки в ньому мешканців, використовуються різні картографічні шрифти з різною висотою букв для підпису назви населеного пункту.

Контрольні запитання

1. Для зображення яких об'єктів використовують лінійні позначки? Наведіть приклади.

2. Для зображення яких об'єктів і явищ доцільно застосовувати спосіб ізоліній? Наведіть приклади.

3. Які особливості зображення способом ізоліній?

4. Що таке якісний фон? У яких випадках його застосовують? Наведіть приклади.

5. Що таке кількісний фон? Для відображення яких явищ його застосовують? Наведіть приклади.

6. Для відображення яких явищ використовують локалізовані діаграми? Наведіть приклади.

7. Для зображення яких явищ доцільно застосовувати точковий спосіб? Наведіть приклади.

8. Для зображення яких об'єктів і явищ слугує спосіб ареалів? Наведіть приклади.

9. Які особливості способу ареалів?

10. Які природні й соціально-економічні явища зображують способом знаків руху? У яких конкретних формах застосовується цей спосіб? Наведіть приклади.

11. Для відображення яких явищ застосовують спосіб картодіаграм? Наведіть приклади.

12. Яка принципова різниця між картодіаграмою та локалізованим значком?

ТЕМА 11 ОСНОВИ ЦИФРОВОЇ КАРТОГРАФІЇ

План

11.1 Теорія цифрового картографування місцевості.

11.2 Зміст цифрових карт та вимоги до них.

11.3 Технологічні основи створення цифрових карт та планів.

11.4 Збір топографічної інформації в разі цифрового картографування місцевості.

11.5 Технічні засоби цифрування карт та опрацювання цифрової картографічної інформації та формування цифрових карт.

11.6 Візуалізація цифрової картографічної інформації комп'ютерними засобами.

11.1 Теорія цифрового картографування місцевості

Цифрову картографію можна уявити у чотирьох змістовних формах:

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

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

Із застосуванням та використанням автоматизованих процесів виготовлення, нових комп'ютерних технологій та різноманітного візуального ряду зображень цифрова картографія має особливу популярність як у споживачів, так і фахівців. Виготовлення картографічної продукції як

індустріального виробництва є багатофункціональним технологічним процесом із застосуванням сучасних технологій і має попит електронного продукту.

Порівнюючи всі попередні та справжні можливості різних способів побудови карт, зокрема економічний складник ринкової ефективності, можна виокремити такі переваги цифрової картографії:

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

Варто також зазначити, що цифрова картографія займає все більше місця в світовому інформаційному потоці, проникає в різні сфери цікавого сучасного життя й завойовує значні верстви користувачів своєї продукції, створюючи в такий спосіб підвищений попит.

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

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

Цифрова картографія становить технологічний продукт, який подає картографічне виробництво, що складається з таких виробничих процесів:

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

11.2 Зміст цифрових карт та вимоги до них

Геозображення (geoimage, georepresentation) – будь-яка просторово-часова масштабна генералізована модель земних (планетних) об'єктів або процесів, яка подана в графічній образній формі. Розрізняють:

- двовимірні плоскі геозображення (2D-geoimages, flat geoimages): карти, плани, електронні карти, аеро- й космічні знімки;
- тривимірні, або об'ємні, геозображення (3D-geoimages, volumetric geoimages): стереомоделі, анагліфи, блок-діаграми, картографічні голограми;
- динамічні геозображення (dynamic geoimages): анімації, картографічні фільми, мультимедійні карти й атласи.

Унаслідок того, що карта сама є моделлю будь-якої місцевості, усе частіше виникають думки, що цифрова карта не повинна бути копією паперової карти з її системою умовних знаків (моделлю моделі), а безпосередньо

відображати реальну дійсність, використовуючи власний арсенал засобів створення зображення та різноманітних джерел даних. За ступенем ускладнення зв'язків між окремими елементами підсумкової карти й використання спеціальних програмних та технічних засобів створення карт до цього часу склалася така система визначень.

Цифрова карта (digital map) – цифрова модель місцевості, створена шляхом цифрування картографічних джерел, фотограмметричної обробки даних дистанційного зондування, цифрової реєстрації даних польових зйомок або іншим способом. Цифрова карта є основою для виготовлення звичайних паперових, комп'ютерних, електронних карт, вона входить до складу картографічних баз даних, є одним із найважливіших елементів інформаційного забезпечення ГІС і може бути результатом функціонування ГІС.

Основними складниками цифрової карти є координатна система та набір елементарних графічних об'єктів, що відображають місце розміщення просторових обрисів відповідних реальних об'єктів чи явищ. У більшості ГІС-пакетів цифрові карти подаються окремим картографічним шаром і містять тільки однотипні об'єкти, а також є основною одиницею збереження даних (файлом або групою зв'язаних файлів).

Електронна карта (electronic map) – це картографічне зображення, яке візуалізоване на дисплеї (відеоекрані) комп'ютера на основі даних цифрових карт чи баз даних ГІС із використанням програмних і технічних засобів у вибраній для карт проєкції та системі умовних знаків.

Картографічна база даних (cartographic data base, cartographic database) – сукупність взаємозалежних картографічних даних із будь-якої предметної (тематичної) сфери, подана в цифровій формі (зокрема у формі інших картографічних баз даних) за умови дотримання загальних правил опису, збереження та маніпулювання даними. Картографічна база даних доступна багатьом користувачам, не залежить від характеру прикладних програм і підпорядковується системі керування базами даних (СКБД).

Картографічний банк даних (КБД) (cartographic data bank, cartographic databank) – комплекс технічних, програмних, інформаційних і організаційних засобів збереження, обробки й використання цифрових картографічних даних. До складу КБД входять картографічні бази даних з окремих предметних (тематичних) сфер, система керування базами даних, а також бібліотеки запитів і прикладних програм. Розрізняють єдиний центральний картографічний банк даних (central (centralized) cartographic databank), що містить увесь фонд інформації з певної теми, і розподілений картографічний банк даних (distributed cartographic databank), що становить територіально роз'єднану систему регіональних та/або локальних КБД, об'єднаних у мережу під єдиним керуванням.

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

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

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

Цифрові моделі місцевості – цифрові картографічні моделі, які містять дані про об'єкти місцевості та їхні характеристики.

Цифрові моделі рельєфу (ЦМР) (Digital Elevation Model, DEM, інколи – Digital Terrain Model, DTM, хоча останній термін не є точним, оскільки його дослівним перекладом з англійської мови є термін «цифрова модель місцевості») – цифрові моделі місцевості, які містять інформацію про її рельєф.

У геоінформатиці зазвичай розуміють цифрове подання топографічної поверхні у вигляді регулярної мережі комірок заданого розміру (grid DEM) або нерегулярної трикутної мережі (TIN DEM). Ці дві форми подання ЦМР є на сьогодні взаємно конвертованими й мають практично однакові можливості щодо подання й аналізу рельєфу.

Відомо, що в геоморфології та картографії існують дещо інші підходи до тлумачення цього поняття. У коло визначення ЦМР згідно з цими підходами зазвичай входять форма задання вихідних даних і спосіб обчислення значень поля в заданих точках.

Дані про рельєф можуть бути отримані шляхом натурних вимірювань, зокрема топогеодезичних робіт на місцевості, промірних робіт на водоймах, дистанційне зондування, а також картометричні роботи. З огляду на це можливі істотно різні форми задання даних:

1) із регулярним розміщенням точок на прямокутних, трикутних і шестикутних (гексагональних) сітках, отриманих під час тахеометричного знімання або спеціальних видів площинного нівелювання, а також у результаті картометричних робіт;

2) із нерегулярним поданням точок по структурних лініях, профілях, центрах площ, локальних точках, отриманих у результаті інструментального знімання чи картометричних робіт;

3) з ізолінійним заданням точок, розміщених по ізолініях рівномірно або з урахуванням складності їхнього рисунка, отриманих у процесі цифрування горизонталей топографічних карт.

Форма задання вихідних даних про рельєф, їхня детальність і вірогідність визначають вибір різновиду ЦМР (grid або TIN), спосіб просторової інтерполяції в межах досліджуваної території, а також ступінь адекватності побудованої моделі рельєфу.

Найпоширенішим різновидом цифрової моделі рельєфу, що використовується, є цифрове подання топографічної поверхні у вигляді растра (растрова ЦМР, сіткова ЦМР, grid DEM). Побудова ЦМР у цьому випадку полягає в поширенні наявного обмеженого набору точкових даних про відмітки топографічної поверхні в прилеглі комірки растра, що суцільно вкриває задану територію, з використанням методів просторової інтерполяції.

Хороші результати дають локально-стохастичні методи просторової інтерполяції, відомі під назвою «кригінг-інтерполяція», чи просто «кригінг».

Кількість використовуваних методів аналітичного опису топографічних поверхонь, покладених в основу просторової інтерполяції даних опорних точок і побудови цифрових моделей, як впливає навіть із наведеного короткого огляду, досить велика. При цьому результати просторової інтерполяції різними

методами відрізняються один від одного, іноді досить суттєво. Окрему проблему становить вибір розміру комірки растра, що визначає ступінь генералізації рельєфу під час його моделювання.

Оцінка адекватності того чи іншого способу побудови ЦМР, вибір оптимального з них для конкретного характеру рельєфу й суті розв'язуваних завдань здебільшого повинні ґрунтуватися на результатах порівняння реального рельєфу (або його картографічного подання) і побудованих цифрових моделей. Тільки локально-статистичні методи просторової інтерполяції дозволяють одержати незалежну оцінку точності інтерполяції в кожній точці заданої території, що ґрунтується на законі просторового розподілу відміток топографічної поверхні.

Цифрова модель рельєфу, що ґрунтується на TIN-моделі просторових даних, є сукупністю сполучених між собою плоских трикутних граней, що спираються на нерівномірно розміщену в просторі мережу точок із відомими відмітками топографічної поверхні. TIN-модель рельєфу дозволяє уникнути «надмірності» растрового різновиду ЦМР, що вимагає обов'язкового зберігання інформації про відмітки топографічної поверхні у всіх без винятку осередках растра. У TIN-моделі може зберігатися інформація тільки про відмітки характерних точок поверхні, розміщених на структурних лініях рельєфу, – вододілах, тальвегах, а також переломах поздовжнього та поперечного профілів схилів. Тому цей різновид ЦМР може забезпечити дуже компактне й досить ефективне і для візуального подання, і для виконання багатьох аналітичних процедур (обчислення відхилень, експозицій тощо) зберігання інформації про рельєф заданої території. При цьому очевидно, що інформативність точкових даних про рельєф істотно зростає, і це висуває високі вимоги до точності їхнього дигітизування.

Цифрова карта місцевості (ЦКМ) – цифрова модель місцевості, записана на магнітний носій у встановлених структурі й кодах стосовно визначеної математичної основи, проєкції та розграфленню, обраних для карт, і

що відповідає встановленим для конкретного використання вимогам за точністю та змістом.

Цифрові карти місцевості призначені для автоматизованого вивчення й оцінки місцевості, виконання розрахунків під час планування та проектування інженерних споруджень і рішення інших спеціальних задач в автоматизованих системах.

Цифрові карти місцевості повинні задовольняти таких вимогам:

- створюватися з розподілом інформації на номенклатурні аркуші, що покривають місцевість у рамках аркушів топографічної карти масштабу 1 : 25 000;
- створюватися в системі координат 1942 р., у рівнокутній поперечно-циліндричній проєкції Гауса;
- забезпечувати можливість машинного визначення даних про місце розташування об'єктів та їхніх характеристик;
- містити цифрові значення кількісних, якісних характеристик й кодів об'єктів у Єдиній системі класифікації та кодування картографічної інформації;
- мати класифікацію об'єктів і елементів місцевості, що відповідають класифікації, обраній для українських топографічних карт масштабів 1 : 25 000 і 1 : 50 000;
- мати сумарну середню квадратичну помилку взаємного планового положення твердих контурів у межах номенклатурного аркуша ЦКМ не більше ніж 50 м; сумарну середню квадратичну помилку положення горизонталей по висоті не більше: 5 м – для менш пересічних районів; 10 м – для середньо пересічних районів; 20 м – для більш пересічних районів;
- додавати до масивів даних відповідних елементів змісту топографічної карти службово-довідкову інформацію (основні характеристики цифрової карти місцевості, наприклад: номенклатуру, грифа таємності, теоретичні розміри рамки аркуша топографічної карти, характеристики помилок цифрової інформації в плані та за висотою тощо);

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

Перелік об'єктів місцевості, що входять в цифрову карту, встановлюється в редакційних указівках (завданні).

11.3 Технологічні основи створення цифрових карт та планів

Технологія створення ЦКМ містить три основні етапи:

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

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

На етапі перетворення картографічної інформації в цифрову форму виконуються:

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

Контрольна графічна копія може бути отримана безпосередньо в процесі цифрування або після його закінчення.

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

- злиття метричної та семантичної цифрової інформації;
- згладжування і стиск метричної цифрової інформації;
- облік деформації вихідних картографічних матеріалів і трансформування інформації в систему координат 1942 р.;
- автоматичне зведення сусідніх номенклатурних аркушів (ділянок) ЦКМ;
- автоматична нарізка цифрової картографічної інформації, зчитаної з тиражних відбитків іноземного видання, та її зшивання;
- перетворення інформації в структуру збереження;
- розрахунок статистичних характеристик;
- нарізка цифрової інформації в межах рамки аркуша карти масштабу 1 : 25 000 під час використання як вихідних картографічних матеріалів топографічних карт масштабів 1 : 50 000 і 1 : 100 000.

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

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

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

Крім того, у технології реалізовані програмні методи логічного контролю цифрової картографічної інформації, а також перевірки інформації про рельєф.

11.4 Збір топографічної інформації в разі цифрового картографування місцевості

Карти як джерело просторових даних для ГІС, як і раніше, зберігають свою актуальність. Хоча частина матеріалів, отриманих методами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) і польової інструментальної зйомки, постійно зростає, на різних картах можна знайти різнобічну й відповідно формалізовану інформацію про реальні або виявлені різними методами просторові об'єкти.

Для просторового прив'язування й копіювання даних під час побудови багатьох картографічних баз даних, зокрема тематичних карт і цифрових моделей рельєфу, використовуються топографічні карти – загально географічні карти універсального призначення, що докладно зображують місцевість. У кожній країні існує офіційна державна система картографічних проєкцій, масштабів, розграфлення та номенклатури карт та умовних знаків для топографічних карт. Великомасштабні топографічні карти (1 : 50 000, 1 : 25 000 і 1 : 10 000) створюються за матеріалами польових топографічних зніманих, а всі інші – складаються камерально за більш великомасштабними картами.

Одним із найважливіших елементів карт, що впливають на точність зображення об'єктів у просторі за координатами x , y , z , є координатна та висотна системи.

Для топографічних карт, створюваних у системі картографічних установ України, використовується координатна система Гауса – Крюгера – система плоских прямокутних координат і рівнокутна картографічна проєкція з тією самою назвою. У проєкції Гауса – Крюгера поверхня еліпсоїда на площині відображається по меридіанних зонах, ширина яких дорівнює 6° (для карт масштабів 1 : 500 000 – 1 : 10 000) і 3° (для карт масштабів 1 : 5 000 – 1 : 2 000). На аркушах топографічних карт відображається картографічна рамка як із географічними координатами (градуси / хвилини / секунди), так і топографічними

координатами (метри відносно початку координат зони). З урахуванням перекручувань проєкції, технології топографічної зйомки й додрукової підготовки листа карти, просторова похибка під час відображенні будь-якого об'єкта на поліграфічному відбитку карти має не перевищувати 0,1 мм. З огляду на цю величину, можна визначити величину систематичної похибки i , відповідно, точність цифрової карти, побудованої на основі топокарти обраного масштабу. Для масштабу 1 : 200 000 закладена похибка становитиме близько 20 м, для 1 : 100 000 – 10 м, для 1 : 10 000 – 1 м. Отже, для одержання підсумкової точності цифрової карти 1 м і нижче необхідно використовувати топокарти масштабу 1 : 10 000 або матеріали спеціального топографічного знімання.

Для визначення висотних координатних систем використовуються референц-еліпсоїди – геометричні моделі усередненої поверхні земної кулі. У різних країнах використовуються різні еліпсоїди та початкові точки відліку висот (для топокарт, що виробляються в Україні, використовуються еліпсоїд Красовського й Балтійська система висот), тому під час використання топокарт різних країн потрібно порівнювати висотні системи. Проблема розбіжностей висотних систем загострилася з початком масового застосування приймачів супутникового визначення координат і висот. Система GPS використовує Всесвітню висотну систему WGS-84 і для її спільного використання з даними національних топокарт необхідно вносити відповідні виправлення.

За топографічними картами можна визначити й безпосередньо цифрувати такі просторові об'єкти:

- систему координат (географічну чи топографічну);
- місце розташування та висоти пунктів опорної геодезичної мережі;
- оцінки висот рельєфу, контури й глибину ерозійних форм;
- місце розташування гідрографічних об'єктів, оцінки урізів води, глибин, ширини русла, швидкості й напрямку течії;
- назву населеного пункту, кількість будинків, тип і контури великих будівель, кар'єрів тощо;

- тип покриття, ширину проїжджої частини й узбіччя для авто доріг, конструкцію, довжину й вантажопідйомність мостів, висоту (глибину) насипів і виїмок;
- контури лісових масивів або ділянок природної рослинності, тип деревних порід, висоту та густоту рослинності, ширину лісосмуг;
- місце розташування й тип елементів лінійної технічної інфраструктури (ЛЕП, трубопроводи).

Найбільш достовірним джерелом інформації про контури водних просторів, глибини та характер дна є навігаційні карти, що мають той самий масштабний ряд, що й топографічні.

Схеми внутрішньогосподарського землевпорядкування, що містять також інформацію про ґрунтовий покрив, зазвичай виготовляються в масштабах 1 : 25 000 і 1 : 10 000. Для населених пунктів існують архітектурні плани різних масштабів (1 : 5 000, 1 : 2 000, 1 : 500), на які нанесені вулична мережа, контури будинків, межі ділянок землекористування, підземні й наземні інженерні комунікації. Однак ці матеріали виконані в умовній системі координат, і для їх використання разом з іншими джерелами необхідне виконання певних просторових перетворень.

Різні загальногеографічні й тематичні карти також можуть бути джерелом даних для ГІС. Більшість таких карт виконано в масштабі дрібніше за 1 : 1 000 000 у різних картографічних проєкціях і мають значні лінійні або кутові перекручування. Цифрування таких матеріалів вимагає урахування параметрів картографічних проєкцій, дані про які є в більшості картографічних редакторів. У процесі обробки таких карт можуть знадобитися процедури загальної або локальної трансформації зображень для прив'язування системи координат джерела даних під систему координат загальної бази даних ГІС-проєкту.

11.5 Візуалізація цифрової картографічної інформації комп'ютерними засобами

Візуалізація (від англ. «visualization», «visualisation», «viewing», «display», «displaying», синонім – «графічне відтворення», «відображення» – у ГІС, комп'ютерній графіці й картографії) – проєктування та генерація зображень, зокрема гео зображень, картографічних зображень та іншої графіки на пристроях відображення (переважно на екрані дисплея) на основі вихідних цифрових даних і алгоритмів їхнього перетворення.

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

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

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

2) матричні принтери з генерацією знака у вигляді точок раstra шляхом удару голок друкуючої голівки по фарбувальній стрічці (з просторовим розділенням до 300 dpi);

3) лазерні принтери, у яких зображення переноситься лазерним променем на папір чи інший матеріал методом ксерографії, забезпечуючи високе просторове розділення (зазвичай 300–1 200 dpi) і аналогічні їм принтери з перенесенням зображення за допомогою матриці світлодіодних елементів, які називають світлодіодними принтерами;

4) термопринтери та принтери з термоперенесенням, що базуються на принципі термодруку на термочутливому чи звичайному папері відповідно;

5) струминні принтери з видавлюванням фарбувальної речовини через сопла форсунок (зазвичай до 1 200 dpi).

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

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

Плотер (графобудівник, автоматичний координатограф) – пристрій відображення, призначений для виведення даних у графічній формі на папір, пластик, фоточуттєвий матеріал чи інший носій шляхом креслення, гравіювання чи фотореєстрації іншим способом. Розрізняють планшетні плотери (flatbed plotter) із розміщенням носія на плоскій поверхні, барабанні плотери (drum plotter) із носієм, що закріплюється на обертовому барабані, рулонні, або роликові, плотери (roll-feed plotter) із креслярською голівкою, що переміщується в одному напрямку за одночасного переміщення носія в перпендикулярному йому напрямку.

За принципом побудови зображення плотери поділяються на векторні й растрові. Векторні плотери створюють зображення пером чи олівцем. Растрові плотери, успадковуючи конструктивні особливості принтерів, створюють зображення шляхом порядкового відтворення та за способом друку поділяються на електростатичні плотери з електростатичним принципом відтворення, струминні, які базуються на принципі струминного друку (видавлюванні фарбувальної речовини через сопла форсунок), лазерні, які відтворюють зображення з використанням світлового променя чи лазера, світлодіодні – відрізняються від лазерних плотерів способом перенесення зображення з

барабана на папір, термічні плотери, мікрофільм-плотери, або фотоплотери з фіксацією зображення на світлочутливому матеріалі.

Контрольні запитання

1. Чим займається цифрова картографія?
2. Назвіть переваги цифрової картографії.
3. Перелічіть виробничі процеси цифрової картографії.
4. Дайте визначення цифровій карті.
5. Дайте визначення електронній карті.
6. Назвіть складники цифрової карти.
7. Дайте визначення цифровій карті місцевості.
8. Назвіть вимоги, яким мають відповідати цифрові карти місцевості.
9. Назвіть основні етапи створення ЦКМ. Поясніть кожен із них.
10. Які просторові об'єкти можна цифрувати за топографічними картами?
12. Що таке візуалізація? За допомогою яких пристроїв вона може реалізовуватись?

ТЕМА 12 КОДУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ

План

- 12.1 Сучасні програмні продукти геоінформаційних систем та провідні виробники геоінформаційних картографічних пакетів.
- 12.2 Системи автоматизованого картографування.
- 12.3 Принципи класифікації та кодування картографічної інформації.
- 12.4 Контроль якості створення цифрових карт.

12.1 Сучасні програмні продукти геоінформаційних систем та провідні виробники геоінформаційних картографічних пакетів

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

- 1) введення та верифікації даних;
- 2) зберігання та маніпулювання даними;
- 3) перетворення систем координат і трансформації картографічних проєкцій;
- 4) аналізу й моделювання;
- 5) виведення й подання даних;
- 6) взаємодії з користувачем.

Останніми десятиріччями у світі розроблено велику кількість різноманітних геоінформаційних систем.

Запропоновано різні класифікації, кожна з яких певною мірою впорядковує існуюче різноманіття в певну кількість однорідних класів із використанням однієї або декількох ознак.

Зазвичай геоінформаційні системи класифікують за такими ознаками:

- за призначенням (залежно від цільового використання);

- за проблемно-тематичною орієнтацією (залежно від сфери застосування);

- за територіальним охопленням (залежно від розміру території та масштабу ряду цифрових картографічних даних, що становлять базу даних ГІС).

За призначенням геоінформаційні системи поділяють на багатоцільові та спеціалізовані.

Багатоцільовими системами зазвичай є регіональні ГІС, призначені для виконання широкого спектра завдань, пов'язаних із регіональним керуванням. Спеціалізовані ГІС забезпечують виконання однієї або кількох близьких функцій. До них зазвичай належать геоінформаційні системи:

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

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

- земельно-кадастровим;
- екологічним та природокористувальницьким;
- інженерних комунікацій і міського господарства;
- надзвичайних ситуацій;
- навігаційні;
- соціально-економічні;
- геологічні;
- транспортні;
- торгово-маркетингові;
- археологічні;

- військові;
- інші.

У категорії «інші» в цій класифікації може бути поійменована ще достатньо велика, до того ж така, що продовжує збільшуватися, кількість типів ГІС, оскільки сфера застосування ГІС не обмежена переліком зазначених вище сфер і розширюється далі.

За територіальним охопленням найлогічнішим є поділ геоінформаційних систем на такі:

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

Глобальні геоінформаційні системи охоплюють або всю земну кулю, наприклад, як Глобальний банк природно-ресурсної інформації (GRID), або якусь її значну частину – як геоінформаційна система Європейського співтовариства «CORINE».

Загальнонаціональні ГІС, як це впливає із назви, охоплюють територію всієї країни, регіональні – якусь її частину, таку як економічний район, адміністративна область чи група суміжних областей, басейн великої річки тощо.

До категорії «локальні ГІС» належать геоінформаційні системи меншого територіального охоплення, але рекомендацій щодо територіальних обмежень локальних ГІС немає. До цієї категорії зазвичай належать і муніципальні геоінформаційні системи (МГІС) – специфічна категорія геоінформаційних систем, що розробляються для території міста або його частини.

Програмні продукти компанії «ESRI» (США), найстарішого у світі виробника програмних засобів ГІС (фірма заснована в 1969 р.), сьогодні представлені, насамперед, сімейством спеціалізованих програмних пакетів, які об'єднані під назвою «ArcGIS».

До складу «ArcGIS» входить багато інтегрованих програмних продуктів, призначених як для розробки й експлуатації геоінформаційних систем різного рівня складності, так і для геоінформаційного забезпечення виконання завдань, пов'язаних із використанням просторової інформації, включно з польовим зніманням й роботою в комп'ютерних мережах, зокрема і в мережі «Інтернет».

Спеціалізований програмний ГІС-пакет із назвою ARC/INFO версії 1.0 був випущений фірмою «ESRI» у 1982 році. Протягом 80–90-х рр. минулого століття пакет завоював панівні позиції у світі як повнофункціональна професійна інструментальна ГІС, призначена для вирішення широкого спектра завдань, але насамперед пов'язаних із використанням природних ресурсів і охороною навколишнього середовища.

Фірма «Intergraph Corp» (Huntsville, Alabama, США) є одним із найвідоміших виробників програмного забезпечення ГІС. До основних розробок цієї фірми належать сімейства програмних продуктів «MGE» і «GeoMedia».

Компанія «Autodesk Inc» (США) є основним постачальником програмного забезпечення для систем автоматизованого проєктування (САПР/CAD) і засобів мультимедіа на персональних комп'ютерах, що налічує понад три мільйони клієнтів у більше ніж 150 країнах. «Autodesk» зробила значний внесок у створення ринку програмного забезпечення САПР для персональних комп'ютерів, коли в 1982 році вперше представила на ринку пакет «AutoCAD» – універсальний графічний редактор, що відразу одержав величезну популярність у світі. Сьогодні сімейство продуктів Autodesk застосовується практично на всіх стадіях і в різних видах проєктування, включно з архітектурою та цивільним будівництвом, машинобудівним проєктуванням, ГІС і картографією, кіно- та відеовиробництвом, а також розробленням вебсторінок.

Фірма «Bentley Systems, Inc.» (BSI) (Exton, Pennsylvania, USA) є розробником пакета автоматизованого проєктування «MicroStation» з 1985 року.

Програма «Digitals» призначена для створення, редагування та споглядання топографічних і спеціальних карт, друку топографічних карт

відповідно до вимог вітчизняних нормативних документів до умовних знаків, забезпечення робіт із землеустрою, ведення міського й земельного кадастрів. Програма розроблена в державному науково-виробничому підприємстві (НВП) «Геосистема» (м. Вінниця), що належить до Департаменту геодезії, картографії та кадастру Міністерства охорони навколишнього природного середовища України.

За підсумками досліджень фірми «PC GIS Company Datatech» (США), що займається аналізом світового ринку ГІС, перше місце в рейтингу програмних ГІС-продуктів останніми роками займає пакет «MAPINFO», розроблений «Mapping Information Systems Corporation» (США) і має близько 150 000 користувачів у всьому світі.

12.2 Системи автоматизованого картографування

Основу системи автоматизованого картографування становлять банки даних цифрової картографічної та атрибутивної інформації. Тематичний банк даних, створений для обслуговування визначеної предметної області (наприклад, створення топографічних карт, архітектурних планів, кадастрових карт, геологічних, гідрологічних, автодорожніх, туристичних карт) містить визначений фіксований перелік об'єктів. Кожному об'єкту заздалегідь надається визначений тип умовного знака й параметри їхнього відображення в різних типах карт; під час відкриття визначеного картографічного шару одночасно відбувається і його оформлення в системі умовних знаків. Також у разі постійного картографування визначеної території у визначеному масштабі створюються спеціальні шаблони (templates), в яких зазначаються межі області відображення карти, масштаб карти, відображається стандартна легенда карти й елементи оформлення карти – рамка, заголовок, масштабна лінійка, стрілка північ-південь, текстові виноски, логотипи тощо. Для одержання повноцінної карти в цьому випадку досить вибрати потрібний шаблон, далі відбувається завантаження необхідних тематичних шарів та їхнє оформлення.

Бібліотеки картографічних символів, ліній, заливок полігонів, палітр для відображення поверхонь, елементів допоміжного оформлення карт, картографічних легенд, таблиць, картодіаграм і звичайних діаграм є важливим ресурсом, що забезпечує можливості картографа-дизайнера щодо створення різних типів карт. У багатьох випадках до складу функціональних засобів ГІС-пакетів входять засоби створення та редагування точкових символів, штрихувань, текстур, типів ліній тощо, що дозволяють створювати бібліотеки картографічних символів для широкого кола карт та інших геообразень.

За необхідності одержання поліграфічних відбитків карт чи інших геообразень, створюваних із використанням різних ГІС-пакетів, до складу систем автоматизованого картографування входять спеціальні програмні модулі, призначені для контролю правильної передачі кольору та прискорення виведення на пристрої друку великоформатних карт.

Програмні модулі – денситометри – дозволяють коректно переходити від колірного подання екрана (модель RGB) до колірного подання пристроїв друку (модель CMYK). Прискорення виведення на широкоформатні струминні плотери забезпечують програмні модулі – растеризатори, що перетворюють поле зображення векторних карт на масиви растрових пікселів, що складаються із сотень мільйонів елементів.

12.3 Принципи класифікації та кодування картографічної інформації

Єдина система класифікації та кодування картографічної інформації інформаційне забезпечення автоматизованої картографічної системи, яка складається із сукупності взаємоузгоджених класифікаторів картографічної інформації, засобів їх провадження й нормативних документів для їх складання, впровадження, удосконалення та контролю за впровадженням.

Під класифікацією розуміють поділ множини об'єктів на частини за їхньою подібністю чи розбіжністю відповідно до обраних методів. Є два методи класифікації – ієрархічний і фасетний.

Ієрархічний метод класифікації – це послідовний поділ множини (об’єктів) на підпорядковані класифікаційні угруповання. Множину, яка класифікується, поділяють на підпорядковані підмножини спочатку за деякою ознакою (основою поділу) великі угруповання, потім кожен з них – на низку подальших угруповань, які, зі свого боку, поділяються на менші, поступово конкретизуючи об’єкт класифікації. Між цими угрупованнями встановлюються відношення підпорядкованості (ієрархії).

Фасетний метод класифікації – це паралельний поділ множини об’єктів на незалежні класифікаційні угруповання. При цьому множина об’єктів, що характеризується деяким набором однакових для всіх об’єктів ознак (фасет), значення яких відповідають конкретним виразам зазначених ознак, може поділятися багаторазово і незалежно. Такий метод класифікації однорівневий, оскільки вхідна множина об’єктів поділяється на підмножини відповідно до значень ознак окремих фасетів.

Кодування – процес створення кодів (набору цифр, букв та цифр і букв) і надання їх підмножинам об’єктів, отриманих у процесі класифікації. Особливістю кодування техніко-економічної інформації є те, що коди мають відображати її структуру, ідентифікувати об’єкти й описувати зв’язки між ними. Основне завдання кодування – забезпечення ідентифікації елементів множин, що класифікуються, та їхніх класифікаційних ознак.

Розрізняють два методи кодування: реєстраційний і класифікаційний.

Реєстраційні:

- порядковий метод кодування – це створення коду з чисел натурального ряду та його надання (він є найбільш простим, повним і однозначним);

- серійно-порядковий метод кодування – це створення коду з чисел натурального ряду, закріплення окремих серій чи діапазонів цих чисел за об’єктами класифікації з однаковими ознаками його надання (використовується для двознакових номенклатур).

Класифікаційні:

– послідовний метод кодування – це створення коду класифікаційного групування та/або об'єкта класифікації з використанням кодів послідовно розміщених підпорядкованих угруповань, що були отримані за ієрархічного методу класифікації, та його надання;

– паралельний метод кодування – це створення коду класифікаційного групування та/або об'єкта класифікації з використанням кодів незалежних угруповань, що були отримані за фасетного методу класифікації, та його надання.

Результати класифікації та кодування фіксуються в документах, що отримали назву класифікаторів. Класифікатор – це документ із систематизованим переліком назв і кодів класифікаційних угруповань або об'єктів класифікації.

12.4 Контроль якості створення цифрових карт

Якість є одним з основних керованих параметрів процесу створення цифрових карт поряд з їхнім складом, вартістю, інформаційними ресурсами.

Залежно від сфери використання цифрових карт до них висуваються різні вимоги. Ці вимоги (просторова точність, склад об'єктів, точність опису об'єктів) мають бути сформульовані ще на етапі проєктування цифрової карти. Залежно від вимог просторової і семантичної точності підбираються вихідні картографічні матеріали, плануються додаткові польові знімання, складаються номенклатура та класифікація об'єктів, вибирається програмне забезпечення, периферійні пристрої введення даних тощо.

На сьогодні можна виокремити дві основні сфери використання цифрових карт:

- 1) як основи для створення різних паперових карт або картографічних ілюстрацій;
- 2) як основи для просторових вимірів, розрахунків, аналізу.

У першому випадку просторова точність визначається точністю поліграфічного відбитка створюваної карти й залежить від методу друку, системи умовних знаків, відображуваного масштабу тощо. Під час створення цього типу карт можна обмежитися візуальною подібністю картографічних об'єктів, просторова похибка допускається від 0,1–0,2 мм у видимому масштабі карти. Під час створення картосхем величина просторової похибки може не вважатися визначальним фактором якості, іноді в просторову основу свідомо входять перекручування для кращого відображення якісних, ілюстративних характеристик відображуваного явища або об'єктів.

Якщо цифрова карта є основою для розрахунків відстаней, площ і обсягів у кадастрових, будівельних або навігаційних ГІС, просторові похибки можуть спричинити значні перекручування підсумкових просторових розрахунків, що, зі свого боку, призводить до похибок розрахунку вартості земельних ділянок, вартості будівництва, оподатковування тощо. У таких додатках просторова точність визначається точністю використовуваних приладових вимірів (до 0,1 мм на місцевості). Створення таких цифрових картографічних основ вимагає значних ресурсів і виконується тільки спеціалізованими організаціями, що мають відповідне технічне забезпечення та кваліфікованих фахівців.

На сьогодні в Україні найзначніший обсяг робіт із введення картографічних даних здійснюється в процесі трансформації паперових топографічних карт різних масштабів у цифрову форму.

Забезпечення якості створюваних цифрових карт можливе лише за умови високого рівня організації виробництва, що відповідає кваліфікації персоналу, який володіє спеціальними знаннями та навичками. Підготовка цифрових картографічних матеріалів на базі топографічних карт проводиться відповідно до нормативних вимог.

Під час створення цифрових карт як вихідні картографічні матеріали використовують топографічні карти тих самих масштабів і незалежно від застосовуваної технології використовують такі параметри оцінки:

- повноту та правильність заповнення паспорта номенклатурного листа 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.

Кількісна оцінка цифрових карт дається з допомогою:

- таблиць для оцінки точності планового розташування, де наведені максимально припустимі середні квадратичні похибки розташування об'єктів (значення допуску залежать від типу об'єкта, масштабу, характеристик місцевості);
- розрахунків для обчислення одиничного показника якості, що визначається для кожного показника (правильність визначення коду об'єкта, повнота характеристик об'єкта тощо) і виражається у відсотках:

$$V = (J / K) 100, \quad (12.1)$$

де V – одиничний показник якості;

J – абсолютна кількість об'єктів із похибками (може виражатися сумою об'єктів із похибками різного типу);

K – загальна кількість об'єктів цифрової карти.

Систематичні похибки під час створення цифрової картографічної продукції виникають унаслідок різних об'єктивних і суб'єктивних причин (брак необхідного обладнання, невідповідність технічних характеристик обладнання необхідній точності, брак чи слабка формалізація класифікаторів об'єктів, що

цифруються, помилки введення через неопрацьовані інструкції з введення різних ситуацій, низька кваліфікація операторів, брак контролю).

До найпоширеніших помилок належать:

- порушення просторово-логічних зв'язків у цифровій карті з багат шаровою структурою, наприклад, на всій цифровій карті в місцях перетинання автомобільних доріг і рік, під об'єктом «міст» (кам'яний, бетонний, залізобетонний) відповідної частини об'єкта «ріка» немає;
- неправильне додавання семантичної (атрибутивної) інформації;
- систематична невідповідність коду об'єкта та його найменування за обраним класифікатором цифровій топографічній карті;
- порушення характеру локалізації (усі полігональні гідрографічні об'єкти на цифровій топографічній карті подані у вигляді лінійних; лінії проведені по центру об'єктів);
- брак регламентуючих документів і вироблення операторами самостійного колективного рішення щодо цифрування тієї чи іншої ситуації;
- брак опису правил цифрування подібних ситуацій у регламентуючих документах за браком технології взаємодії оператора та коректора карт;
- систематична помилка в плановому розташуванні точкових об'єктів або вершин лінійних об'єктів через неточність оператора (наприклад, паралакс візира дигітайзера);
- усі об'єкти цифрової карти не мають координатного прив'язування;
- неадекватна вихідним матеріалам передача форми об'єктів цифрової карти через низьку кваліфікацію оператора та брак вихідного контролю.

У кількісній формі оцінка виражається одним числом – значенням показника якості, що відбиває визначену сукупність властивостей продукції. Наприклад, для показника якості «точність планового розташування об'єктів» середня квадратична похибка положення контуру рослинного покриву щодо вихідних картографічних матеріалів у масштабі цифрової топографічної карти 1 : 200 000 становить 0,2 мм.

Одним із найважливіших складників виробництва цифрових карт, що забезпечує їхню якість, є контроль якості. Виокремлюють такі види контролю:

- суцільний, за якого контролюються всі одиниці продукції;
- вибірковий (контролюється порівняно невелика кількість одиниць продукції із сукупності, до якої вона належить);
- статистично-вибірковий контроль, правила якого базуються на законах теорії ймовірностей і математичної статистики.

Загалом необхідний рівень якості цифрових карт досягається цілим комплексом заходів. З одного боку, це точне формулювання замовником і споживачем карти її змістовних характеристик, рівня просторової точності, вихідних матеріалів. Із боку виконавця робіт необхідне розроблення чітких інструкцій персоналу щодо цифрування тієї чи іншої тематичної групи об'єктів, ідентифікації та класифікації об'єктів, порядку послідовного долучення різних груп об'єктів. Залежно від виду робіт та їхньої критичності для якості карти загалом організовуються контрольні заходи. Технічна документація підсумкової карти є важливим елементом для оцінки всієї виконаної роботи.

На сьогодні багато цифрових карт, особливо в неспеціалізованих установах і організаціях, виконується в ручному режимі, тому суб'єктивний фактор, тобто кваліфікація оператора й контролера, є основним стимулюючим фактором для збільшення кількості якісної цифрової продукції. Для підготовки кваліфікованого оператора для екранного або апаратного дигітизування потрібні кілька років практичної роботи за наявності відповідної геодезичної, картографічної або географічної освіти. Унаслідок цього все більш істотним фактором картографічного виробництва стає зростання вартості кваліфікованої праці фахівців. Тому основною лінією зростання продуктивності цифрового картографування є подальший розвиток автоматизованих методів введення: підвищення якості розпізнавання картографічних образів сканованих карт і даних дистанційного зондування Землі.

Контрольні запитання

1. Перелічіть класифікацію геоінформаційні системи.
2. Перерахуйте найвідоміші програмні продукти, що використовуються для ГІС.
3. Що є основою системи автоматизованого картографування?
4. Що таке єдина система класифікації та кодування картографічної інформації?
5. Назвіть методи кодування.
6. Назвіть документи, відповідно до вимог яких проводиться підготовка цифрових картографічних матеріалів.
7. За допомогою чого дається кількісна оцінка цифрових карт?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Афанасьєв О. В. Дослідження теоретичних аспектів становлення картографії [Електрон. ресурс] / О. В. Афанасьєв // Комунальне господарство міст. Сер. Технічні науки та архітектура. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Т. 3, вип. 170. – С. 190–194. – Режим доступу: <https://khg.kname.edu.ua> (дата звернення: 24.02.2026). – Назва з екрана.
2. Сучасні аспекти розвитку картографічного забезпечення [Електрон. ресурс] / А. А. Євдокімов, К. А. Мамонов, О. В. Афанасьєв, С. Г. Нестеренко // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Електрон. текст. дані. – 2025. – Вип. 117, ч. 1. – С. 124–131. – Режим доступу: <http://addb.ntu.edu.ua>, вільний (дата звернення: 24.02.2026). – Назва з екрана.
3. International Meridian Conference [Електрон. ресурс] // Wikipedia : The Free Encyclopedia. – Електрон. текст. дані. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/International_Meridian_Conference, вільний (дата звернення: 02.02.2026). – Назва з екрана.
4. Іщук О. О. Просторовий аналіз і моделювання в ГІС : навч. посіб. / О. О. Іщук, М. М. Корнєв, О. Є. Кошляков ; за ред. акад. Д. М. Гродзинського. – Київ : ВПЦ «Київський університет», 2003. – 200 с.
5. Картографування території України : історія, перспективи, наукові основи. – Київ : Наук. думка, 2005. – 292 с.
6. Шевченко Р. Ю. Картографія [Електрон. ресурс] : електронний підручник / Р. Ю. Шевченко. – Електрон. текст. дані. – Київ : ЦНМВ «Кий», 2015. – 230 с. – Режим доступу: <http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/kart.pdf>, вільний (дата звернення: 24.02.2026). – Назва з екрана.

7. Дослідження напрямів та технологія застосування електронних топографічних планів місцевості [Електрон. ресурс] / С. Г. Нестеренко, Ю. Б. Радзінська, О. В. Афанасьєв, В. О. Фролов // Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. – Електрон. текст. дані. – 2019. – Т. 30 (69), № 4, ч. 1. – С. 143–146. – Режим доступу: <https://www.scientific-notes.vernadskyjournals.in.ua>, вільний (дата звернення: 24.02.2026). – Назва з екрана.

8. Афанасьєв О. В. Теоретичні аспекти створення цифрового топографічного плану [Електрон. ресурс] / О. В. Афанасьєв, І. Ю. Завада // Комунальне господарство міст. Сер. Технічні науки та архітектура. – Електрон. текст. дані. – 2021. – Вип. 163. – С. 30–34. – Режим доступу: <https://khg.kname.edu.ua>, вільний (дата звернення: 24.02.2026). – Назва з екрана.

9. Афанасьєв О. В. Автоматизоване картографування в землеустрої [Електрон. ресурс] / О. В. Афанасьєв, В. Б. Таргонська, О. О. Мусієнко // Комунальне господарство міст. Сер. Технічні науки та архітектура. – Електрон. текст. дані. – 2025. – Вип. 189. – С. 320–324. – Режим доступу: <https://khg.kname.edu.ua> (дата звернення: 24.02.2026). – Назва з екрана.

10. ДСТУ 2757:1994. Картографія. Терміни та визначення. Чинний від 01.01.1996. Київ: Держстандарт України, 1994.

Електронне навчальне видання

АФАНАСЬЄВ Олександр Валерійович

КАРТОГРАФІЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності G18 – Геодезія та землеустрій)

Відповідальний за випуск *К. А. Мамонов*

Редактор *Б. О. Хільська*

Комп'ютерне верстання *О. В. Афанасьєв, І. В. Волосожарова*

План 2026, поз. 11Л

Підп. до друку 03.07.2026. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 7,0.

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Чорноглазівська, 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 8386 від 14.07.2025.